



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI
ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ



AZƏRBAYCAN MEMARLIQ
VƏ İNŞAAT UNIVERSİTETİ



İSTANBUL TEXNİKİ UNIVERSİTETİ

2023



**İNŞAATIN MÜASİR
PROBLEMLƏRİ mövzusunda**

**BEYNƏLXALQ ELMİ – PRAKTİK KONFRANSIN
MATERİALLARI**

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi

**Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
İstanbul Texniki Universiteti**

İNŞAAT FAKÜLTƏSİ

**“İNŞAATIN MÜASİR PROBLEMLƏRİ”
mövzusunda**

BEYNƏLXALQ ELMİ – PRAKTİK KONFRANSIN

ELMİ ƏSƏRLƏRİNİN TOPLUSU

**BAKI
24 noyabr 2023**

TƏŞKİLAT KOMİTƏSİ

G.H.Məmmədova – Rektor, sədr

N.M.Aslanova – Elm və innovasiya məsələləri üzrə prorektor, sədr müavini

G.S.Abbasova – Məsul katib

Təşkilat komitəsinin üzvləri

A.F.Qasimov – Tədris işləri üzrə prorektor

S.A.Fərzəliyev- İnşaat fakültəsinin dekanı

Z.G.Məmmədova – Memarlıq fakültəsinin dekanı

Z.S.Musayev – Su təsərrüfatı və mühəndis kommunikasiya sistemləri dekanı

E.N.Yusifzadə- Nəqliyyat fakültəsinin dekanı

M.Ə.Hacıyev- İnşaat konstruksiyaları kafedrasının müdiri

İ.N.Şirinzadə - Materialşünaslıq kafedrasının müdiri

Konfransda iştirak edən müəssisələrin SİYAHISI

1. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
2. İstanbul Teknik Üniverisitesi
3. “Meliorasiya və Su Təsərrüfatı” ASC
4. National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»
5. Kyiv National University of Construction and Architecture
6. Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture
7. National Aviation University
8. FHN, Tikintidə Təhlükəsizliyə Nəzarət Dövlət Agentliyi
9. НИПИ «Нефтегаз», SOCAR
10. Алтайский Государственный Технический Университет имени И.И.Ползунова
11. Meliorasiya Elmi-Tədqiqat İnstitutu
12. Azərbaycan Texniki Universiteti
13. Meliorasiya Elmi-Tədqiqat İnstitutu
14. Казахстанско-Немецкий университет в г. Алматы,
15. 2 Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева,
16. Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Республика Казахстан
17. Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Республика Казахстан
18. Qərbi Kaspi Universiteti
19. Sumqayıt Dövlət Universiteti
20. Azərbaycan Respublikasının Dövlət Şəhərsalma və Arxitektura Komitəsi
21. Dr. Öğr. Üyesi Manisa Celal Bayar Üniversitesi
22. Doktorant Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi SBE Kamu
23. Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu
24. Azərbaycan Texniki Universiteti
25. Azərbaycan Kooperasiya Universiteti
26. Azərbaycan Pedaqoji Universiteti

ÖN SÖZ

Hörmətli universitetimizin prorektorları, hörmətli İstanbul Texniki Universitetindən gələn həmkarlar, Qazanıstandan, Özbəkistandan, Türkiyədən gələn qonaqlar, Azərbaycanda tikinti sektorunda çalışan türk şirkətlərinin nümayəndələri, həmçinin yerli tikinti şirkətlərinin nümayəndələri, elm və təhsil müəssisələrinin nümayəndələrini, əziz müəllimlər və tələbələr hər birinizi Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti və İstanbul Texniki Universitetinin birgə keçirdiyi “İnşaatın müasir problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi-praktiki konfransda salamlayıram və hər birinizə xoş gəlmisiniz deyirəm. Və konfransımızı açıq elan edirəm.

Hörmətli konfrans iştirakçıları, bu bir reallıqdır ki, tikinti sektoru bu gün respublikamızda ən sürətlə inkişaf edən sahələrdən biridir. Təkcə bir rəqəm səsləndirməklə respublikamızda tikinti sektorunun ümumi mənzərəsini nümayiş etdirmək isdəyirəm. Tikinti sektoruna təkcə dövlət büdcəsindən ayrılan xərclər büdcə xərclərinin 10% nə qədərini təşkil edir.

Təkcə 2024-cü ildə Qarabağın bərpası və yenidən qurulması üçün dövlət büdcəsində 3.84 milyard manat vəsaitin ayrılması nəzərdə tutulmuşdur. Bu 2021-ci ilin büdcəsindən ayrılmış vəsaitlə müqayisədə 3.0 dəfə çoxdur. Bütün bunlar onu göstərir ki, tikinti sektoru sürətlə inkişaf edir və hələ uzun illər prioritet olaraq qalacaqdır.

Statistika Komitəsinin məlumatına əsasən 600 min ailənin mənzilə ehtiyacı vardır. Ölkəmizdə hər il ərzində 14-15 min mənzil istifadəyə verildiyini nəzərə alsaq onda indiki tələbatı ödəmək üçün 60-70 il vaxt lazım olacaq. Odur ki, ölkəmizdə mənzil tikintisində hələ uzun illər aktual olaraq qalacaq.

Tikinti sektorunun inkişafı onun mövcud problemlərinin də həllini tələb edir. Ona görə də bu gündü konfransımız çox aktualdır. Konfransımıza 26 xarici və yerli müəssisələrdən inşaatın mövcud problemlərinə və onun həlli yollarına həsr olunmuş 110 məqalə daxil olmuşdur. Bunlar tikintinin müxtəlif sahələrini əhatə edir və biz bu gün layihələndirmə, tikinti istehsalatında mövcud olan problemlərə dair məruzələri dinləyəcəyik.

Sonda onuda qeyd etmək istəyirəm ki, bu bizim İstanbul Texniki Universiteti ilə birgə keçirdiyimiz ilk konfransdır. Xeyirli uğurlu olsun. Əminəm ki, ikili diplom proqramı çərçivəsində təhsil sahəsində əldə etdiyimiz uğurlar bundan sonra elm və tədqiqat sahəsində də davam etdiriləcəkdir.

Konfransın işinə uğurlar arzulayıram!

**Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin
İnşaat Fakültəsinin Dekanı
Sahib Abduləli oğlu Fərzəliyev**

BÖLMƏ I
İNŞAAT KONSTRUKSIYALARI, MEXANIKA VƏ TEXNIKA

**NONLINEAR TIME HISTORY ANALYSIS OF HYPERBOLIC COOLING
TOWER UNDER SEISMIC EXCITATIONS**

Alzouabi, Mutz¹ Hayir, Abdul²

¹Istanbul Technical University, PhD Student, alzouabi19@itu.edu.tr

²Istanbul Technical University, Professor, ahayir@itu.edu.tr, ORCID:0000-0001-7498-4629

Abstract- The aim of this study is to analyze the behavior of an existing reinforced concrete hyperbolic cooling tower located at the RWE power station in the Neurath city in Western Germany under seismic loads. To investigate the seismic response of the tower, dynamic nonlinear time history analysis are applied in accordance with Eurocode 8. Three ground motion records are chosen in accordance with Eurocode 8 and matched to the elastic response spectrum of Eurocode for 5 percent viscous damping by spectra matching method, using Seismo Match software. To apply time history analysis in ABAQUS, the Time-Integration implicit method is followed.

Keywords: nonlinear time history analysis, hyperbolic cooling tower, seismic excitation, elastic spectrum, nuclear power plant.

1. INRODUCTION

The first hyperbolic cooling tower was completed in 1914, and four years later, two Dutch engineers patented the hyperbolic cooling tower [1]. Nasir et al.[2] carried out a parametric study on the free vibration of the axisymmetric hyperbolic cooling tower, examining the influence of thickness, height, and curvature on the response of the cooling tower. The study concluded that all early modes were circumferential, while the first lateral mode occurred beyond the 10th mode First lateral mode of vibration was unaffected by the thickness change of the shell wall, and the study also noted the lateral mode occurred early in the tallest towers with the highest curvature. Bamu and Zingoni[3] attempted to summarize the progress of research related to the damage of natural draft cooling towers in their study, which covered the period between 1961 and 2005. They recorded the cooling towers that have collapsed or been demolished around the world, as well as the reasons behind the collapsing or demolishing. Lin et al.[4] attempted to predict ground motion accelerations that would cause the collapse of the cooling tower. Soil-structure interaction is taken into account for the super large cooling tower being investigated (215 m high). The authors of the research concluded that the large cooling tower may have collapsed under strong ground motions, which have a horizontal PGA ranging between 0.35 g and 0.45 g.

The natural draft of hyperbolic reinforced concrete cooling towers are high-rises and thin structures that are generally located in thermal and nuclear power plants. The main purpose of their existence is to cool large quantities of water. The natural draft cooling towers have complex geometry, while the shape of the tower may be described in terms of two hyperbolic shape functions: a positive hyperbolic function below the throat level and a negative hyperbolic function above the throat level.

When the cooling towers are compared to straight buildings, the main advantage of their hyperbolic shape is stability against external pressures. The dynamic implicit step of ABAQUS is using Hilber-Hughes-Taylor's method (HHT), which is an extension of the Newmark β -method. Modified Newton-Raphson iterative procedure is followed throughout the dynamic analyses. Nonlinearity of the materials was taken into consideration as well. The concrete damage plasticity model (CDP) was utilized to simulate the inelastic behavior of the concrete.

This model accurately defines concrete behavior under cyclic or dynamic loads, as well as simulating residual damage of concrete.

In this study, the stress distributions, lateral displacement, and compressive and tension damage of the hyperbolic cooling tower caused by seismic loads were investigated.

2. MODEL

The selected hyperbolic cooling tower in this study is located at the RWE power station in Neurath, a city in Western Germany. Construction work on both towers began in 2006 and ended in 2012(Fig1).

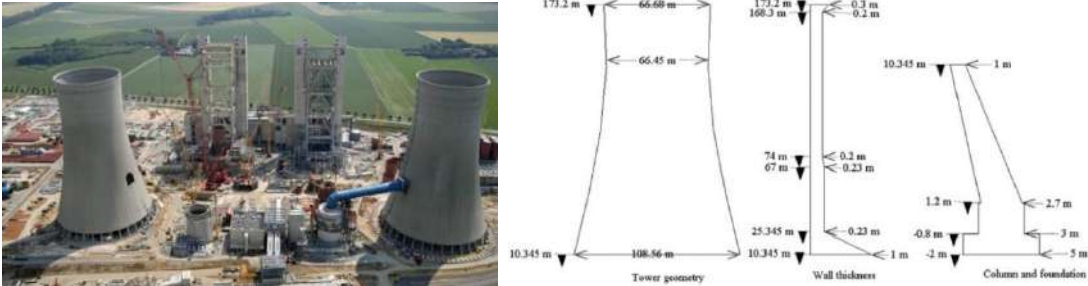


Fig.1 Neurath Power Plant and its dimensions.

The total height of the tower is 173.2 meters, and the diameter of the tower at ground level is 115.74 meters. The outer and inner diameters at the bottom of the tower are 109.06 meters and 108.06 meters, respectively. The outer and inner diameters at the throat of the tower are 66.35 meters and 66.55 meters, respectively. The outer and inner diameters at the top of the tower are 69.54 meters and 69.84 meters, respectively. The tower is supported by 36 I-columns, with the columns taking a trapezoidal shape, where the bottom dimensions of the columns are 2.7 x 2.7 meters, the top dimensions of the columns are 1 x 1 meter, and the height of the columns is 9.145 meters. The column socket is located between 1.2 meters above the ground level and 0.8 meters under the ground, and the dimension of the column socket is 3 x 3 meters. The dimensions of the foundations are 5 x 5 meters and 1.4 meters in height.

To model and perform dynamic and quasi-static analyses, ABAQUS CAE 2020 finite element software was used. The reinforced concrete cooling tower was modeled by a shell element with four nodes. Each node has six degrees of freedom, three degrees of freedom are in the x, y, and z directions and the others rotate around the x, y, and z axes. A shell element was used when the thickness is significantly smaller than the other dimensions. Columns and foundations were modeled by a solid element with eight nodes. The reinforced concrete cooling tower was divided into five parts due to the changes in wall thickness along with the height of the tower.

The concrete reinforced cooling tower was designed according to VGB R610U 2005 guidelines, which is a part of the German national annex of Eurocode. The VGB R610U 2005 guidelines discussed all details related to the steel reinforcement of the cooling tower wall. The minimum reinforcement ratio in the circumferential direction is 0.3 percent of the cross-sectional area of the shell wall, and the minimum reinforcement ratio in the circumferential direction is 0.3 percent in the lower half and 0.4 percent in the upper half of the cross-section area of the shell wall. The maximum spacing of the reinforcement bars is 20 cm in the circumferential direction of the tower and 15 cm in the meridional direction of the tower (VGB powertech, 2005). A typical cross-section of the cooling tower wall is shown in Figure 2. To present steel reinforcement in the shell, smeared steel layers were used according to VGB R610U limitations.

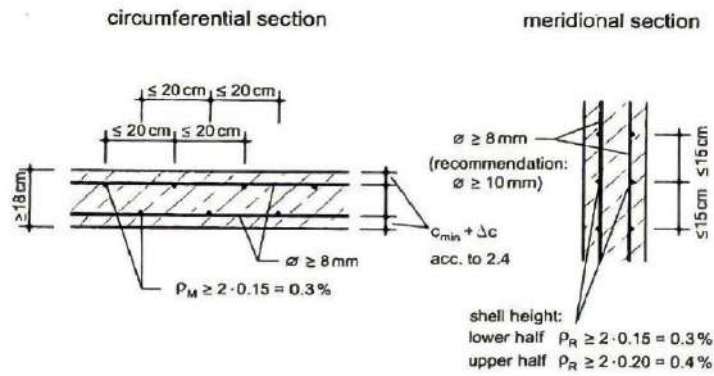


Fig.2. Typical cross-section of the cooling tower wall (VGB powertech, 2005).

The total number of elements in the model is 204438 and the number of nodes in the model is 233344. And total allowable nodes in ABAQUS is 250,000 nodes. The 3-dimensional finite element model is shown in Figure 3.

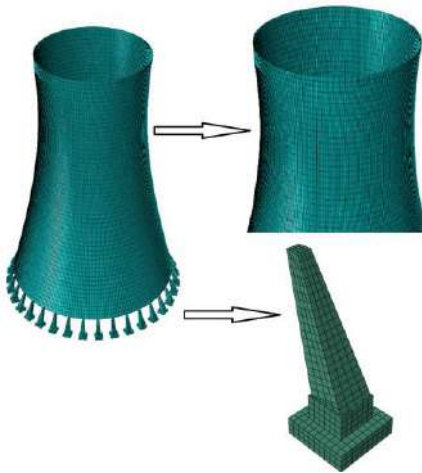


Fig.3. 3-Dimensional finite element model.

3. MODEL ANALYSIS RESULTS

The model analysis is performed to determine the dynamic properties of the structure, such as mode shapes, frequencies, and fundamental period of the structure, due to free vibration without external load. The total mass of the structure is calculated as $3.6235122 \cdot 10^7$ kg. Due to the axisymmetric nature of the cooling tower, the majority of the mode shapes came in pairs and were circumferential modes. The first 4-mode shapes are given in Fig.4

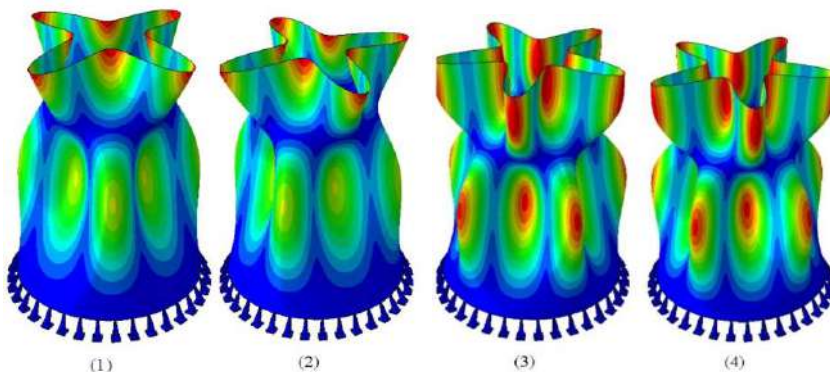


Fig.4. First four mode shapes of the investigated cooling tower.

4. NONLINEAR TIME HISTORY ANALYSIS AND RESULTS

To evaluate the behavior of the hyperbolic cooling tower under seismic load, Eurocode 8 was followed. The code recommends different methods for seismic analysis of the structures, such as lateral force analysis, modal response spectrum analysis, and nonlinear analysis,

including nonlinear static analysis (pushover) and dynamic nonlinear time history analysis. In this study, nonlinear time history analysis is utilized.

The Direct Time- Integration method with the implicit method was used to present a nonlinear dynamic analysis numerically.

The distributions of the stresses and the displacements of the hyperbolic cooling tower under seismic excitations at the PGAs were obtained and shown in Fig.6.

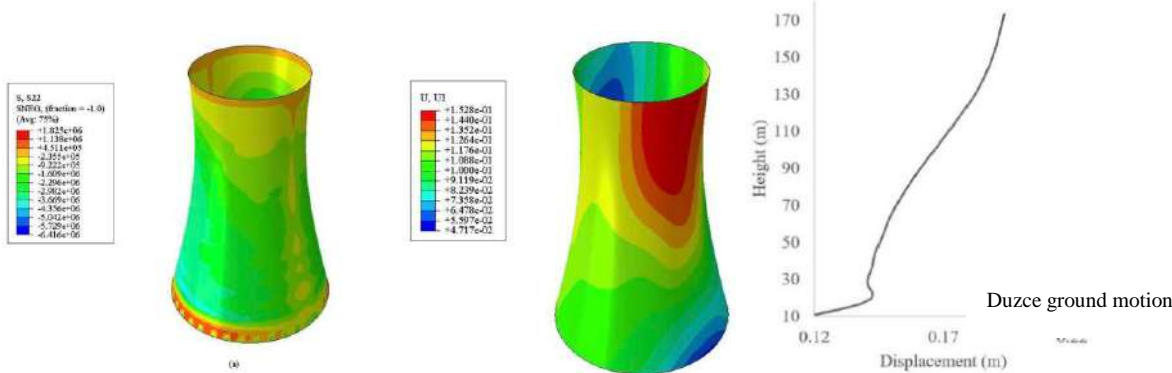


Fig.6. The stresses and displacements of the hyperbolic cooling tower under seismic excitations.

5. HORIZONTAL ELASTIC RESPONSE SPECTRUM

Eurocode 8, (2004) classifies the soil into five types, soil type B is used in this study. The horizontal elastic response spectrum are given in Fig5.

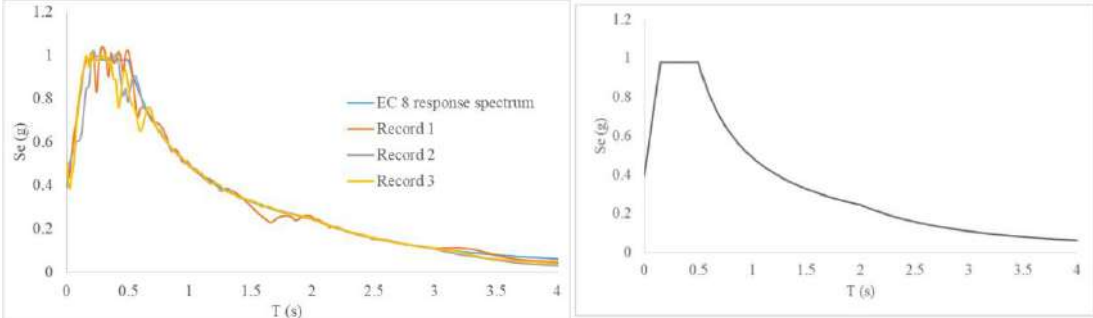


Fig.5. Elastic response spectrum.

6. DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

The response of an existing reinforced concrete hyperbolic cooling tower under seismic exactions were taken into account in this study. The aim is to expand the understanding of cooling tower behavior subjected to seismic loads.

The material's nonlinearity was also considered. The concrete damage plasticity model (CDP) was used to simulate the inelastic behavior of concrete material, and an isotropic hardening model was utilized to simulate the elastic-plastic behavior of steel reinforcement. The results of the seismic analysis showed that the maximum stresses occurred at the upper parts of the columns and are much higher than the stresses in the tower. The maximum stresses in the tower were formed at the bottom regions of the tower, especially around the tower-column connections. In the upper half of the tower, the stresses decreased significantly. The lateral displacement of the tower was linearly increase roughly up to the throat of the tower and remained relatively steady in the circumferential direction of the tower. In the regions above the throat of the tower, lateral displacement is almost constant.

REFERENCES

1. **Huang, T., Zhou, H., and Beiraghi, H.** (2020). Collapse simulation and response assessment of a large cooling tower subjected to strong earthquake ground motions. *CMES - Computer Modeling in Engineering and Sciences*, 123(2), 691–715.
2. **Nasir, A. M., Thambiratnam, D. P., Butler, D., and Austin, P.** (2002). Dynamics of axisymmetric hyperbolic shell structures. *Thin-Walled Structures*, 40(7–8), 665–690.
3. **Bamu, P. C., and Zingoni, A.** (2005). Damage, deterioration and the long-term structural performance of cooling-tower shells: A survey of developments over the past 50 years. *Engineering Structures*, 27(12 SPEC. ISS.), 1794–1800.
4. **Lin, F., Ji, H., Li, Y., Zuo, Z., Gu, X., and Li, Y.** (2014). Prediction of ground motion due to the collapse of a large-scale cooling tower under strong earthquakes. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 65, 43–54.

JOHNSON–HOLMQUIST-II(JH-2) CONSTITUTIVE MODEL OF MASONRY WALL SUBJECTED TO HIGH VELOCITY IMPACT

Amin Bagherzadeh Azar¹, Ali Sari²

¹ Institute of Earthquake Engineering and Disaster Management, Istanbul Technical University, Turkey.

² Faculty of Civil Engineering, Istanbul Technical University, Turkey.

ORCID code: 0000-0003-3962-7129

ORCID code: 0000-0002-6888-1276

E-mail: azar19@itu.edu.tr

E-mail: asari@itu.edu.tr

Краткое содержание

Глобальная геополитическая напряженность привела к значительному росту злонамеренной террористической деятельности, определяемой, прежде всего, использованием взрывных устройств и спусковых механизмов. Целью этих атак является нападение на ключевую гражданскую инфраструктуру, такую как правительственные здания, мосты и т. д., что может иметь серьезные последствия, включая значительный материальный ущерб и человеческие жертвы. В этом исследовании для изучения воздействия взрыва на каменную стену была разработана модель высокой точности. Был проведен комплексный анализ для оценки эффективности численной модели в точном изображении разрушения каменных стен под воздействием сил, вызванных взрывной волной.

Keywords: Blast, Finite Element Analysis, SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics), Masonry Wall, Material Damage.

1. Introduction

When structures are subjected to high and short period loads, they can sustain considerable structural damage. Short-duration dynamic loads frequently display large spatial and temporal fluctuations, resulting in prominent stress gradients inside structures. As a result, the analysis of structures subjected to blast loads is an incredibly complicated issue in which it is difficult to adequately determine the deformation and cracking features of such structures. The 2007 event in Oakland, California, in which a car collided with and torched a gasoline tanker, caused partial structural damage of interstate bridges. A similar disaster occurred in Saudi Arabia in 2012, when a gas truck collided with a bridge, resulting in a gas leak and explosion [1]. The

industrial infrastructure in the vicinity of the explosion was severely destroyed, resulting in a huge loss of life and a large number of injuries. This issue has resulted in significant efforts to assess the reactivity and efficacy of vital or indispensable structures when subjected to explosive forces. As a result, suggestions have been developed with the goal of strengthening the structural resilience of structures in the face of probable blast loads.

2. Methodology

Numerical approaches necessitate the decomposition of big issues into a finite set of smaller, more manageable ones. This is a discretization process. It is necessary to discretise the equations in both the temporal and spatial domains. The temporal discretization remains consistent across various analysis approaches (processors) within the ABAQUS software. The entire duration is divided into numerous discrete time intervals. Explicit time integration is employed in order to calculate the necessary variables for process analysis.

3. FE modelling and characterization of material properties

The current investigation incorporates the use of the SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) technology to analyse the explosive masonry wall. To determine the variables needed for analyzing a given process and modeling the dynamic response of models subjected to blast loading, explicit time integration is used. 2×1.2×0.15 meter is the dimension of the masonry.

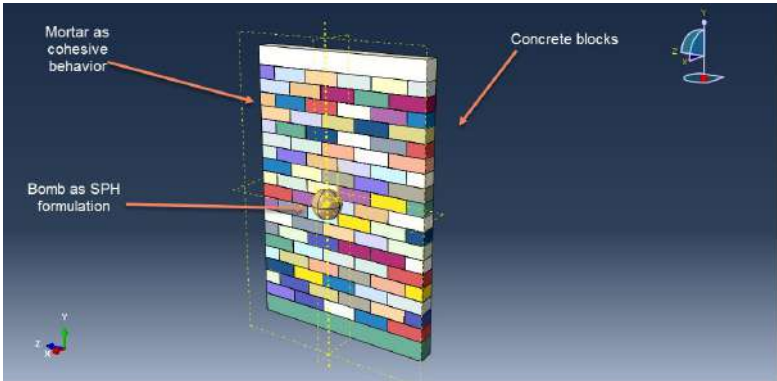


Figure 1. standoff to the masonry wall

3.1 JH-2- Material Model

Many material models are available in the ABAQUS software library for modeling materials subjected to blast stress. These models, however, are not well-suited for high strain rate applications, and their efficacy decreases when used to simulate massive structures subjected to high strain rates. The JH-2 constitutive model was developed to represent the behavior of brittle materials. It includes pressure-dependent strength, damage, and fracture; considerable strength after fracture; bulking; and strain rate effects.

Figure 2 and Figure 3.

Table 1 The Martial of the JH-2 Model for Masonry

ρ (Kg/m ³)	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>G</i> (Pa)	<i>D</i> ₁	<i>D</i> ₂	β
2440	0.79	1.6	0.007	14	0.04	1.0	1
<i>K</i> ₁	<i>K</i> ₂	<i>K</i> ₃	<i>T</i> (Pa)	<i>HEL</i> (Pa)	<i>P</i> _{HEL} (Pa)	ϵ_0	σ_{fmax}^*
85e9	-171e9	208e9	0.00354e9	80e6	48e6	1	1.1e9
<i>M</i>	<i>N</i>						
0.61	0						

Table 2. JWL-EOS Parameters of Trinitrotoluene [2]

Density (ρ) Kg/m ³	Detonation Wave Speed (m/s)	A (Pa)	B (Pa)	ω	R1	R2	Detonation Energy Density (J/Kg)
1630	6930	3738e8	3747e6	0.35	4.15	0.9	6,060,000

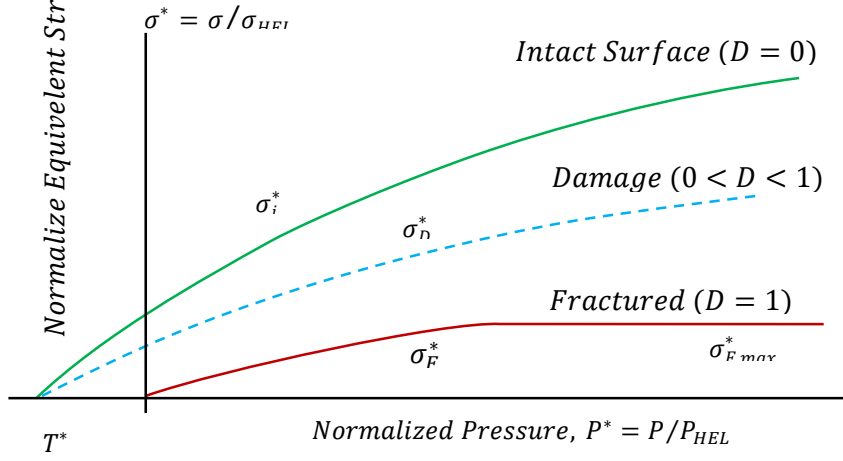


Figure 2. Strength model of the JH-2 constitutive model.

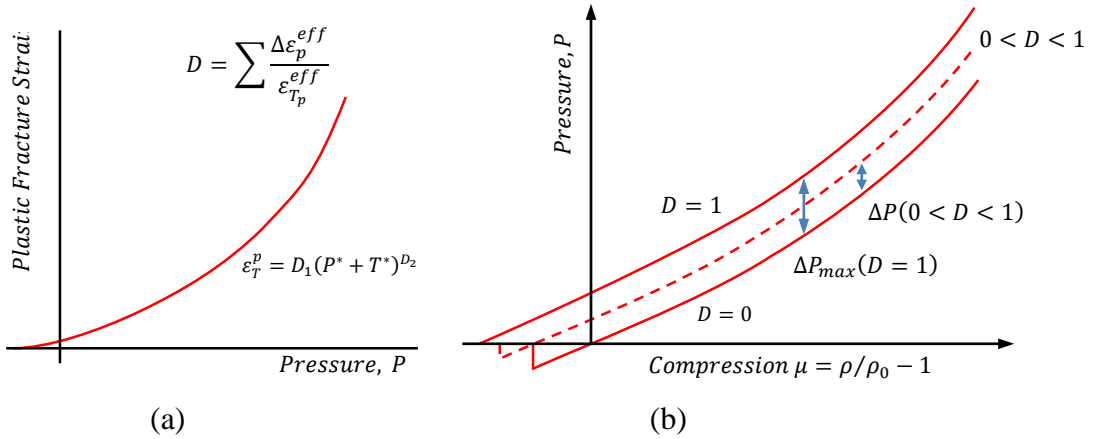


Figure 3. Damage model (a) and EOS model (b) of the JH-2 constitutive model.

Table 3. Mortar Properties of the model

Cohesive (Mpa)			Damage (Mpa)					
K_{nn}	K_{ss}	K_{tt}	F_n	F_s	F_t	G'_n	G''_s	G'''_t
82	36	36	0.027	0.14	0.14	0.03	0.15	0.013

3.2 Jones-Wilkins-Lee Equation of State (JWK-EOS) Model

The simulation employs a three-dimensional eight-node reduced integration element type known as EC3D8R. The pressure (P) can be determined for various TNT equivalent explosives using the Jones-Wilkins-Lee (JWL) model of equation of state (EOS) according to the following equation:

$$P = A \left(1 - \frac{\omega}{R_1 \bar{\rho}} \right) e^{-R_1 \bar{\rho}} + B \left(1 - \frac{\omega}{R_2 \bar{\rho}} \right) e^{-R_2 \bar{\rho}} + \omega \bar{\rho} e_{int} \quad (1)$$

The TNT material constants are represented by the constants A , B , $R1$, $R2$, and ω . The variable $\bar{\rho}$ represents the ratio of the explosive's solid density to the current density. Furthermore, e_{int} indicates the specific internal energy at atmospheric pressure. The first two terms allude to the high pressure induced by the explosion, while the third phrase refers to the low pressure caused by the explosion's huge volume loss.

Table 2 contains the material parameters of the explosive charge for 2.5 kg TNT. The charge studied has the shape of a sphere. The analysis was performed over a period of 50 milliseconds, since the effects of the explosion decrease beyond this temporal threshold.

4. Results

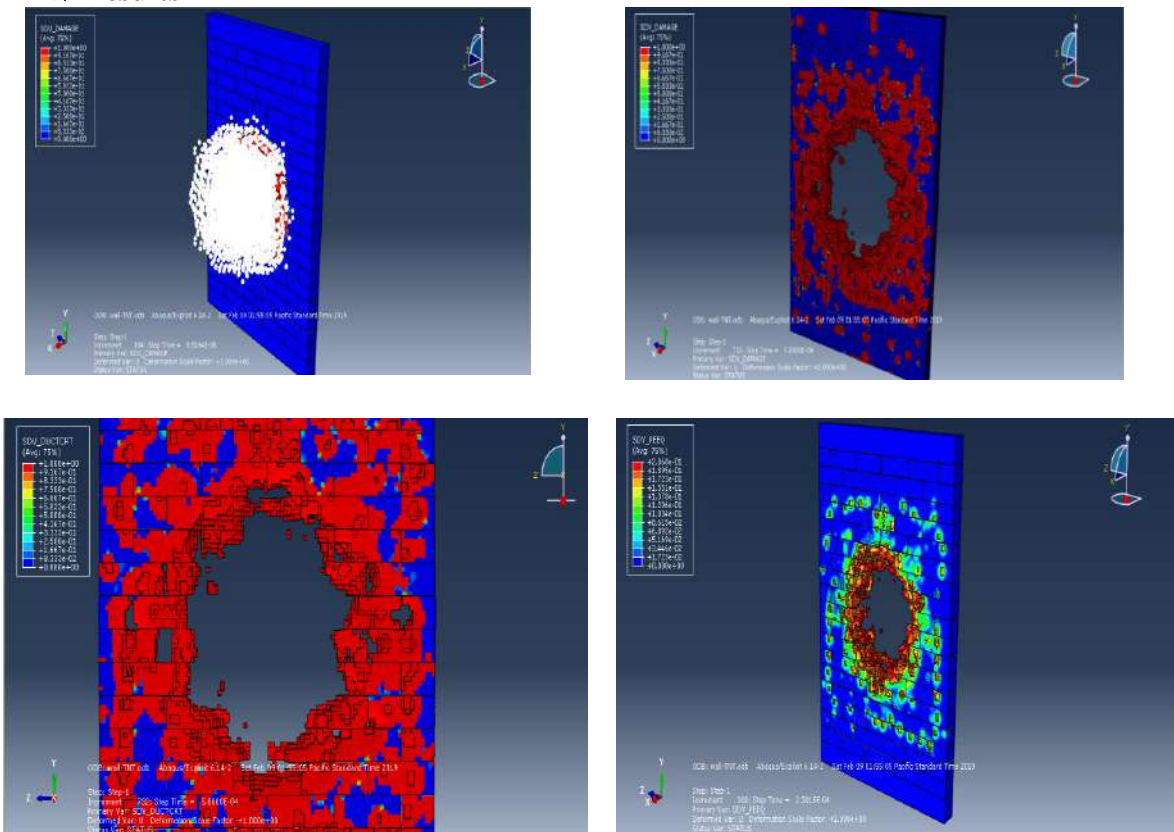


Figure 4. Damage occurred to the masonry

5. Conclusion

- Masonry structures have a weakness in tension behavior, therefore using the Johnson-Holmquist material model could precisely show the behavior of the brittle material.
- The amount of explosives completely destroyed the masonry walls as shown in the figures. As a result, strengthening the masonry construction is critical to avoiding life-threatening situations [3].
- Fabric-reinforced cementitious Matrix (FRCM) composite, for example, is an appropriate technique to strengthen masonry walls.

6. References

[1] Wardhana, K., and Hadipriono, F. (2003). "Analysis of recent bridge failures in the United States." *J. Perform. Constr. Facil.*, 10.1061/(ASCE) 0887-3828(2003)17:3(144), 144–150.

[2] M. Shariq, S.M. Anas, M. Alam, Blast Resistance Prediction of Clay Brick Masonry Wall Strengthened with Steel Wire Mesh, and C-FRP Laminate under Explosion Loading: A Finite Element Analysis, *International Journal of Reliability and Safety* (2022), In press.

[3] Azar, Amin Bagherzadeh, and Ali Sari. "Historical Arch Bridges-Deterioration and Restoration Techniques." *Civil Engineering Journal* 9.7 (2023): 1680-1696.

BILE HAMZA¹, GULER KADIR²

¹PhD candidate, Istanbul Technical University, bileha20@itu.edu.tr

²Prof.Dr., Istanbul Technical University, kguler@itu.edu.tr

TITLE: ON THE SEISMIC PERFORMANCE OF CONFINED MASONRY BUILDINGS

Abstract

Confined Masonry (CM) is a structural system that consists of masonry wall panels confined by small, cast in-place horizontal and vertical reinforced concrete ties. These RC elements serve the purpose of restraining the masonry walls and preserving their integrity when subjected to seismic lateral loads. This construction method is economical, gained more popularity and practiced in various countries and regions around the world, particularly in areas prone to high seismic activities and hurricanes. It has displayed very good performance during significant seismic events.

This paper primarily provides an overview of CM earthquake performance, the distinction between RC frame buildings and confined masonry structures, the global use of CM and lastly the important features that influence the seismic behavior of CM buildings. It is intended to be of significance to engineering professionals and academics with an interest in the seismic design of CM buildings.

Key words; Confined masonry, structural practices, seismic performance

1. Introduction

Historically, masonry and wood has been and still are the most two significant building materials. Masonry buildings are made of individual units laid together and fused by mortar. The masonry pieces can be concrete bricks, mud bricks, stones, glass blocks, render, marble, granite, limestone, and tile. The binding material can be made from mud, lime, cement or their combination in appropriate ratios [1]. Confined masonry construction consists of masonry walls, constructed using clay bricks or concrete blocks, along with reinforced concrete (RC) confining elements that built all sides of the masonry wall panels, the intersection of the walls and at the edges of window and door openings. The vertical RC elements, referred to as tie-columns, are like the columns in RC frame construction, but they typically have smaller cross-sections. The horizontal components, known as tie beams, also look like the beams in RC frame construction. The vertical and horizontal tie elements contain less longitudinal and transverse reinforcement. This kind of buildings is considered one of the popular construction forms of low-cost and low-rise around the globe including extremely high seismic risk regions and countries (i.e., Djibouti) as a means to enhance earthquake resilience. The seismic behavior of confined masonry buildings is a subject of significant interest in earthquake engineering due to their potential to withstand seismic forces effectively. It was reported that the first CM construction is used in the reconstruction of buildings destroyed by an earthquake in 1908 Messina, Italy. This system consists of a load-bearing masonry walls and confining reinforced concrete elements [2].

The structural components of a typical confined masonry buildings from the foundation to the slab or roof are the foundation, which is responsible for transferring the superstructure's loads to the underlying soil and extends from the ground to soil level. The Plinth beam which lies between the walls and the foundation and transmits the vertical and horizontal loads from the walls to the foundation but also protect the wall from settlement and moisture infiltration into the walls through capillary action. The masonry walls, which are the primary load bearing element and responsible for transmitting all vertical and horizontal loads from the upper slabs to the foundation. The Confining RC, tie columns and bond beams, offers confinement to masonry walls, as a result higher strength, integrity and stability is achieved in in-plane and

out-of-plane, even during major ground motions. At the end, RC floor and roofs, distributes both vertical and horizontal loads to the walls [2,3].

2. Global Applications of CM Buildings

This type of construction is used both in urban and rural areas, either for single-family residential construction or for multifamily construction up to four or five number of stories. According to World Housing Encyclopedia, CM has been extensively practiced all around the world. In Africa (Algeria, Morocco), the first CM application was reported in M'sila region and the Algerian 2003 seismic code addresses also this kind of housing topology. In Europe (Italy, Slovenia, and Serbia), in the last five decades, CM buildings has been practicing. As an example, approximately 40% of the entire housing inventory in Slovenia is attributed to this construction technique. In Latin America (Mexico, Chile, Peru, Argentina, Colombia) the use of CM dates back to 1930's [2]. In Asia (Iran, Indonesia, China), this type of construction has been practicing for 30 years, for example in China, CM buildings was experienced before the XingTai Earthquake [4]. Figure 1, displays a global seismic hazard map, and the regions where (CM) construction has been employed [5]. The economic status of CM dwellings in the mentioned nations varies from low to high income. Except for Slovenia, where constructing CM housing is the most expensive, the construction expenses in the majority of these countries typically fall between \$150-\$300 per square meter [6].

Fig. 1. Global seismic hazard map with location of countries where CM is used (adapted from Quartz Media [5]).

3. What sets CM apart from Unreinforced masonry and RC Frame Constructions

The CM is substantially different from infilled masonry walls in RC frames concerning to two aspects: firstly, Construction methodology; the masonry walls are constructed first then vertical confining elements (vertical tie-columns and horizontal bond-beams or tie-beams) are erected and floors are subsequently last. Economically the construction cost of low-rise CM is less than same sized reinforced concrete buildings. Secondly, load transfer mechanism; In CM buildings both the walls and confining elements respond integrally under gravity and lateral loads whereas in RC structures, the frames carry all the loads through their large columns and beams and masonry infill walls are not load bearing elements. One other variance can be the foundation, in CM buildings, a strip footing beneath the wall is used, whereas isolated footing beneath each column are possible in RC frame buildings. When designed and constructed properly, masonry structures can show satisfactory and reasonable performance in earthquakes and they are economically feasible due to smaller size in confining elements than RC frames [2,7]. Figure 2, shows the features of typical CM building.

Fig. 2. Features of CM buildings [8].

4. CM performance in past earthquakes

A global review of how confined masonry buildings have fared in significant past earthquakes revealed that they demonstrated acceptable performance in alignment with seismic design principles. however when properly designed and constructed, low-rise (up to five story) CM dowelling's are able to withstand even severe earthquake effects without damage [2,9]. This appears to be lenient when it comes to minor design and construction imperfections, as well as deficiencies in materials. Several significant earthquakes worldwide, including the Colombia Earthquake on 1999 (6.2), the Mexico Earthquake on 1999 (Mw 7.5) and 2001 (Mw 7.6), the El Salvador Earthquake that occurred on 2001 (7.6), the Peru Earthquake on 2001 (8.4)

and 2007 (7.9), the Iran Earthquake 2003 (6.6), the Great Sumatra Earthquake on 2004 (9.3), Chilean Earthquake on 2010 (8.8), the Chile Earthquake on 2014 (8.2), the Chinese earthquake on 1976 (Mw=7.8), 2008 (Mw=8.0) and 2013 (Mw=7.0) have served as instances to reveal the good performance of low-rise CM buildings [9,10].

Although, CM structures exhibited substantially better performance compared to unreinforced brick masonry and adobe buildings, and remained either undamaged or with minor damage, they experience cracks at the interface between the masonry panels and the confining components, an insufficient number or improper arrangement of reinforcement and confining elements which result structural total or partial failure [2,9].

5. Conclusions

The general information on the behavior of CM buildings are given in this paper. Past earthquakes have shown that, CM type of masonry buildings are good solution especially in urban and rural areas. It is easy supply masonry units everywhere and there is no need qualified people for workmanship. They are cheap and enables fast construction

References

- 1. Sergey Churilov. Experimental and analytical research of strengthened masonry. 2012.**
2. Brzev S. Earthquake-resistant confined masonry construction. 2007.
3. Reiter M, Sommer D. Confined Masonry The Current Design Standards 13NAMC 20190224. 2019;
4. Cai G, Su Q, Tsavdaridis KD, Degée H. Simplified Density Indexes of Walls and Tie-Columns for Confined Masonry Buildings in Seismic Zones Simplified Density Indexes of Walls and Tie-Columns for. *J Earthq Eng* 2020; 24: 447–469.
5. This map shows where the strongest earthquakes are expected to strike. <https://qz.com/392582/this-map-shows-where-the-strongest-earthquakes-are-expected-to-strike> (5 November 2023, date last accessed).
- 6. Rodriguez M. CONFINED MASONRY CONSTRUCTION. .**
7. Altug M, Cihan E, Gulden C. Seismic performance assessment of confined masonry construction at component and structure levels. *Bull Earthq Eng* 2019; 17: 867–889.
8. Bonisha Borah, Hemant B. Kaushik VS. Analysis and Design of Confined Masonry Structures : Review and Future Research Directions. 2023;
- 9. Chourasia A. Design guidelines for confined masonry buildings. 2017;**
10. Roberto Meli, Svetlana Brzev, Maximiliano Astroza, Teddy Boen FC, Junwu Dai, Mohammed Farsi, Tim Hart, Ahmed Mebarki, A.S. Moghadam, Daniel Quiun, Miha Tomazevic LY. SEISMIC DESIGN GUIDE FOR LOW-RISE CONFINED MASONRY BUILDINGS Prepared by Acknowledgments. 2011;
11. Borah B, Singhal V, Kaushik HB. Assessment of seismic design provisions for confined masonry using experimental and numerical approaches. *Eng Struct* 2021; 245.
12. Borah B, Singhal V, Kaushik HB. Assessment of important parameters for seismic analysis and design of confined masonry buildings: A review. Springer Singapore, 2021.
13. Marinilli A, Castilla E. 3th World Conference on Earthquake Engineering EXPERIMENTAL EVALUATION OF CONFINED MASONRY WALLS WITH SEVERAL CONFINING-COLUMNS. .
14. Ibrar M, Naseer A, Ashraf M, Badshah E, Ullah S. Evaluation of confined masonry walls with varying sizes of confining elements and reinforcement ratios against cyclic loading. *J Build Eng* 2022; 50.
15. Kusumastuti D, Suarjana M, Pribadi KS, Lie TH. Experimental Study on Typical Confined Masonry Structure under Cyclic Lateral Load. .

16. Singhal V, Rai DC. In-plane and out-of-plane behavior of confined masonry walls for various tothing and openings details and prediction of their strength and stiffness. Earthq Eng Struct Dyn 2016; 45: 2551–2569.
17. Wijaya W, Kusumastuti D, Suarjana M. Experimental Study on Wall-Frame Connection of Confined Masonry Wall. Procedia Eng 2011; 14: 2094–2102.
18. Moreno-herrera J, Varela-rivera J, Fernandez-baqueiro L. Out-of-Plane Design Procedure for Confined Masonry Walls. 2016; 142: 1–12.
19. Perez Gavilan JJ, Flores LE, Alcocer SM. An experimental study of confined masonry walls with varying aspect ratios. Earthq Spectra 2015; 31: 945–968.
20. Ral GENE. COMPLEMENTARY TECHNICAL NORMS FOR DESIGN AND CONSTRUCTION OF MASONRY STRUCTURES. .
21. Alcocer SM, Arias JG. 13 th World Conference on Earthquake Engineering RESPONSE ASSESSMENT OF MEXICAN CONFINED MASONRY STRUCTURES THROUGH SHAKING TABLE TESTS. 2004;
22. Sarrafi B. Experimental Study on Lateral Strength of Confined Masonry Walls. .

Eray KAYATAŞ
ENKA İnşaat Sanayi A.Ş

Yapısal Tasarım Mühendisi
0009-0008-6113-6602
kayatas18@itu.edu.tr

Cüneyt VATANSEVER
İstanbul Teknik Üniverisitesi

Doç.Dr.
0000-0002-9954-925X
cuneyt.vatansever@itu.edu.tr

Fethi KADIOĞLU
İstanbul Teknik
Üniverisitesi

Prof.Dr.
0000-0001-7049-1704
fkadioglu@itu.edu.tr

YATAY YÜK TAŞIYICI SİSTEMİ BURKULMASI ÖNLENMİŞ ÇAPRAZLI ÇELİK ÇERÇEVLERDEN OLUŞAN BİR YÜKSEK BİNANIN DEPREM ETKİLERİ ALTINDA PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

ABSTRACT

The scope of the study consists of the design and nonlinear time history analysis of a multi-storey steel building, whose structural system is composed of highly ductile buckling restrained braced frames, in accordance with the Turkish Code for Design and Construction of Steel Structures 2016 (TDCSS 2016) and Turkish Seismic Code for Buildings 2018 (TSCB 2018), and the results obtained from these analyses. In this study, the axial strain (elongation and shortening) of buckling restrained braced frames, the distribution of the dissipated earthquake energy within the structural system, were examined. The seismic performance of the structural system of the building was evaluated within the framework of the TSCB 2018. According to analysis results, it was seen that the nonlinear behavior was caused by the occurrence of plastic deformations in the form of elongation and shortening of the buckling restrained braces, as expected, while the other elements remained in the elastic region. It was observed that the plastic strains (elongation and shortening) did not exceed the Controlled Damage (CD) limit value, and the relative storey drift ratios were consistent with this situation and did not exceed the limit value of 0.02.

Key Words : Buckling Restrained Brace, Time History Analysis, Earthquake, Perform 3D, Etabs.

Anahtar Sözcükler : Burkulması Önlenmiş Çelik Çapraz, Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz, Sismik Performans, Perform 3D, Etabs.

Giriş :

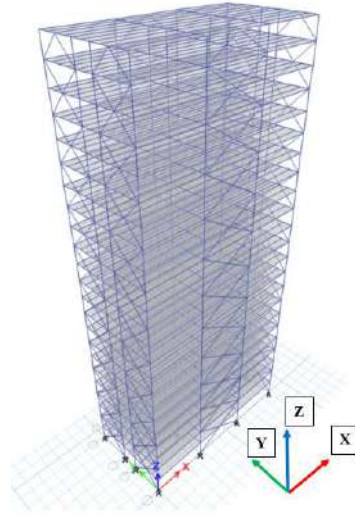
Merkezi çaprazlı çelik çerçeveler dünya genelinde yaygın olarak tercih edilen yatay yük taşıyıcı sistemlerdir. Bu kullanımın en temel nedeni yapı sistemine sağladığı büyük yatay

rijitliktir. Merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin özel bir uygulaması olan burkulması önlenmiş çaprazlı çelik çerçeveler kararlı yük-yerdeğiştirme davranışları ile yüksek miktarda enerji sönümlenme kapasitesine sahip olmaları nedeniyle tercih edilen yatay yük taşıyıcı sistemlerdir. Bu tür sistemlerde kullanılan burkulması önlenmiş çaprazlar, geleneksel çaprazların davranışlarından farklı olarak, kararlı bir çevrimsel (histeretik) davranış sağlamak suretiyle, basınç kuvveti etkisinde burkulmadan akmaya ulaşarak plastik şekildeğiştirme deformasyonu gösterebilmektedir. Ayrıca burkulması önlenmiş çaprazların hem basınç hem de çekme kuvveti etkileri altında akmaya ulaşmaları dengelenmemiş kuvvetlerin büyük değerler almamasını sağlamaktadır. Özellikle Ters-V şeklindeki özel çapraz düzenlerinde kat kirişleri daha ekonomik enkesitler kullanılarak boyutlandırılabilir.

Çalışmanın amacı, yatay yük taşıyıcı sistemi burkulması önlenmiş çaprazlı çelik çerçevelerden oluşan çok katlı bir binanın, yürürlükteki yönetmeliklere (Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapımına Dair Esaslar Yönetmeliği 2016 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018) uygun olarak tasarımını ve bina taşıyıcı sisteminin davranışının zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi uygulanarak incelenmesini kapsamaktadır.

Model Bina :

Otel olarak hizmet vermesi amaçlanan model binanın, İstanbul'un Sarıyer ilçesine bağlı Maslak semtinde, zemin karakteristik özellikleri bilinen (Enlem: 41,064809 ve Boylam: 29,009828) bir arazi üzerinde bulunduğu kabul edilmiştir. Bu bölgedeki zemin koşullarının ZC yerel sınıfı ile uyumlu olduğu varsayılmıştır. Taşıyıcı sistemin elemanlarının çelik malzeme sınıfının S355, döşeme sistemi betonuna ait malzeme sınıfı ise C30 olacak şekilde öngörülmüştür. Model bina 23 katlı olup, toplam yüksekliği 69 m'dir. Katların yüksekliği 3.0 m olacak şekilde belirlenmiştir. Model binaya ait taşıyıcı sistem , X-ekseni doğrultusunda sırasıyla, 6.0m, 3.0m ve 6.0m, Y-ekseni doğrultusunda; 10.0m aks aralıklarına sahip açıklıklardan oluşmaktadır.



Şekil 1 : Üç Boyutlu Analitik Model.

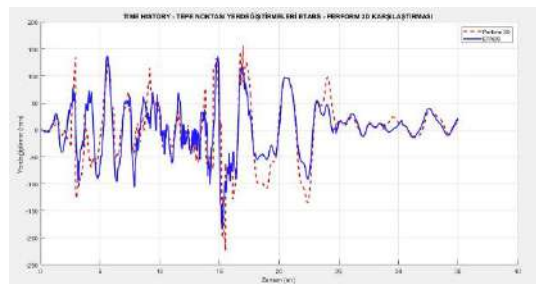
Taşıyıcı Sistem Tasarımı :

Taşıyıcı sisteme ait elemanlar, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) 2018 ile Çelik Yapıların Tasarım Hesap ve Yapımına Dair Esaslar (ÇYTHYE) Yönetmeliği 2016 esaslarına uygun olarak boyutlandırılmıştır. Taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlandırılmasında kullanılan analitik modelin hazırlanmasında ve analizlerinin gerçekleştirilmesinde ETABS bilgisayar yazılımından faydalanılmıştır. Bina taşıyıcı sistemini oluşturan elemanların ağırlıkları doğrudan yazılım tarafından hesaplanmaktadır. Binanın kullanım amacına uygun

olarak belirlenen döşemeye ait yükler; sabit ve hareketli yükler olmak üzere, normal kat döşemeleri için sırasıyla, $5,3\text{kN/m}^2$ ve $3,5\text{kN/m}^2$, çatı döşemesi için sırasıyla, $4,0\text{kN/m}^2$ ve $2,0\text{kN/m}^2$ olacak şekilde öngörülmüştür. Yatay elastik tasarım spektrumu parametreleri, 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan DD-2 deprem yer hareketi düzeyine ve ZC zemin sınıfı özelliğine göre belirlenmiştir. Bina taşıyıcı sistemi için sönüm oranı %5'tir. Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı, $S_s = 0.792$, 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı, $S_1 = 0.225$, en büyük yer ivmesi, $P_{GA} = 0.327g$ ve en büyük yer hızı, $P_{GV} = 20.46\text{ cm/s}$ olarak elde edilmiştir. Binanın otel olarak hizmet vermesi amaçlandığından, Bina Kullanım Sınıfı, BKS = 3, bina önem katsayısı, $I = 1.0$ olarak belirlenmiştir. Deprem tasarım sınıfında 1.0 olması nedeniyle, $BYS = 2$ olarak belirlenmektedir. TBDY 2018 Tablo 4.1'e göre, taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) ve dayanım fazlalığı katsayısı (D) olarak, deprem etkilerinin tamamının burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından karşılandığı binalar için tanımlanan $R = 8$ ve $D = 2.5$ katsayıları esas alınmıştır. Bina taşıyıcı sisteminin dinamik analizleri için Mod Birleştirme yöntemi kullanılmıştır. Bina taşıyıcı sisteminde, düşey deprem etkisi TBDY 2018 4.4.3.2 uyarınca, TBDY 2018 Denk.(4.10) kullanılarak dikkate alınmıştır. Kolonlar ve kirişlerin boyutlandırılmasında I-enkesitli profiller kullanılmıştır. Burkulması önlenmiş çaprazlarda, çelik çekirdekleri oluşturan elemanlar ise, dikkörtgen enkesitli çelik çubuklar olarak boyutlandırılmıştır.

Taşıyıcı Sistem Analitik Modeli:

Bina taşıyıcı sisteminin analitik modeli, bu modelin oluşturulmasında izlenen yöntemin ve esas alınan varsayımların doğrulanabilmesi için iki farklı yazılım (ETABS ve Perform 3D) kullanılarak hazırlanmıştır. Doğrulama çalışması için Kocaeli depremine ait yer hareketi ivme kaydı kullanılmıştır. Her iki yazılım ile elde edilen tepe yerdeğiştirilmesi - zaman grafiği Şekil 2'de gösterilmiştir. Geliştirilen analitik modellerde, kolon ve kirişlerin uçlarında, burkulması önlenmiş çelik çaprazların da orta noktalarında bu elemanların doğrusal olmayan davranışlarını temsil etmek amacıyla yığılı plastisite yaklaşımının uygulandığı plastik mafsallar tanımlanmıştır. Taşıyıcı sistem elemanlarında sırası ile kirişlerde aksel kuvvet ve eğilme momentinin ortak etkisi için (P-M₃), kolonlarda aksel kuvvet ve iki doğrultudaki eğilme momentlerinin ortak etkisi için (P-M₂- M₃) ve son olarak burkulması önlenmiş çaprazlarda sadece aksel kuvvet etkisi için (P) yığılı plastik mafsalları kullanılmıştır. Taşıyıcı sistemde bulunan düşey yükler, çerçeve ana kirişleri ve tali kirişler aracılığıyla alt katlara hem düzgün yayılı yükler hem de tekil yükler şeklinde aktarılmaktadır.



Şekil 2 : ETABS ve PERFORM 3D Programlarından Elde Edilen Tepe Noktası Yerdeğiştirmeleri-Kocaeli Depremi.

Eğriler incelendiğinde her iki yazılımdan da elde edilen sonuçların yeterli düzeyde yakın olduğu görülmektedir.

Deprem Yer Hareketi İvme Kayıtlarının Seçimi:

Yapıya ait uygun deprem yer hareketi ivme kayıtları için; fay mekanizması, yerel zemin koşulları, fay hattına olan mesafe ve tasarım depremine uyumlu deprem büyüklükleri dikkate alınarak Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER) [13] veritabanından yararlanılmıştır. İlgili parametreler dikkate alınarak seçilen 11 adet deprem yer hareketi takımı,

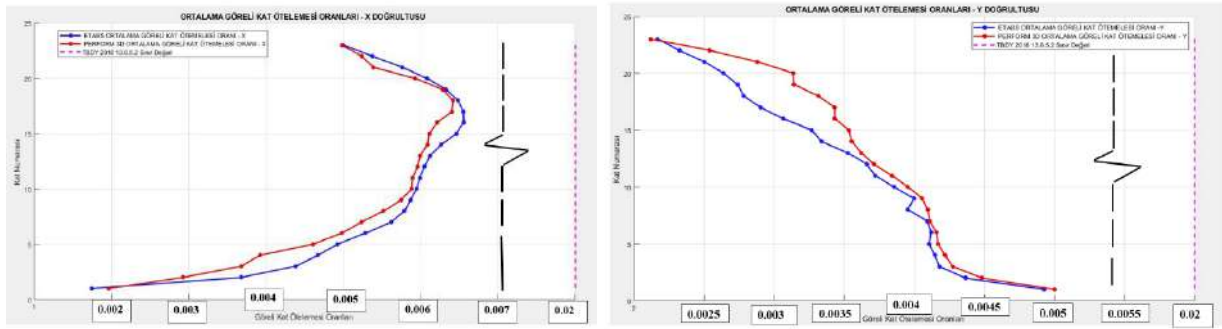
TBDY 2018'e uygun olarak DD2 deprem yer hareketi düzeyini sağlayacak şekilde ölçeklendirilmiştir.

Yapısal Analiz Yöntemi :

Düşey yükler, zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizlerde sabit kalacak şekilde tekil ve çizgisel yükler olarak tanımlanmıştır. Kirişlerin kolonlara, rijit bir şekilde bağlı olduğu varsayılmaktadır. Birleşim levhalarının sistem davranışına olan etkisi ihmal edilmiştir. Katların kütlesi, söz konusu kattaki kolonların üst uçlarına yerleştirilmiş ve X-Y eksenini boyunca serbestlikleri hesaba katılmış olan tekil kütleler olarak ele alınmıştır. Analizlerde düşey yükler; sabit yüklerin tamamı, hareketli yüklerin %30 katkısı dikkate alınarak ($G + 0,30Q$) uygulanmıştır. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizlerde Rayleigh sönüm oranı %2 olarak dikkate alınmıştır.

Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi :

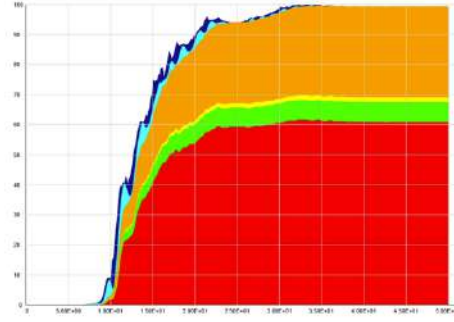
Bina taşıyıcı sisteminin deprem performansı, burkulması önlenmiş çelik çaprazların birim şekildeğiştirme (uzama ve kısalma) değerleri, sönümlenen enerji miktarları ve görelî kat ötelemesi oranları esas alınarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3 : 22 Adet Deprem Kaydı Sonucunda Elde Edilmiş Olan X ve Y Doğrultuları Görelî Kat Ötelemesi Oranları.

Ötelemesi Oranları.

X- ve Y-eksenleri doğrultularında elde edilen ortalama görelî kat ötelemesi oranları Şekil 3'te verilmiştir. Şekil 3 incelendiğinde, her iki doğrultuda da görelî kat öteleme oranlarının DD2 deprem düzeyi için 0,02 değerini aşmadığı görülmektedir. Şekil 4'te verilen sönümlenen enerji diyagramı incelendiğinde, deprem enerjisinin büyük bölümünün elastik olmayan



Kırmızı Renk: Elastik Olmayan Şekildeğiştirme Deformasyonu İle Sönümlenen Enerji
Yeşil Renk: Rijitlikte Orantılı Olarak Sönümlenen Enerji (Beta-K Viskoz Enerji)
Sarı Renk: Kütleyle Orantılı Olarak Sönümlenen Enerji (Alpha-K Viskoz Enerji)
Turuncu Renk: Modal Sönüm Enerjisi
Turkuaz Renk: Elastik Şekildeğiştirme Enerjisi
Lacivert Renk: Kinetik Enerji

şekildeğiştirme deformasyonları ile sönümlendiği anlaşılmaktadır. Tablo 1'e göre elastik olmayan şekildeğiştirmelerin burkulması önlenmiş çelik çaprazların uzama ve kısalma

deformasyonları olarak gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

Şekil 4 : Kocaeli Depremine Ait Enerji Sönümlenme Grafiği.

Tablo. 1 : ETABS ve PERFORM 3D Programlarından Elde Edilen X ve Y Doğrultusunda BRB Uzama, Kısalma Ve Sınır Değerleri

PROGRAM		Ortalama Değer (mm)	Akma Şekil Değiştirmesi (mm)	Sınırlı Hasar (mm)	Kontrollü Hasar (mm)	Göçmenin Önlenmesi (mm)
ETABS	Uzama	16.16	8.51	6.2	62	82.5
	Kısalma	16.84	7.4	6.2	62	82.5
PERFORM 3D	Uzama	16.98	8.51	6.2	62	82.5
	Kısalma	16.85	74	6.2	62	82.5

Sonuçlar :

Bu çalışmada yönetmeliklere uygun olarak tasarımı yapılan çok katlı yüksek bir çelik binanın taşıyıcı sisteminin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizleri gerçekleştirilmiş ve yapı sisteminin doğrusal olmayan davranışı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- Bina taşıyıcı sistemi TBDY 2018'de öngörülen Kontrollü Hasar performans hedefini sağlamıştır.
- Burkulması önlenmiş çelik çaprazların plastik şekildeğiştirme (birim uzama ve kısalma) değerlerinin TSCB 2018 Tablo 5C.4'te verilen koşulu sağladığı görülmüştür.
- Deprem enerjisinin büyük bölümünün (%70 ' e yakını) beklendiği gibi elastik olmayan şekildeğiştirme enerjisi olarak sönümlendiği gözlenmiştir.
- Görelî kat öteleme oranlarının DD-2 deprem düzeyi için %2 oranını aşmadığı gözlenmiştir.

Referans:

[1]ANSI/AISC 341-16 2016. Seismic Provisions for Steel Structural Buildings,American Institute of Steel Construction, Chicago.Baş, E. E., (2013, Haziran).

- [2]Burkulması Önlenmiş Çaprazlı Çelik Çerçevelerde Büyütme Katsayısının İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [3]Bai, J., Ou, J. (2016). Earthquake-resistant design of buckling-restrained braced RC moment frames using performance-based plastic design method. *Engineering Structures*,107 : 66-79.
- [4]Bruneau, M., Uang, C-M. and Whittaker, A. "Ductile Design of Steel Structures", Mc. Graw Hill, 1998
- [5]Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik Uygulama Kılavuzu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Nisan 2017, İstanbul.
- [6]Çelik Yapıların Tasarımı, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik (2018).T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- [7]Çetinkaya, S. (2013). Çelik çekirdekli bir burkulması önlenmiş çaprazın histeretik davranışı ve BÖÇ'lü bir çelik bina tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği, İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- [8]Fahnestock, L. A., Sause, R., & Ricles, J. M. (2006). Analytical and Large-Scale Experimental Studies of Earthquake-Resistant Buckling-Restrained Braced Frame Systems. Civil and Environmental Engineering, ATLSS Report No: 06-01, Lehigh University, Bethlehem, Pennsylvania, USA
- [9]ETABS v18, Integrated Analysis, Design and Drafting of Buildings Systems Program, Computers and Structures Inc., Berkeley, California.
- [10] Fajhan, Y.M., "Türkiye Deprem Yönetmeliği (DBYBHY,2007) Tasarım İvme Spektrumuna Uygun Gerçek Deprem Kayıtlarının Seçilmesi ve Ölçeklenmesi ", IMO Teknik Dergi, Yazı: 292, 4423-4444, 2008.
- [11] Karagöz, R. (2019). Burkulması önlenmiş çapraz sistemli çerçevelerin doğrusal olmayan davranışlarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği, İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- [12] Karataş, Ç. A. ve Çelik C. O., (2009). Burkulması Önlenmiş Çaprazlı (BÖÇ) Çelik Çerçeve Sistemlerin İncelenmesi. 3. Çelik Yapılar Sempozyumu, İMO Gaziantep Şubesi, Gaziantep/Türkiye.
- [13] PEER. (2006). Pasific Earthquake Engineering Research Center, PEER Strong Motion Database. <https://ngawest2.berkeley.edu> (Erişim Tarihi: 08.10.2020) adresinden alınmıştır.
- [14] Sabelli, R. & Aiken, I. (2003). Development of Building Code Provision for Buckling-Restrained Braced Frames. Behavior of Steel Structures in Seismic Areas, STESSA. Naples, Italy.
- [15] Surendran N., Varma, A. (2017). Buckling Restrained Braces (BRB). *International Research Journal of Engineering and Technology* : 2320-2324.
- [16] TBDY, (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.
- [17] TS EN 1991-1-4 2007, Yapılar Üzerindeki Etkiler-Bölüm 1-3: Genel Etkiler-Rüzgar Yükleri (Eurocode 1), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [18] Vatansever, C., & Şimşek, Y. E. (2021). Design and nonlinear time history analysis of a multi-story building with concrete filled composite columns and steel beams. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 27(3), 264–273. <https://doi.org/10.5505/pajes.2020.91043>
- [19] Wigle, V. R., & Fahnestock, L. A. (2009). Buckling-restrained Braced Frame Connection Performance. *Journal of Constructional Steel Research* 66, (s. 65-74). doi:10.1016/j.jcsr.2009.07.014.

Evrin Oyguc¹, Resat Oyguc²

¹Institute of Disaster Management, Istanbul Technical University, PhD Candidate, Orcid: 0000-0003-0658-1646, eoyguc@itu.edu.tr,

²Institute of Disaster Management, Istanbul Technical University, Associate Professor, Orcid: 0000-0002-9874-3763, oyguc@itu.edu.tr,

OBSERVED FAILURES OF MASONRY DWELLINGS

Abstract:

This paper presents an investigation on the seismic performance of masonry dwellings after the 2011 Van earthquakes. On the basis of the conducted on-site examinations, the seismic behavior of masonry dwellings was found to be depended on many parameters, such as the structural geometry, mechanical characteristics, loading conditions, layout of joints, construction material, construction methodology, quality of on-site workmanship. Rural regions particularly suffered extensive damage from these earthquakes, and the reasons for the observed damage are complex. On the basis of the field investigation, the construction quality and control issues were fundamental factors that affected the performance of masonry dwellings.

Keywords: Masonry, earthquake, seismic behavior

1. Introduction:

Among the construction materials, masonry can be considered as the oldest of all. In particular, unreinforced masonry buildings are widely distributed in eastern rural Turkey, where income levels are significantly lower than in the western half. On October 23, 2011 and November 9, 2011 two earthquakes of magnitude (M_w) 7.2 and 5.6, respectively hit the province of Van in eastern Turkey. The recorded PGA values of the first excitation were reported to be 178.5 and 169.5 cm/s² in the north–south (NS) and east–west (EW) directions, respectively. The PGA values for the second excitation were found to be 65.70 and 102.6 cm/s² in the NS and EW directions, respectively[1]. Reader is referred to [2],[3] and [4] for more information related with the characteristics of the earthquakes. The excitations mostly affected the cities of Van and Ercis. The neighboring provinces of Bitlis, Batman, Ağrı, Diyarbakır, and Hatay also were reported to be affected by the earthquakes. A territorial rapid damage assessment technique was applied by AFAD site teams to the Van and Ercis city centers, their suburbs, and nearby rural areas.

In order to overcome inadequate design and better protect against earthquakes, reconnaissance studies are important. Over the last decade, field reconnaissance has resulted in advances on the structural behavior in the event of an earthquake. Many field surveys were conducted after the 2011 Van earthquakes, however few of them focused on the response of masonry dwellings.

The present paper discusses the observed in situ damage to masonry households. It is believed that the findings of this paper will shed light especially to Mediterranean countries because the building stock is believed to be generally the same. Further, this study on the seismic behavior of masonry dwellings after the 2011 Van earthquakes is expected to guide how to enhance these types of structures in the future excitations.

2. Observed Damage to Masonry Dwellings

In the literature, damage to masonry buildings are generally related on either out-of-plane or in-plane behaviors. Out-of-plane behavior is caused by seismic actions perpendicular to the wall, whereas the in-plane behavior is caused by forces acting in-plane with the wall. Out-of-

plane forces on masonry walls usually cause walls to fall away from a building. On the other hand, inclined X cracks are due to shear forces acting in-plane[5]. In this section, the observed damage to masonry buildings in our field observations will be discussed in detail.

2.1 Poor-quality masonry material and poor workmanship

During our field studies, it was observed that the walls of most masonry buildings were constructed with irregularly placed adobe bricks. Mud mortar, lime, and cement were generally preferred as plaster materials. Recent earthquakes have proved the fact that the most vulnerable structural systems to damage and failure are adobe structures. Furthermore, natural stone was highly preferred as a construction material in the earthquake affected region. Although it is an obligatory requirement to have a 5 MPa minimum compressive strength for natural and artificial masonry units in Turkish Earthquake Code (TEC) [6], during our studies we concluded that the observed compressive strength was below this threshold limit.

Especially in rural areas, masonry structures were constructed using randomly placed and irregularly shaped stones. The poor performance of these buildings was due to insufficient ties for the stones. Furthermore, poor workmanship increased the observed failures. Lack of mortar in the vertical joints of walls was commonly observed. In Figure 1, poorly behaved adobe structures and examples to the related out-of-plane damage are illustrated.



Figure 1. Out-of-plane behavior due to use of poor-quality masonry material

2.2 Usage of Hollow Clay Tile units

During our reconnaissance studies, we concluded that most of the masonry structures had load-bearing walls that were mixtures of natural stone and hollow clay tiles (HCT). As it was the case in the past earthquakes, seismic behavior of HCT units was once found to be very poor after 2011 Van earthquakes. In Figure 2, masonry walls composed of HCT units and damaged after the considered excitations are illustrated.



Figure 2. Damage due to use of HCT

2.3 Heavy earthen roofs

As explained in detail in a recent study of Oyguc and Oyguc [4], it was observed that the roofs of the damaged buildings were generally made from a thick layer of dried mud spread on wooden logs. These earthen roofs are indeed constructed to provide thermal insulation. Fascine then formed the second layer, and rested on the wood. The third layer is where a minimum of

50-cm-thick earth was used to insulate the roofs. The total weight of a roof can sometimes reach 10 kN/m², which is indeed three times heavier than a reinforced-concrete (RC) slab that has a 12-cm thickness. Due to harsh weather conditions, sometimes these wooden logs sag. With the aim of repairing it, locals prefer to place a new earthen cover on the top of an existing roof which actually increases the weight. Although it is forbidden to use heavy earthen roofs in TEC [6], our survey studies revealed the fact that these type of roofs were widely used in the earthquake induced region. In Figure 3, heavy earthen roof damage is illustrated.



Figure 3. Observed damage due to use of heavy earthen roofs

2.4 Lack of hatil systems

To increase the seismic behavior of masonry buildings, use of both horizontal and vertical reinforcing beams, known as hatil in Turkish, is mandatory in TEC [6]. On the contrary, many of the investigated masonry dwellings were found to be constructed without hatils. The observed damage related with this issue is presented in Figure 4.



Figure 4. Damage due to lack of hatil systems

2.5 Poor connections between walls and roofs and Failures of corners

After the conducted reconnaissance studies, it was concluded that failure of adequate connections between the walls and roofs increased the observed damage. In the majority of the buildings, timber roofs were rested directly on the load-bearing walls. The absence of ring beams at the roof level distorted the structures from experiencing boxlike behavior and caused the masonry walls to fail in their out-of-plane directions.

Damage at the corners of walls was frequently observed during our examination. Previous studies made it clear that the lack of proper wall-to-wall and wall-to-floor connections increases the vulnerability of the corners against excitations. Instability of corner sections arises because the corners are unrestrained. In Figure 5, observed damage related to this issue is shown.



Figure 5. Observed corner damage

2.6 Failure of orthogonal walls and collapse of external plaster

Another reason is related with the separation of orthogonal walls. Separation of orthogonal walls is mainly observed when the tensile strength of masonry is exceeded. The generated shear stress is the main cause of this type of failure.

In our examinations, collapse of the external veneers of stone masonry walls were frequently observed. The use of weak mortar evokes this type of behavior. This type of failure is generally observed in undressed stone masonry walls when the different leaves are not connected through the walls. In Figure 6, this type of observed damage is presented.



Figure 6. Observed damage due to separation of walls and the plaster effect

2.12 In-plane mechanism

In-plane mechanisms arise due to excessive bending or shear. Tomazevic [7] grouped in-plane failure mechanisms into three types: sliding shear, diagonal shear, and flexural failures. Flexural failures can be subdivided into two further categories: rocking and toe crushing. In addition, this type of mechanism depends both on the height/width ratio and on the quality of masonry material. For unreinforced masonry (URM) walls, shear in-plane failure is more common, which can be expressed by double-diagonal (X) shear cracking. Figure 7 illustrates building walls cracked in diagonal shear.



Figure 7. Observed in-plane damage

3. Conclusion

In this study seismic performance of masonry dwellings after the October 23 and November 9, 2011 Van earthquakes are discussed in detail. Results of the conducted reconnaissance studies were presented. As a result of the on-site examinations, it can be stated that the seismic behavior of masonry dwellings mainly depends on parameters as structural geometry, mechanical characteristics, loading conditions, layout of joints, construction material, construction methodology, quality of on-site workmanship, and high random variability in material properties themselves as well as boundary conditions.

It is believed that this research conducted on the seismic performance of masonry households in the 2011 Van earthquakes will help to improve their behavior in future excitations. The observed excessive damage was related to the fact that most of the buildings were not designed according to design regulations.

7. Acknowledgments

The authors would like to express their deepest appreciation to the rectorate of Istanbul Technical University and to the academics who have contributed and participated in the reconnaissance studies.

8. References

- [1] AFAD (Republic of Turkey Prime Ministry Disaster and Emergency Management Authority) (2011). Report on Van earthquake eastern Turkey (M_r 6.7, M_w 7.0). Emergency Management Presidency, Ankara, Turkey.
- [2] Oyguc R (2016). Seismic performance of RC school buildings after 2011 Van earthquakes. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 14(3): 821–847.
- [3] Oyguc R, Guley E (2016). Performance assessment of aseismically designed RC school buildings after October 23, 2011 Van earthquake. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000938.
- [4] Oyguc R, Oyguc E (2017). The 2011 Van Earthquakes: Lessons from Damaged Masonry Structures. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 31(5): 04017062-1-20.
- [5] Decanini L, Sortis AD, Goretti A, Langenbach R, Mollaioli F, Rasulo A (2004). Performance of masonry buildings during the 2002 Molise, Italy, earthquake. *Earthquake Spectra*, 20(S1): 191-220.
- [6] TEC (Turkish Earthquake Code) (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (Regulations for structures in seismic areas). *TEC 2007*, Ministry of Public Works and Settlement, Ankara, Turkey (in Turkish).
- [7] Tomazevic M (2000). Shaking table tests of small-scale models of masonry buildings: advantages and disadvantages. *Massivbau 2000: Forschung, Entwicklungen, Anwendungen*.

PATLAMADAN DOLAYI YAPI İÇERİSİNDEKİ YARALANMALAR

Ömer Faruk Zırh¹, Amin Bagherzadeh Azar², Ali Sarı³

^{1,3}İnşaat Mühendisliği Bölümü / İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye

²Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetimi Enstitüsü / İstanbul Teknik Üniversitesi,
Türkiye

ORCID Code : ¹0009-0006-0194-1031 / ²0000-0003-3962-7129 / ³0000-0002-6888-1276

¹zirh19@itu.edu.tr / ²azar19@itu.edu.tr / ³asari@itu.edu.tr

SUMMARY

In today's world, explosions are commonly encountered, both in terrorist bombings, in industry, and in daily life. The blast waves generated by the explosion cause structures and the human body to be exposed to critical impact loads. Serious injuries to different parts of the human body such as the brain, lung, heart, auditory system, eyes, abdominal region and musculoskeletal system due to the impact load can lead to fatal consequences. In this study, after mentioning explosion, types of explosives and types of blast injuries briefly, the effects of explosion on the human head are specifically mentioned. In this regard, the results obtained from the blast analysis performed on the human head model modeled in the Abaqus finite element program are presented.

Keywords : Explosion, Blast Analysis, Blast Injuries, Skull-Brain Injuries, Finite Element Analysis

Anahtar kelimeler : Patlama, Patlama Analizi, Patlama Yaralanmaları, Kafatası-Beyin Yaralanmaları, Sonlu Elemanlar Analizi

1. GİRİŞ





1.1. Patlama ve patlayıcı türleri

Sıvı veya katı bir maddenin anlık olarak ses, ısı, ışık ve basınç şeklinde enerji üreterek gaz fazına geçmesi sonucu patlamalar, patlamaların sonucunda ise patlama yaralanmaları meydana gelmektedir. Bu yaralanmalar genel olarak yüksek dereceli veya düşük dereceli patlayıcıların infilak etmesiyle oluşur. Yüksek dereceli patlayıcılar için C-4, Semtex, dinamit, amonyum nitrat, trinitrotoluen örnekleri, düşük dereceli patlayıcı türleri için ise barut, molotofkokteyli, boru bombaları örnekleri verilebilir. Yüksek dereceli patlayıcılar saniyede 8000 metre hızla hareket edebilen ve atmosferik basıncın 30000 katına kadar basınçla sonuçlanan süpersonik patlamalar yaratır [1]. Düşük dereceli patlayıcılar ise isminden de anlaşılacağı üzere yüksek dereceleri patlayıcılara kıyasla daha az yıkıcı güce sahip olup, ikincil etkenlerle (çiviler, metal parçalar vs.) birleştiğinde şiddetli patlamalara sebep olabilir.

1.2. Patlama Yaralanması Türleri ve Mekanizmaları

Çizelge 1’de görüleceği üzere, patlama yaralanmaları birincil, ikincil, üçüncül, dördüncül ve beşincil olarak sınıflandırılabilir [1].

Çizelge 1. Patlama yaralanması mekanizmaları [1].

	Birincil	İkincil	Üçüncül	Dördüncül	Beşincil
Mekanizma					
Tanım	<u>Yüksek dereceli patlayıcılar :</u> -Aşırı basınç dalgasının vücut yüzeyleri üzerindeki etkisi	<u>Yüksek ve düşük dereceli patlayıcılar :</u> -Uçan cisimler, bomba parçaları ve diğer mermiler nedeniyle	<u>Yüksek dereceli patlama :</u> -Patlama rüzgarları veya yapısal çökme nedeniyle savrulan bireyler nedeniyle	<u>Birincil, ikincil veya üçüncül mekanizmalara bağlı olmayan patlamayla ilgili her türlü yaralanma, hastalık veya rahatsızlık :</u> -Önceden var olan hastalıkların alevlenmesini içerir	Yaralanma kompleksi ve travmanın şiddeti ile ilgili olmayan hiperinflamatuar davranış
Yüksek Oranlı Yaralanmalar	-Akciğer patlaması -Kulak zarı yırtılması -Karınsal kanama -Göz küresi yırtılması	-Yumuşak doku yaralanması -Yara kontaminasyonu	-Uçan insan yaralanması -Kemik kırığı -Kapalı ve açık beyin yaralanması	-Yanma -Ezilme yaralanması -Solunum rahatsızlığı	-Uzun süreli şok ve düşük tansiyon

Patlama sonucu oluşan patlama dalgası yaygın olarak akciğerler, kulak zarı ve bağırsak gibi gaz içeren organlara etki eden birincil patlama yaralanmalarına sebep olur [2]. Birincil patlama yaralanmaları tipik olarak üç farklı mekanizmadan kaynaklanır: parçalanma , iç patlama ve kesme yaralanmaları. Parçalanma, basınçlı patlama dalgası yoğun bir ortamdan daha az yoğun bir ortama (bağırsak duvarından gaz dolu bağırsağa geçiş) geçtiğinde meydana gelir. İç patlama, normal şartlarda sıkılaştırılmayan dokuların (katı-sert organlar) sıkılaştırılmasından kaynaklanır. Kesme yaralanma mekanizması ise, dokuların yer değiştirmesine neden olan hızlanma ve yavaşlamalardan kaynaklanarak yırtılma yaralanmalarına sebep olur.

İkincil yaralanma, bomba cihazından gelen şarapnel veya çevreden gelen ikincil parçalardan oluşabilir [3,4]. Bu yaralanma patlama rüzgarının neden olduğu enkazın doğrudan etkisinin sonucudur ve ‘uçan cisim’ yaralanmaları olarak da düşünülebilir. Bu tarz yaralanmalardaki hasar vücutta koruyucu ekipman (zırh gibi) kullanımı ile sınırlandırılabilir.

Üçüncül yaralanmalar, patlama rüzgarının tüm vücuda yayılması (uçan insanların yaralanması) veya yapısal bir çökmenin sonucudur [3,4,5].

Dördüncül yaralanmalar; yanıklar, inhalasyon yaralanmaları, radyasyon, ezilme yaralanmaları, psikolojik etkiler, bakteriyel kontaminasyon ve birincil ile üçüncül yaralanmalar arasında sınıflandırılmayan acil yaralanmaları içeren diğer patlama etkileridir [3,4,5].

Son olarak, nispeten yeni tanımlanan bir tür olan beşinci derece patlama yaralanmaları, patlama ile ilişkili kimyasallara bağlı olabilen ve hiperpireksi, terleme, pozitif sıvı dengesi şeklinde kendini gösteren ve birkaç saatten 5 güne kadar süren gecikmiş bir hiper-inflamatuar yanıtıdır [6,7]. Bazı tanımlar, radyasyon ve bakteriyel maruziyeti de dördüncül yaralanmalar yerine bu sınıfa dahil etmektedir [8].

1.3. Patlamanın İnsan Vücuduna Etkileri

Patlamalar doğası gereği çok sayıda bileşenin zarar görmesine neden olur. Patlayıcının türüne, patlama dalgasının yönüne, şarapnelin varlığına ve dördüncül yaralanmaların etkisine bağlı olarak farklı sonuçlar meydana gelebilir [3]. Büyük patlamaların kritik yaralanmalarla

birlikte politravmaya yol açtığı göz önünde bulundurulduğunda, patlama yaralanmalı hastaların değerlendirilmesi sistematik olmalıdır. Bu bağlamda, sıradaki başlıklarda patlamadan dolayı insan kafasında oluşacak hasarlar ve kafanın tepkisi ile ilgili bilgiler verilecektir.

1.3.1. Beyin

Travmatik beyin hasarı (TBH) veya kafa travması olarak bilinen yaralanma türü birincil patlama dalgasından kaynaklanan kinetik enerjinin beyin üzerindeki etkisinin sonucudur [8]. Genellikle patlama dalgasına ek olarak künt bir kuvvet de yaralanmayı karmaşık hale getirebilir.

Patlama, ikincil yaralanmaların delici etkisi veya üçüncül yaralanmaların neden olduğu kapalı kafa yaralanmaları ile beyni daha da fazla etkileyebilir. Patlama durumunda penetran kafa yaralanmasına ait spesifik ölüm oranı bilinmemektedir. Fakat, bir çatışmada ateşli silah yaralanması sonucu penetran kafa yaralanması olan hastaların %62'sinin ilk 48 saat içinde öldüğü belirtilmiştir [9].

TBH'ler tipik olarak birincil ve ikincil yaralanma fazları olarak sınıflandırılır. Birincil faz, kuvvetin intrakraniyal içeriğe aktarımından kaynaklanan doğrudan hasardır [10]. Patlama yaralanmalarında bu hasarın, patlama dalgasının beyin dokusu üzerindeki kesme, germe ve/veya açılma kuvvetlerinden mi yoksa patlama dalgasının enfarktüse yol açan gaz embolilerine neden olmasından mı kaynaklandığı belirsizdir [11]. Bu durum, serebral kontüzyon, serebral ödem, difüz aksonal hasar ve ekstra-eksenel hematomların kombinasyonunu içerebilir [12]. İkincil yaralanma fazı ise, ilk temas anında başlayan ve saatler veya günler boyunca devam eden bir dizi moleküler mekanizmayı içerir [10,12]. Çok faktörlü bir faz olup, ilk yaralanmaya yanıt olarak ortaya çıkan gecikmiş fizyolojik olayları içerir.

Bir patlama yaralanmasında beyin hasarının hafif, orta veya yüksek şiddetli beyin hasarı olduğuna karar vermek için Glasgow Koma Skalası (GKS) ile değerlendirme yapılabilir [12]. Çizelge 2'de Glasgow Koma Skalası ölçütleri ve puanlama sistemine ait bilgiler görülebilir. Ölçütler sonucunda elde edilecek puanın 13-15 olması durumunda hafif şiddetli beyin hasarı, 9-12 olması durumunda orta şiddetli beyin hasarı, 3-8 puan olması durumunda ise yüksek şiddetli beyin hasarı olarak nitelendirilebilir.

Çizelge 2. Glaskow Koma Skalası ölçütleri ve puanlama sistemi [13].

GLASKOW KOMA SKALASI (GKS)		
ORGAN	YANIT	PUAN
GÖZLER	Spontan açık	4 Puan
	Sözel uyarana açar	3 Puan
	Ağrılı uyarana açar	2 Puan
	Cevapsız	1 Puan
SÖZEL CEVAP	Oryante	5 Puan
	Karışık konuşma ama cevap verebilir	4 Puan
	Anlamsız kelimeler ve yanıtlar	3 Puan
	Anlaşılmaz sesler	2 Puan
	Cevapsız	1 Puan
MOTOR CEVAP	Emirlere uyar	6 Puan
	Ağrıyı lokalize eder	5 Puan
	Ağrıya fleksör cevap	4 Puan
	Anormal fleksör cevap	3 Puan
	Ağrıya ekstansör cevap	2 Puan
	Cevapsız	1 Puan

Baş ağrısı, nöbet, baş dönmesi, hafıza kaybı, halsizlik, uyuşma ve konsantrasyon güçlüğü TBH'nin ek belirtileri ve semptomları arasında yer almaktadır [12].

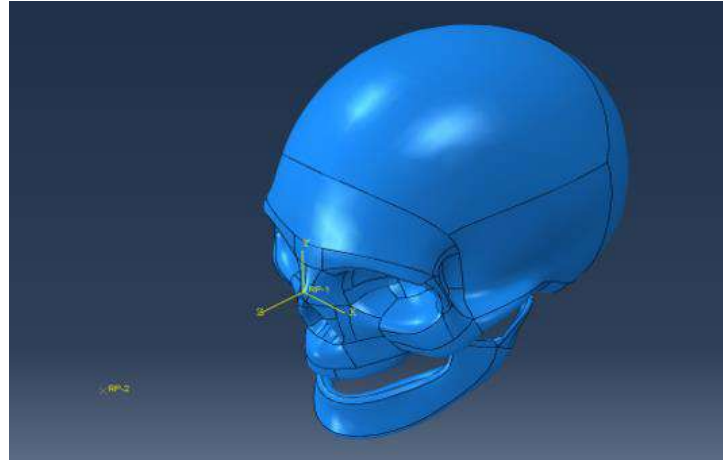
Birincil patlama dalgasıyla temas, beyin sarsıntısından intrakraniyal kanamaya ve şiddetli TBH'ye (GKS<9) kadar bir beyin hasarına neden olabilir. Patlamalardan kaynaklanan hafif TBH, travma sonrası stres bozukluğu ile ilişkilendirilmiştir, ancak kesin mekanizma tam olarak anlaşılammıştır [8].

Kan dolaşımının düzeni ve doku sıvılarının niteliğine bağlı olan hemodinamiğin optimizasyonu ve serebral perfüzyonun (kanın beyin içerisine akışı) sağlanmasından sonra, TBH'nin derecesini belirlemek için nörolojik muayene (kraniyel sinirler, duyuşal) ve mental durumun değerlendirilmesi gereklidir. Endişe verici semptomlar kaydedilmesi durumunda, başın bilgisayarlı tomografisi (BT) gibi ek görüntüleme gereklidir. BT görüntülemesi TBH belirtilerini (serebral kanama, ödem, kafatası kırığı) tespit edebilirken, patlama yaralanması sonrası TBH geçirenlerin yarısına kadarının ilk BT'sinde önemli bir bulgu yoktur [14].

Patlamadan kaynaklı TBH olan hastalar ile normal durumda TBH olan hastaların tedavisi arasında önemli bir fark yoktur. Hafif TBH'li hastalar (GKS=13~15 puan) için gözlem, anormal BT bulguları veya nöbetleri olanlar için ise hastaneye yatış önerilmektedir. Hipoksi, hiperkarbi, hipotansiyon, hipotermi ve hipoglisemiden kaçınılmalıdır. Cerrahi endikasyonu olmayan orta ve şiddetli TBH'lerde ise birincil amaç, travma sonrası hipotansiyon ve hipoksiden kaynaklanan ikincil hasarın boyutunu sınırlamaktır. Bunu yapabilmek için de hastayı övolemik tutmak gerekir [10].

2. İNSAN KAFASININ SONLU ELEMANLAR PROGRAMINDA MODELLENMESİ

Sonlu elemanlar programında modellenen insan kafa modelinin üç boyutlu görünümü Şekil 1'de verilmiştir. Kafa modellemesinde kullanılan ana malzeme özellikleri ise Çizelge 3'de verilmiştir [15]. Çizelgede; T_m malzeme erime sıcaklığı, T_0 başlangıç sıcaklığı, m sıcaklık hassasiyeti, n birim şekil değiştirme sertleşme katsayısı, C ise sabittir. İnsan kafasından 100 mm uzaklıkta konumlandırılan 5 gram Trinitrotoluen (TNT) patlayıcı ile analiz gerçekleştirilmiştir.



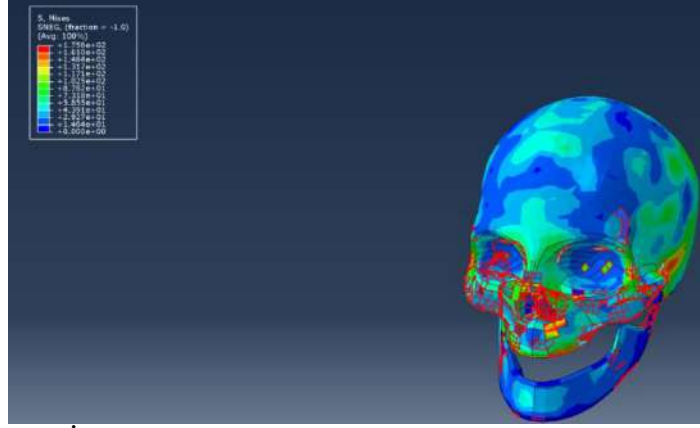
Şekil 1. İnsan kafa modelinin sonlu elemanlar programında 3D görünümü.

Çizelge 3. İzotropik malzeme özellikleri [15].

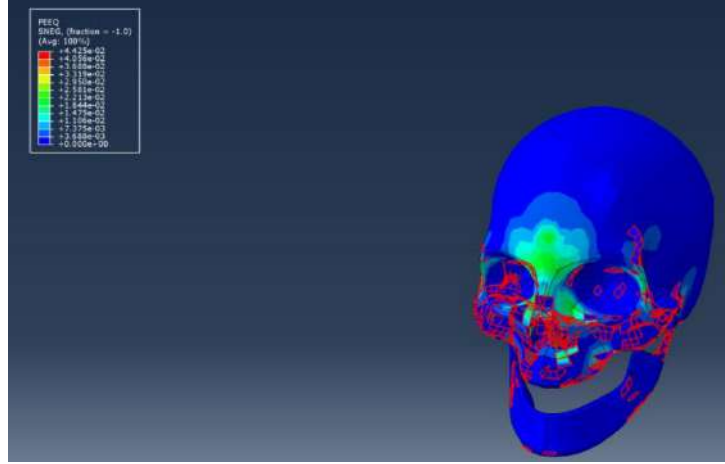
İzotropik Malzeme Özellikleri			
Elastik ve Sıcaklık Parametreleri		Plastik Malzeme Parametreleri	
Elastisite Modülü (GPa)	20	n	0,08
Poisson Oranı	0,36	m	0
Yoğunluk (kg/m ³)	2100	C	0,03
Termal İletkenlik (W / mK)	0,56	T_m (K)	1573
Öz Isı (J / kgK)	1260	T_0 (K)	293

3. ANALİZ SONUÇLARI

Sonlu elemanlar programında yapılan analiz sonucunda insan kafasına etkiyen patlama yükünün bir sonucu olarak, kafa üzerindeki farklı noktalar için gerilme ve plastik birim şekil değiştirme dağılımları elde edilmiştir (Şekil 2 ve 3). Gerilme dağılımına bakılarak, patlama dalgasının etkisiyle kafa üzerindeki fazla basınca maruz kalan noktalar görülebilirken, plastik birim şekil değiştirme dağılımından ise farklı noktalardaki inelastik deformasyonlar görülebilir.

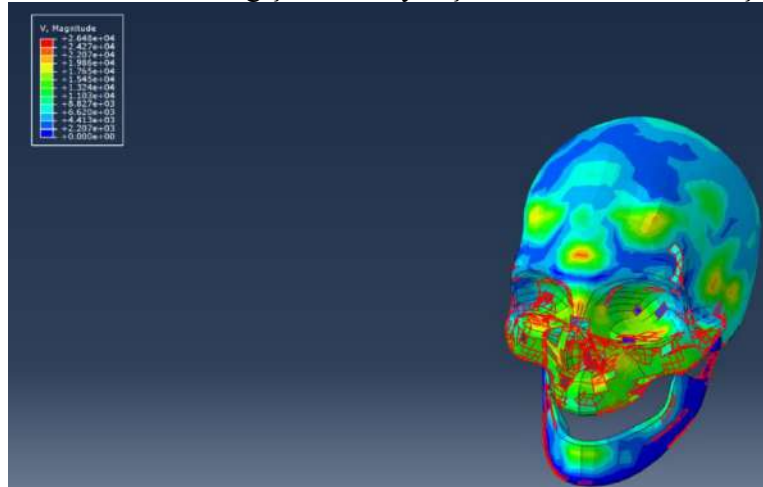


Şekil 2. İnsan kafa modeli üzerindeki gerilme (MPa) dağılımı.

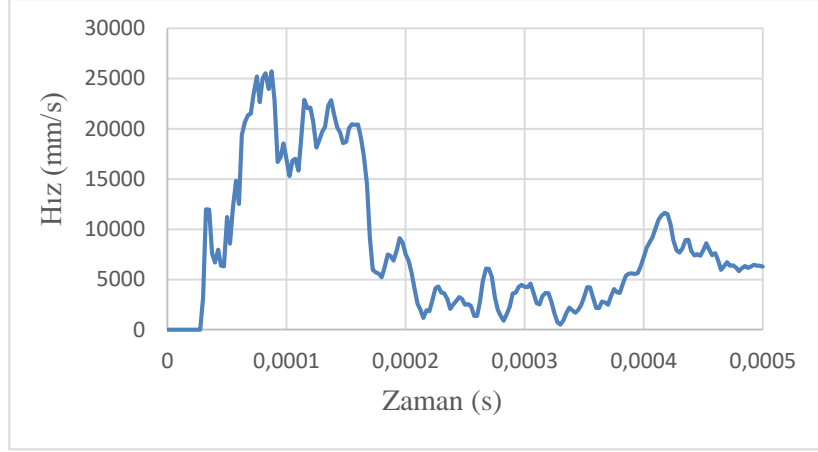


Şekil 3. İnsan kafa modeli üzerindeki plastik birim şekil değiştirme dağılımı.

Aynı zamanda, patlama dalgası hızının kafa modeli üzerinde, farklı noktalardaki dağılımı ve patlama dalgası hızının zamanla değişimi sırasıyla Şekil 4 ve 5’de verilmiştir.

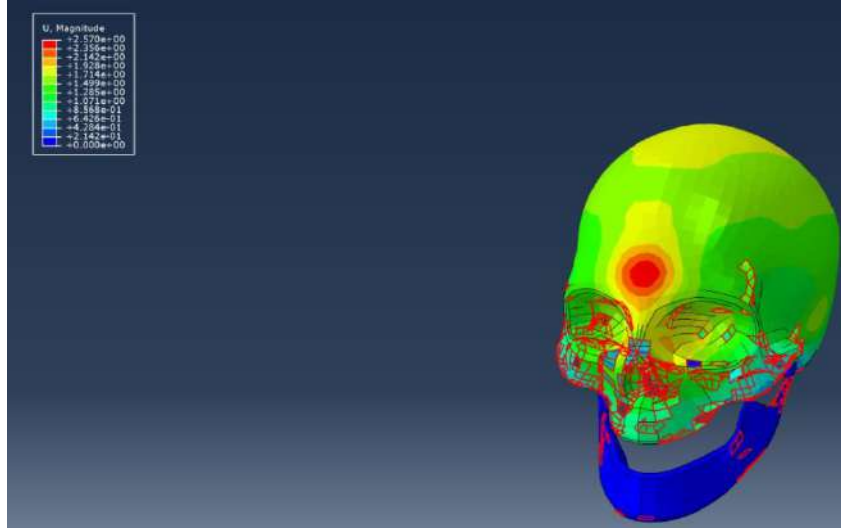


Şekil 4. Patlama dalgası hızının (mm/s) kafa modeli üzerindeki dağılımı.

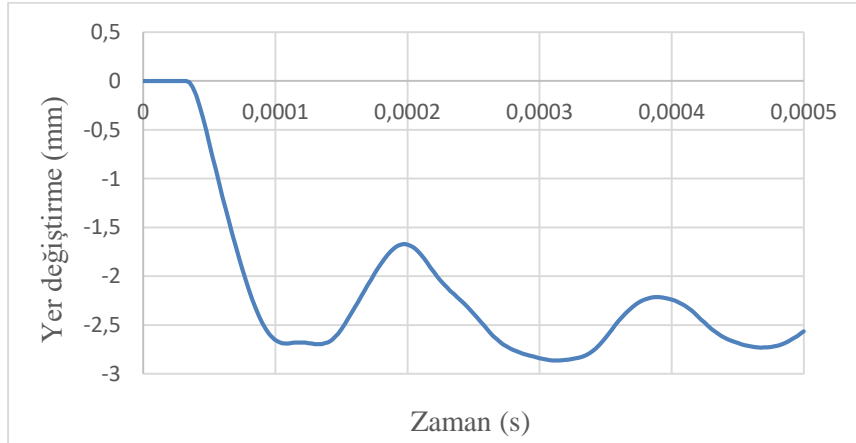


Şekil 5. Patlama dalgası hızının zamanla değişimi.

Son olarak, patlamanın etkisiyle insan kafasının farklı noktaları için elde edilen deplasmanların kafa modeli üzerindeki dağılımı ve kafadaki yer değiştirme miktarının zamanla değişimi sırasıyla Şekil 6 ve 7’de verilmiştir.



Şekil 6. İnsan kafa modeli üzerindeki yer değiştirme dağılımı (mm).



Şekil 7. Kafa modeli üzerinde farklı zaman dilimlerindeki yer değiştirme miktarları (mm).

4. SONUÇLAR

5 gr TNT patlayıcısı insan kafasından 100 mm uzaklıkta konumlandırılarak sonlu elemanlar programında patlama analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde;

- Kafa üzerindeki maksimum yer değiştirme miktarının yaklaşık olarak 2,75 mm mertebesinde olduğu gözlenmiştir (Şekil 7). Kafa üzerindeki en büyük yer değiştirmelerin alın orta noktasında, burun uç bölgesinde ve diğer uç kısımlarda olduğu görülmektedir (Şekil 6).

- Patlama dalgasının kafaya çarpma hızı için maksimum değer yaklaşık 26400 mm/s'dir.

Son olarak, kafa modeli üzerindeki plastik birim şekil değiştirme dağılımına bakıldığında (Şekil 3), patlama noktasına daha yakın olan ve gerilmelerinde en büyük olduğu burun uç bölgesinde, önemli derecede kalıcı deformasyonlar görülmektedir. Benzer şekilde, göz içi ve kulak uç kısımlarına doğru gidildikçe de plastik deformasyonların yüksek olduğu gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

[1] Bukowski, J., Nowadly, C. D., Schauer, S. G., Koyfman, A., & Long, B. (2023). High risk and low prevalence diseases: Blast injuries. *The American Journal of Emergency Medicine*.

[2] Stein, M., & Hirshberg, A. (1999). Medical consequences of terrorism: the conventional weapon threat. *Surgical Clinics of North America*, 79(6), 1537-1552.

[3] Housden, S. (2012). Blast injury: a case study. *International emergency nursing*, 20(3), 173-178.

[4] Golan, R., Soffer, D., Givon, A., Peleg, K., & Israel Trauma Group. (2014). The ins and outs of terrorist bus explosions: injury profiles of on-board explosions versus explosions occurring adjacent to a bus. *Injury*, 45(1), 39-43.

[5] Peters, P. (2011). Primary blast injury: an intact tympanic membrane does not indicate the lack of a pulmonary blast injury. *Military medicine*, 176(1), 110-114.

[6] Finlay, S. E., Earby, M., Baker, D. J., & Murray, V. S. (2012). Explosions and human health: the long-term effects of blast injury. *Prehospital and disaster medicine*, 27(4), 385-391.

[7] Kluger, Y., Nimrod, A., Biderman, P., Mayo, A., & Sorkin, P. (2007). The quinary pattern of blast injury. *American journal of disaster medicine*, 2(1), 21-25.

[8] Smith, J. E., & Garner, J. (2019). Pathophysiology of primary blast injury. *BMJ Military Health*, 165(1), 57-62.

[9] Zafonte, R. D., Wood, D. L., Harrison-Felix, C. L., Valena, N. V., & Black, K. (2001). Penetrating head injury: a prospective study of outcomes. *Neurological Research*, 23(2-3), 219-226.

[10] Yamamoto, S., DeWitt, D. S., & Prough, D. S. (2018). Impact & blast traumatic brain injury: implications for therapy. *Molecules*, 23(2), 245.

[11] Taber, K. H., Warden, D. L., & Hurley, R. A. (2006). Blast-related traumatic brain injury: what is known?. *The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences*, 18(2), 141-145.

[12] Greve, M. W., & Zink, B. J. (2009). Pathophysiology of traumatic brain injury. *Mount Sinai Journal of Medicine: A Journal of Translational and Personalized Medicine: A Journal of Translational and Personalized Medicine*, 76(2), 97-104.

[13] URL-1: <https://urgentmatters.smhs.gwu.edu/>

[14] Lee, B., & Newberg, A. (2005). Neuroimaging in traumatic brain injury. *NeuroRx*, 2(2), 372-383.

[15] Santiuste, C., Rodríguez-Millán, M., Giner, E., & Miguélez, H. (2014). The influence of anisotropy in numerical modeling of orthogonal cutting of cortical bone. *Composite Structures*, 116, 423-431.

[16] Rodríguez-Millán, M., Tan, L. B., Tse, K. M., Lee, H. P., & Miguélez, M. H. (2017). Effect of full helmet systems on human head responses under blast loading. *Materials & Design*, 117, 58-71.

Onur KUL
ENKA İnşaat ve Sanayi
A.Ş.
Yapısal Tasarım Mühendisi
0009-0008-6811-8589
kulo15@itu.edu.tr

Cüneyt VATANSEVER
İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç.Dr.
0000-0002-9954-925X
cuneyt.vatansever@itu.edu.tr

Cavidan YORGUN
İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof.Dr.
0000-0001-7197-2489
yorgun@itu.edu.tr

PLASTİK MAFSAL BÖLGESİNDEKİ KİRİŞ EKİNİN KİRİŞ-KOLON BİRLEŞİM DAVRANIŞINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Abstract

The aim of this study is to investigate how a beam splice (beam-to-beam connection) influences the beam-to-column connection when located within the plastic hinge zone. The finite element models of beam-to-beam connections which include types of both bolted and welded connection with the beam-to-column connection were developed using ABAQUS software. The behavior of the connection was examined by performing nonlinear analysis of the finite element model under cyclic loads history given in the AISC 341-16. A slip-critical connection was made with the pre-tension force specified in AISC 341-16. According to the analysis results, plastic deformations around the bolt holes in the protected zone reached large values. Moreover, while a degradation in flexural of the beam-to-beam connection having cover plates on the beam flanges due to local buckling of beam flanges, no any loss of strength was observed in the other connection.

Keywords: Beam-to-beam connection, plastic zone, abaqus, plastic deformation, finite element analysis.

Anahtar sözcükler: Kiriş-kiriş birleşimi, plastik mafsalsal bölgesi, abaqus, sonlu eleman analizi, plastik şekil değiştirme.

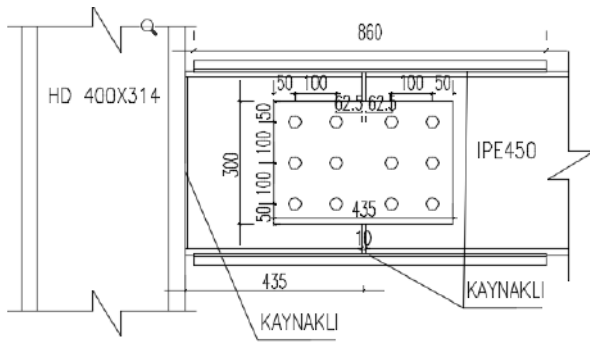
Giriş

Moment aktaran çelik çerçevelerde kiriş-kolon birleşimini oluşturmanın bir yolu kolona kaynaklı konsol kiriş-kiriş birleşimidir. Bu birleşimlerde konsol kiriş başlığı kolona kaynaklanırken gövdesi bulonlu veya kaynaklı bağlanabilmektedir. Kolona kaynaklı konsol kiriş-kiriş birleşimi saha kaynağını en aza indirirken kötü hava koşullarına karşı montajı kolaylaştırmaktadır.

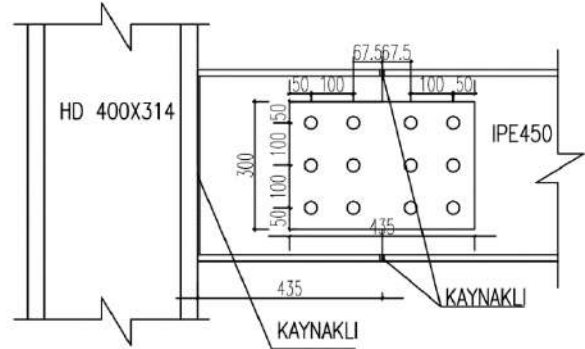
Bu çalışma kapsamında, kolon başlığına kaynaklı olarak birleşen bir konsol kiriş elemanı ile bu elemana bağlanan diğer kiriş parçasının iki farklı şekilde tasarlanan birleşimlerinin (kiriş-kiriş birleşimi) tekrarlı yükler altında doğrusal olmayan davranışları araştırılmıştır.

Birleşim Modellerinin Tasarımı

Bu çalışmada iki farklı kiriş-kiriş birleşimi; başlık ve gövde levhaları içeren(Şekil 1) ve sadece gövde levhası kullanılan(Şekil 2) birleşimler olarak tasarlanmıştır. Başlık ve gövde levhaları kiriş-kiriş birleşiminde gövde levhaları kiriş gövdesine bulonlu, başlık levhaları ise kiriş başlıklarına kaynaklı olarak bağlanmaktadır. Sadece gövde levhaları kiriş-kiriş birleşiminde gövde bağlantısı bulonlu olarak teşkil edilirken, kiriş başlıkları tam penetrasyonlu küt kaynak uygulanarak birleştirilmiştir. Her iki birleşimin de kiriş-kolon birleşim bölgesi içinde tanımlanan kapasitesi korunmuş bölge içinde bulunduğu varsayılmıştır.



Şekil 1: Başlık levhaları kaynaklı, bulonlu gövde levhalı birleşim



Şekil 2: Kiriş başlıkları küt kaynaklı, bulonlu gövde levhalı birleşim

Kolon yüksekliği ve kiriş boyu 3,0m olarak esas alınmıştır. Kiriş ve kolon enkesitleri ile birleşimi oluşturan her bir elemanın malzeme sınıfı Tablo 1'de listelenmiştir. İki modelde de konsol kiriş-kiriş gövde birleşiminde 425x300x10 boyutlarına sahip levhalar ve M20-10.9 bulonlar kullanılmıştır. Şekil 1'deki birleşimde alt ve üst başlıklarda kullanılan levhaların boyutları ise 860x190x25 olarak belirlenmiştir.

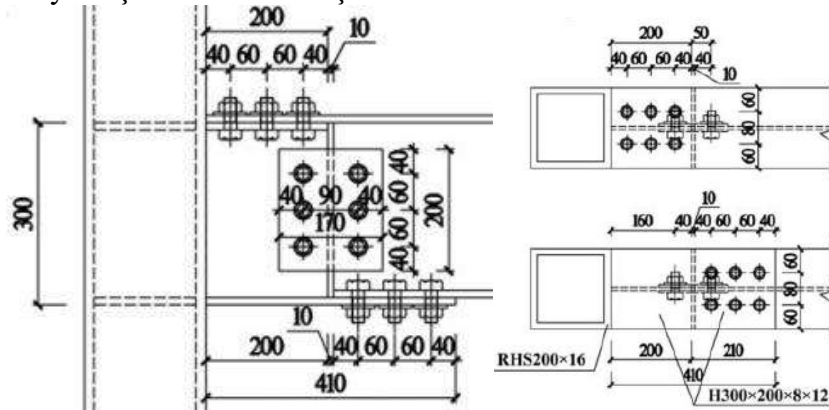
Yanal burulmalı burkulmanın önlenmesi amacıyla kirişlerin başlıkları belirli noktalardan yanal olarak desteklenmiştir. Kiriş-kolon birleşimleri kuvvetli kolon - zayıf kiriş koşulu göz önüne alınarak tasarlanmıştır. Kiriş ve kolon olarak kullanılan profillerin enkesitleri, AISC 341-16'ya uygun olarak, yüksek süneklik için tanımlanan koşulları sağlamaktadır.

Tablo 1: Malzeme özellikleri

Eleman	Yapısal Çelik Sınıfı	Akma Dayanımı (F_y) [MPa]	Çekme Dayanımı (F_u) [MPa]	Elastisite Modülü (E) [MPa]
HD400X314	S235	235	360	200000
IPE450	S235	235	360	200000
LEVHA	S275	275	410	200000
BULON	10.9	900	1000	200000

Sonlu Eleman Modelinin Doğrulanması

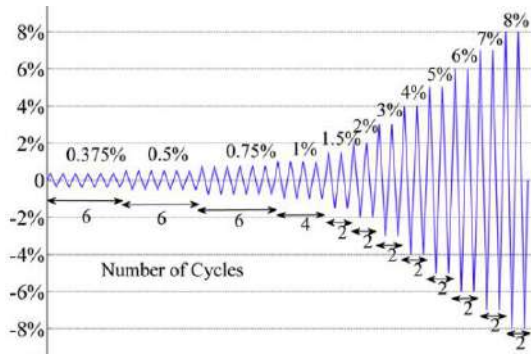
Çalışmanın amacına uygun olarak geliştirilecek sonlu eleman modelleri için ilk olarak modelleme aşamasından izlenecek yöntemin doğrulanması sağlanmıştır. Bunun için Zhang ve diğ. (2017) tarafından yapılan çalışma esas alınmıştır. Doğrulama çalışması için esas alınan birleşim tipi ve detayları Şekil 3'te verilmiştir.



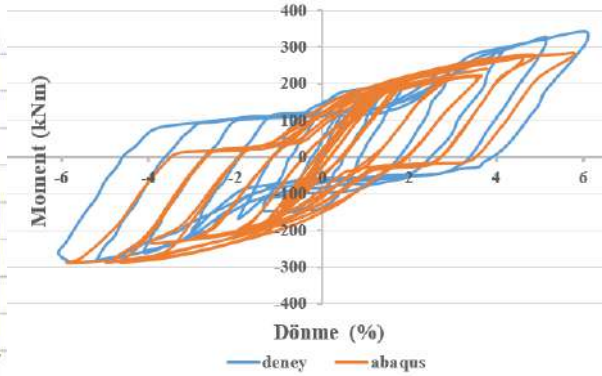
Şekil 3: Esas alınan kiriş-kolon birleşimi ve detayları.

Birleşimlerin tekrarlı yükler altındaki göçme şekilleri ve moment-dönme eğrileri incelendiğinde sonlu eleman modelinin birleşim davranışını yeterli yaklaşıklıkta temsil ettiği

ve modelleme yönteminin diğer birleşimler içinde uygulanabileceği gözlemlenmiştir. Deney ve sonlu eleman analiz sonuçlarının karşılaştırılması Şekil 5'te gösterilmiştir.

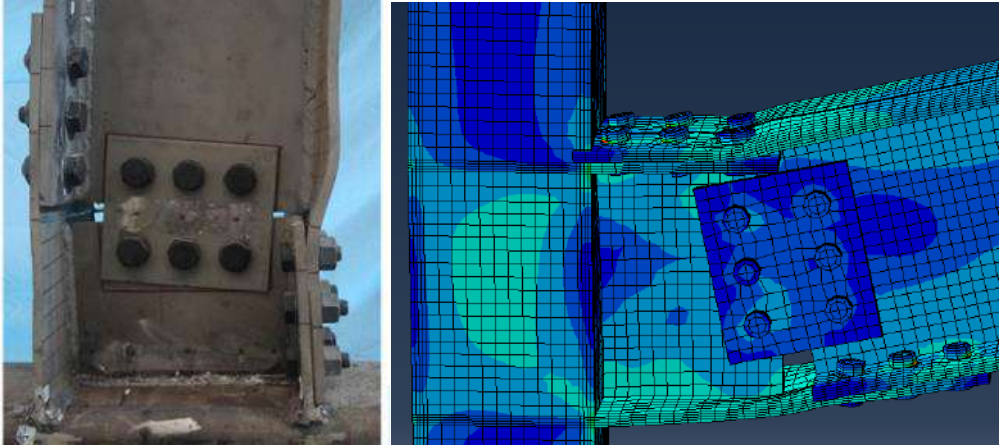


Şekil 4: Yükleme protokolü.



Şekil 5: Moment-dönme eğrileri.

Deney ve sonlu elemanlar analizi sonucunda her iki birleşimde %6 görece kat öteleme açısına ulaşıldığında oluşan plastik deformasyonlar Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6: %6 görece kat ötelemesi açısındaki plastik deformasyonlar.

Sonlu Eleman Modelleri

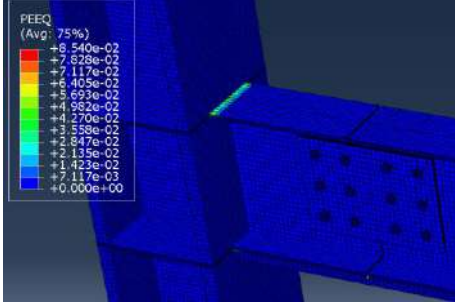
Bu çalışmada birleşimlerin gövde bağlantılarındaki bulonların sıkma işleminin tam öncekme uygulanarak gerçekleştirildiği varsayılmıştır. Birleşimi oluşturan tüm elemanlar, üç boyutlu katı eleman olan C3D8R kullanılarak modellenmiştir. Çelik malzemenin gerilme-şekil değiştirme eğrisinin oluşturulmasında Kumar ve diğ. (2015) tarafından yapılan çalışma esas alınmıştır.

Birleşimi oluşturan elemanların yüzeyleri arasındaki etkileşim, yüzey-yüzey (surface-to-surface) etkileşimi esas alınarak tanımlanmıştır. Yüzey-yüzey etkileşimi, normal ve teğetsel etkileşim olarak iki şekilde dikkate alınmıştır. Normal etkileşim davranışı, yüzeylerin birbirinden ayrılmasını ve birbirine içine girişim yapmamasını sağlamak üzere tanımlanırken, teğetsel etkileşim davranışı sürtünme etkisinin dikkate alınmasını sağlamaktadır. Bu etkileşim için sürtünme katsayısı 0,3 olarak tanımlanmıştır.

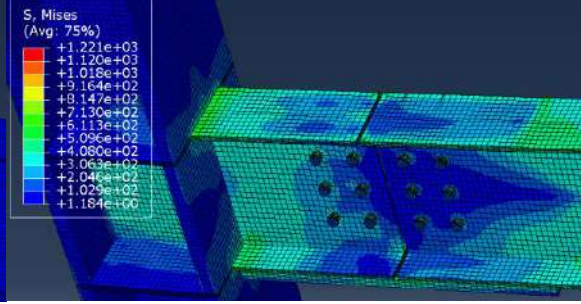
Birleşimlerde uygulanan kaynaklar sonlu eleman modellerinde açık olarak dikkate alınmamıştır. Bunun yerine, kaynak uygulanan bölgeler, birleşen yüzey ve kenarlar boyunca birbirlerine tam bağlı olacak şekilde (tie-constraint) modellenmiştir. Kiriş ve kolon uçlarının mesnet koşulları referans noktaları oluşturularak tanımlanmıştır.

Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Başlık levhaları kaynaklı, bulonlu gövde levhaları kiriş-kiriş birleşiminde plastik şekil değiştirmeler (PEEQ olarak tanımlanan eşdeğer birim plastik şekil değiştirmeler olarak) kiriş başlığının kolona bağlandığı enkesitte %1 rad dönme (Şekil 7) değerine ulaştığında başlamıştır. %3 rad dönme değerinden itibaren plastik şekil değiştirmelerin kiriş gövdesine doğru ilerlediği (Şekil 8) gözlemlenmiştir.



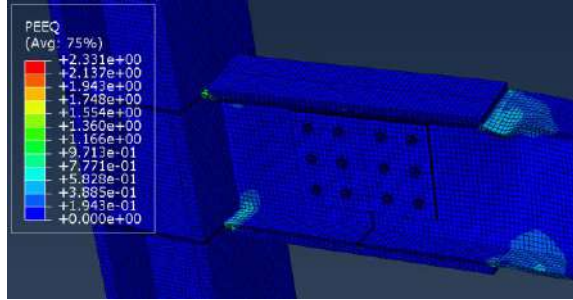
Şekil 7: %1 görel kat öteleme açısındaki PEEQ dağılımı



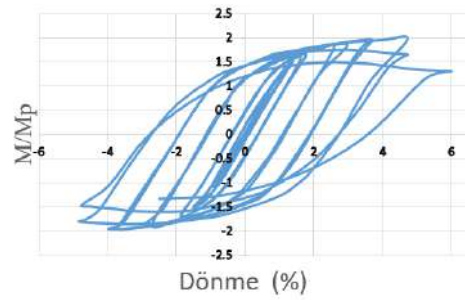
Şekil 8: %4 görel kat öteleme açısındaki Von Mises gerilme dağılımı

%6 rad dönme değerine gelindiğinde (Şekil 9) plastik şekil değiştirmelerin büyük değerler aldığı ve kiriş başlıklarında yerel burkulmaların meydana geldiği görülmüştür.

Şekil 10'da verilen M/M_p - dönme histeretik eğrisi incelendiğinde, 0.04 rad dönme değerine karşı gelen M/M_p oranının 0.80'den büyük olduğu görülmektedir. Dayanım kaybı %5 dönme değeri aşıldığında gözlenmiştir.



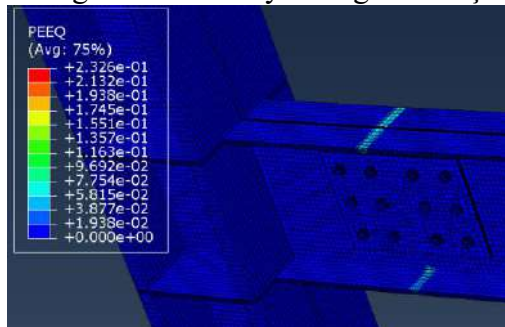
Şekil 9: %6 görel kat öteleme açısındaki PEEQ dağılımı



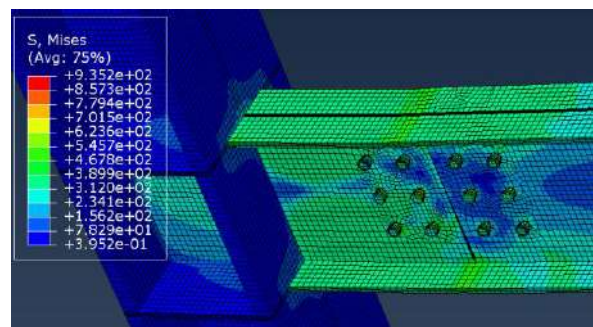
Şekil 10: Moment-dönme eğrisi

Kiriş başlıkları küt kaynaklı, bulonlu gövde levhaları kiriş-kiriş birleşiminde plastik şekil değiştirmeler (Şekil 11), %1 rad dönme değerine ulaştığında, küt kaynak enkesitindeki kiriş başlıklarında başlamıştır.

Dönme değeri %3'ü aştığında, gerilme yayılımı kiriş başlıkları ile gövdesi boyunca kolon yüzüne doğru ilerlemiştir (Şekil 12). Bu aşamada bulon delikleri çevresinde de ezilme şeklinde meydana gelen deformasyonlar gözlenmiştir.



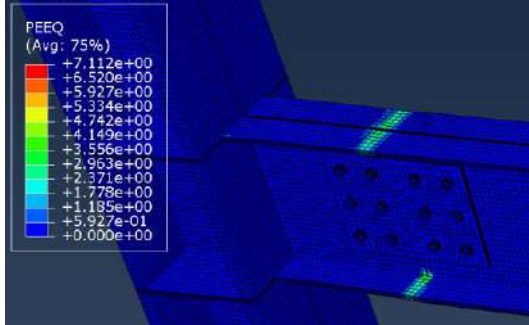
Şekil 11: %1 görel kat öteleme açısındaki PEEQ dağılımı



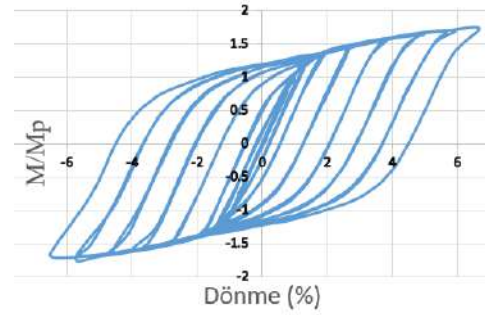
Şekil 12: %4 görel kat öteleme açısındaki Von Mises gerilme dağılımı

%6 rad dönme değerine ulaşıldığında, plastik şekildeğiştirmelerin küt kaynak enkesiti çevresinde yığıldığı(Şekil 13) ve birleşimin diğer bölgelerine yayılmadığı görülmüştür.

Şekil 14'te verilen M/M_p - dönme histeretik eğrisi incelendiğinde, kiriş başlıklarının küt kaynak bölgesinin artan plastik şekildeğiştirmeleri nedeniyle gövde bağlantısında bir miktar kayma deformasyonu olduğu görülmüştür. Ancak buna rağmen, %4 rad dönme değerinde herhangi bir dayanım kaybı gözlenmemiştir.



Şekil 13: %6 göreli kat öteleme açısındaki PEEQ dağılımı



Şekil 14: Moment-dönme eğrisi

Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada kiriş-kolon birleşim bölgesinde kapasitesi korunmuş bölge içinde bulunan iki tip kiriş-kiriş birleşiminin tekrarlı yükler altında doğrusal olmayan davranışı araştırılmıştır.

Bu çalışma kapsamında elde edilen ve deneysel çalışmalarla da desteklenmesi gereken sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- Birleşimlerin AISC 341-16'da belirtilen, 0.04 rad dönme açısına ulaşıldığında dayanım kaybının %20'den daha büyük olmaması koşulunu sağladığı gözlenmiştir.
- Kiriş başlıkları küt kaynaklı, bulonlu gövde levhalı kiriş-kiriş birleşiminde gövde levhasının bağlantısında bulonların tam öçekme uygulanarak herhangi bir rölatif kayma oluşmayacak şekilde sıkılması gerekmektedir. Aksi durumda, plastik şekildeğiştirmelerin, sadece kiriş başlıklarında yığılacağı anlaşılmaktadır.
- Başlık levhaları kaynaklı, bulonlu gövde levhalı kiriş-kiriş birleşiminde kolon başlık yüzeyi enkesitinde kiriş başlıklarında meydana gelen plastik şekildeğiştirmelerin, kiriş başlıklarındaki yerel burkulma durumu ile birlikte oluşması, birleşimin davranışı belirsizleştireceği için kirişin kolona birleştiği enkesitte plastik şekildeğiştirmelerin önlenmesi gerekmektedir.

Referanslar

ABAQUS (2019). Finite Element Analysis and Computer-Aided Engineering, Dassault Systèmes Simulia Corp., Providence, RI, USA

AISC (2016). ANSI/AISC 341-16, Seismic provisions for structural steel buildings, American Institute of Steel Construction Inc., Chicago, IL

Zhang, A., Zhi-peng, G., Xue-chun, L., Seismic performance of Z-type cantilever beam splices of column-tree connection, Journal of Constructional Steel Research 133, 97-111

Kumar, P.C., A., Sahoo, D. R., Kumar, N. (2015). Limiting values of slenderness ratio for circular braces of concentrically braced frames. Journal of Constructional Steel Research, 115, 223-235

Zeynep TUNA DEGER

Istanbul Technical University, Associate Professor,
zeynep.tuna@itu.edu.tr

The Effect of Basement Wall Layout on Tall Building Design Based on the 2018 Turkish Building Earthquake Code

SUMMARY

Tall buildings typically consist of towers and podium levels surrounded by basement walls. According to TBEC 2018, basement wall layout plays a significant role in determining the building height, and thus the building height class and the choice of the relevant design method. In this study, this topic is investigated focusing on a 26-story building located in Istanbul. The earthquake-resistant designs of the building are designed based on TBEC 2018 for different basement wall layouts and results are compared. This study is expected to help structural engineers by systematically discussing the balance between architectural and structural design decisions.

Keywords: performance-based design, tall building design, basement wall layout

1. INTRODUCTION

The design of high-rise buildings used to be traditionally carried out with a force-based design method and linear analysis procedure. However, since the early 2000s, non-linear analyses and performance-based design practices for high-rise buildings have become more widespread. The performance-based design approach has enabled engineers to create more cost-effective structural systems and offers advantages such as the ability to quantitatively determine the building's performance at specific earthquake levels. Various guidelines and documents have been prepared for the performance-based design of high-rise buildings. These guidelines include AB-083 published in San Francisco, USA [1], various versions published by the Los Angeles Tall Buildings Design Council (LATBSDC, 2020 [2]) since 2005, and design guides published by the Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER-TBI, 2017 [3]). In Turkey, the performance-based design approach was first introduced in the Istanbul High-Rise Building Earthquake Regulation Draft (İYBDY, 2008 [4]) and became mandatory with the implementation of the 2018 Turkish Building Earthquake Code (TBEC, 2018 [5]).

The performance-based design of high-rise buildings has been studied by various researchers, focusing on core-walled buildings [6,7,8] and frame-wall buildings [9,10,11]. Yang et al. [12] and Değer and Wallace [13] have compared performance-based design with conventional force-based design for different structural systems, primarily based on the American regulations mentioned earlier. Studies examining the Turkish regulations include research that evaluates high-rise building design according to İYBHY 2007 [14,15,16] and a study that compares the design of a high-rise building according to TBEC 2018 and DBYBHY 2007 [17].

Literature review has shown that there is a lack of studies that examine the effect of basement wall layout on design procedures according to the TBEC 2018. In this study, a 26-story reinforced concrete

building located in Istanbul, Turkey is utilized to address this issue. To observe the effects of basement walls in seismic design, basement wall configuration is altered and two different basement wall configurations are studied: one with basement walls existing only at two sides of the building and one with basement walls at the full perimeter, which correspond to (A) performance-based design and (B) force-based design procedures, respectively. General

properties of the building as well as design and modeling details are provided in this paper. More detailed information about design procedure can be obtained elsewhere [18].

2. DESCRIPTION OF THE TALL BUILDING AND DESIGN METHODOLOGIES

In Turkey, performance-based design has been introduced in Seismic Design Code for Tall Buildings in Istanbul (IBYBHY, 2008), and has been implemented in Turkish Earthquake Building Code (TBEC 2018) recently ref (2018). TBEC 2018 requires tall buildings to be designed using performance-based approach and defines so-called “Building Height Class (BYS)” to identify whether the building should be considered as “tall building”. Building Height Class depends on Seismic Design Class (i.e., seismicity of the building location and occupation type of the building) as well as the building height associated with seismic design (HN) which is measured from from finished grade of the slabs above

the basement walls to the highest point on the building unless both of the following conditions are satisfied:

- the building is surrounded by rigid basement walls from at least three sides,
- the difference in the fundamental periods of (i) the entire building (T_{total}) and (ii) the building with basement floor masses excluded (T_{tower}) is smaller than 1.1 (i.e., $T_{total} \leq T_{tower}$) in both -x and -y directions.

If these conditions are not satisfied, the building is considered to have no basement floors and HN is measured from foundation to the highest point on the building.

The building investigated in this study is a reinforced concrete high-rise building with 26 stories including 17 tower and nine basement floors. The lateral load resisting system of the building consists of reinforced concrete shear walls and moment resisting frames in one axis. Fig. 1 shows the 3D view of the building, whereas Fig. 2 shows the plan view of the building at the basement levels.



Fig. 1 Three-dimensional view of the building for a) architectural model, b) analysis model

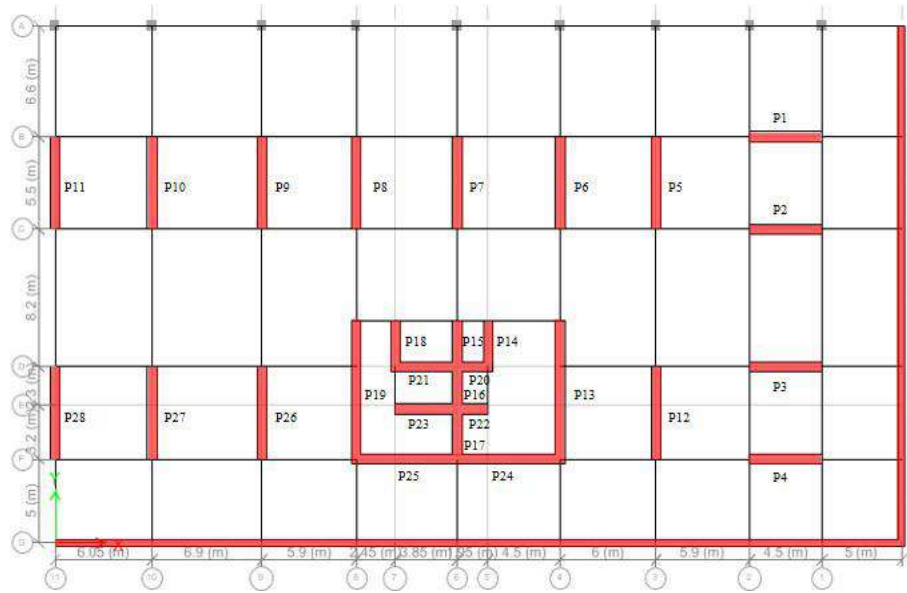


Fig. 2 Plan view for the basement floors

The design of the building is completed based on design procedures specified by the TBEC 2018, which requires the design method to be selected based on the building’s location (i.e., seismicity), occupation type, and height. Mapped spectral response acceleration parameters (S_S and S_1) are selected based on the location of the building using seismic hazard maps developed by AFAD, whereas the building occupancy class is classified as “BKS” = 3 for the residential/office building; which together identify the seismic design category as “DTS” = 1. As summarized in Section 1, the configuration of basement walls plays a decisive role in the selection of design methods. To investigate this, basement walls are discontinued in North and East facades (i.e. surrounds the building from two sides) to accommodate architectural necessities such as exterior store windows and passage to the parking lot of the adjacent building. This yielded the building height associated with seismic design be $H_N = 82.2$ m (270 ft) which corresponds to the Building Height Class of “BYS” = 1.

2.1. Design A: Displacement-Based Design

As the building is classified as tall building, the design of the building utilized the performance-based design guidelines prescribed by the Chapter 13 of TBEC 2018. The design process consists of three stages. First, the building is designed for design-level earthquake (so-called DD2 in TBEC 2018) using an elastic response spectrum with a 475-year return period. At this stage, the structural members are supposed to satisfy life safety acceptance criteria.

In the second design stage, the components are checked to satisfy immediate occupancy criteria in service-level events (so-called DD4 in TBEC 2018) based on an elastic response spectrum with 43 years. At the first and second stages of the design, linear elastic analytical modeling and analyses are completed in ETABS V17 [19].

At the third design stage, the structural members are checked to satisfy collapse prevention acceptance criteria at maximum considered earthquake level (so-called DD1 in TBEC 2018). To achieve this, nonlinear model of the building is built in Perform3D V6.0 [20] and nonlinear response history analyses are conducted using eleven pairs of target spectrum-matched ground motions with a mean return period of 2475 years.

2.2.Design B: Force-Based Design

As mentioned earlier, design methodology in TBEC 2018 depends on seismic design category (DTS) as well as building height class (BYS) which is determined based on the building height associated with seismic design (H_N) which is defined depending on whether basement walls surround the building perimeter.

Configuration of the basement walls is changed to surround the building from three sides by adding three shear walls at Axis 11 (Fig. 2) at the basement levels, which required H_N to be measured from finished grade of the slabs above the basement walls, hence, $H_N = 58.3$ m with a corresponding building height class $BYS = 2$. Therefore, the building is required to be designed based on the force-based design approach prescribed by Chapter 4 of TBEC 2018.

The response modification factor is taken as $R = 2.5$ and $R = 5.6$ for basement and tower floors, respectively. The design process consists of only one step which involves linear elastic analysis procedure using an elastic response spectrum with 475-year return period (DD2). The structural members are supposed to satisfy life safety acceptance criteria. Design checks such as interstory drifts, irregularities, P- Δ effects are completed in the same approach in Stage I of Design A.

3. COMPARISON OF DESIGNS

Fundamental periods of two designs are compared in Table 1 which reveals that the periods reduce by around 15% with the addition of the shear walls, whereas the base shear is reduced by 5%.

Table 1: Comparison of modal analysis results and base shears

	Periods (s)			Base Shear (kN)	
	Mode 1	Mode 2	Mode 3	V_x	V_y
Design A	2.54	1.99	1.27	23605	23517
Design B	2.14	1.65	1.19	22672	22361

Member sizes are noted to be smaller in vertical elements (i.e., shear walls and columns) in Design B compared to Design A. Unlike Design A, shear wall reinforcement in the basement levels of Design B is noted to be significantly different than that of the tower levels, as the building base is regarded as the top of the basement levels in Design B, which requires the tower and the basement floors of the building to be designed using different design parameters. Although tower designs are similar, as response modification factors are substantially different in basement levels of the two designs, longitudinal boundary reinforcement ends up being considerably different.

Beam cross-section sizes are smaller in Design A. The primary reason for this is identified as the requirements of TBEC 2018 for buildings with basements. Deeper beam depths are selected in Design B to maintain the fundamental periods of the entire building (T_{total}) and the tower alone (T_{tower}) close to each other (10% difference is allowed as noted in Section 1).

4. CONCLUSIONS

In this study, “tall building” definition in Turkish Building Earthquake Code 2018 is assessed and investigated through different basement wall layouts which corresponds to different design requirements. To achieve this, a 26-story RC shear wall building is designed based on (A) performance-based and (B) force-based seismic design approaches. Summary and conclusions of this research are summarized below:

- The configuration of basement walls, i.e., whether they surround the building perimeter, plays a decisive role in the selection of the design method based on TBEC 2018.

- Design A requires a three-stage procedure which adopts (i) preliminary analysis using linear dynamic analysis, i.e. modal spectrum, under design-level earthquake level (i.e., 475 year return period) based on a linear elastic model; (ii) performance check under service-level earthquake level (i.e., 43 year return period) using linear dynamic analysis to satisfy immediate occupancy performance, and (iii) performance check under maximum considered earthquake level (i.e., 2475 year return period) using nonlinear response history analyses based on a nonlinear analytical model to satisfy collapse prevention performance. Design B requires a traditional, one-step, force-based design procedure based on a linear elastic model.

- The fundamental period of the displacement-based designed building is 15% higher than that of the force-based designed building, whereas the base shear is reduced by 5%, primarily due to the additional basement walls in the force-based designed building that are added to ensure that basement walls surround the building from three sides.

- Member sizes are noted to be smaller in columns and shear walls in the building with basement walls, which was designed based on the force-based design approach. Unlike the performance-based designed building (with basement walls not surrounding the building), shear wall reinforcement in the basement levels of force-based designed building is noted to be significantly different than that of the tower levels, as the building base is regarded as the top of the basement levels in this building, which requires the tower and the basement floors of the building to be designed using different design parameters. Although tower designs are similar, longitudinal boundary reinforcement ends up being considerably different as response modification factors are substantially different in basement levels of the two designs.

REFERENCES

1. AB-083 (2007) Recommended Administrative Bulletin on the Seismic Design and Review of Tall Buildings Using Non-Prescriptive Procedures. SEAONC Tall Buildings Task Group, San Francisco, CA.
2. LATBSDC (2020) An Alternative Procedure for Seismic Analyses and Design of Tall Buildings Located in the Los Angeles Region: A Consensus Document, Los Angeles Tall Buildings Structural Design Council, Los Angeles, CA.
3. PEER-TBI (2017) Guidelines for performance-based seismic design of tall buildings. Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER), Berkeley, CA.
4. İYBDY (2008) Seismic design code of tall buildings in Istanbul. Draft Version. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Arastirma Enstitusu, Istanbul, Turkey.
5. TBEC (2018) Turkish Building Earthquake Code. Disaster and Emergency Management Presidency, Turkey.

6. Eljadei AA (2012) Performance based design of coupled wall structures. PhD thesis, University of Pittsburgh.
7. Bertero VV (1980) Seismic behavior of r/c wall structural systems. In: Proceedings of the 7WCEE.
8. Yang T, Moehle J, Hurtato G (2010) Seismic modeling and behavior of gravity frames in high-rise building. In: Proceedings, 9th National Conference on Earthquake Engineering, Toronto, Canada.
9. Aktan AE, Bertero VV (1984) Seismic response of r/c frame-wall structures. *Journal of Structural Engineering* 110(8):1803–1821.
10. Shin M, Kang THK, Grossman JS (2010) Practical modelling of high-rise dual systems with reinforced concrete slab-column frames. *The Structural Design of Tall and Special Buildings* 19(7): 728–749.
11. Deger ZT, Yang TY, Wallace JW, et al (2015) Seismic performance of reinforced concrete core wall buildings with and without moment resisting frames. *The Structural Design of Tall and Special Buildings* 24(7):477–490.
12. Yang T, Moehle J, Bozorgnia Y, et al (2012) Performance assessment of tall concrete core-wall building designed using two alternative approaches. *Earthquake engineering & structural dynamics* 41(11):1515–1531.
13. Deger ZT, Wallace JW (2016) Seismic performance of reinforced concrete dual system buildings designed using two different design methods. *The structural design of tall and special buildings* 25(1):45–59.
14. Temiz GM (2014) Betonarme yüksek bir binanın 2007 Türk Deprem Yönetmeliği'ne göre Tasarımı ve İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği'ne göre Performansının incelenmesi (in Turkish). Master's thesis, ITU Fen Bilimleri Enstitüsü.
15. Özuygur AR (2016) Performance-based seismic design of an irregular tall building—a case study. *Structures* 5:112–122.
16. Özgün, E (2012) İstanbul yüksek binalar deprem yönetmeliğine göre betonarme yüksek bir binanın analizi (in Turkish). PhD thesis, ITU Fen Bilimleri Enstitüsü
17. Topcu S (2019) Betonarme yüksek bir binanın Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre tasarımının irdelenmesi (in Turkish). Master's thesis, Bursa Uludağ Üniversitesi.
18. Gokceoglu U (2020) Betonarme yüksek bina türü bir yapının 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre performans esaslı tasarımı ve tasarım yöntemine bodrum perde duvarlarının etkisi (in Turkish). Master's thesis, Istanbul, Turkey.
19. Computers and Structures, ETABS: Building analysis and design. URL: <https://www.csiamerica.com/products/etabs>.
20. Computers, Structures I (???) Perform3d: Performance-based design of 3D structures. URL <https://www.csiamerica.com/products/perform3d>

Semko Oleksandr Volodymyrovych¹,
Hasenko Anton Vasylovych²,

¹ National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»,
Head of the Department of Construction and Civil Engineering,
<https://orcid.org/0000-0002-2455-752X>, e-mail: al.vl.semko@gmail.com

² National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»,
Associate Professor of the Department of Highways, Geodesy and Land Management,
<https://orcid.org/0000-0003-1045-8077>, e-mail: gasentk@gmail.com

STRUCTURAL-NON-LINEAR OPERATION OF STEEL-CONCRETE FLOORS OF CIVIL DEFENSE SHELTERS DURING UNEVEN SETTLEMENT OF BUILDING SUPPORTS

Summary. Constructive nonlinearity during building structures' calculation takes into account change in the free body diagram of their operation. One of cases of structurally nonlinear work of steel-reinforced concrete overlapping structures is possible uneven deformation of building transverse frame adjacent columns basis. In the course of setting research objectives, was formulated eight conditions of structurally nonlinear operation of steel-reinforced-concrete overlapping beams, distinguished by uneven subsidence of building's transverse frame outermost or middle columns and rigid or hinged junctions connecting the overlapping beams to the columns. For each of the mentioned combinations of column subsidence and types of beam-to-column connection nodes.

Keywords: steel-reinforced concrete, overlapping of civil defense shelters.

Considering the change in the calculation schemes of steel-reinforced concrete structures work during their construction and operation when the load on them changes makes it possible to identify the actual reserves of bearing capacity and ensure the structural safety of the building [4]. Structural nonlinearity takes into account the change in the calculation scheme of building structures work among a wide range of solutions to problems in a nonlinear formulation [2]. One of the cases of structurally nonlinear work of steel-reinforced concrete overlapping structures is possible uneven deformation of building transverse frame adjacent columns basis. This case can occur with an uneven (fragmentary) payload on the multi-story industrial buildings overlapping and, as a result, various support reactions transmitted from the overlapping beams to the column and further to the foundations and basis [3].

Structurally nonlinear problems are often encountered during the calculation of building structures interacting with the soil massif. The nonlinear system "structure - soil massif" occurs due to possible violations of the contact between the structure and the soil massif in the deformation process (especially for flexible structures) [3]. Nonlinear calculations performed during the analysis of changes in the stress-strain state of the "deformed building - pile foundation - basis" system showed [11], that the creation (as a strengthening works result) of the slab-pile foundation largely removes the uneven nature of the stress distribution and brings it closer to the design state. In work [8], the behavior of the concrete structure of the foundation with the basis considered. The performed nonlinear analysis made it possible to record the change in the concrete foundation stiffness after cracks formation and simulate its destruction.

The described nonlinear problems can be solved performing numerical analysis of finite element models implemented using computer programs [7; 9]. A detailed consideration of such finite element models creating features is presented in [1] using the example of the "base – vibro-reinforced soil-cement pile" system.

In analyzed works a structurally nonlinear calculation of building structures (foundations) that are in direct contact with the basis performed. At the same time, no attention paid to how the structurally nonlinear foundations' work affects the supporting structures of building frame located above.

The purpose of the work is to study the constructively nonlinear work of self-stressed steel-reinforced concrete overlapping steel beams with uneven deformations of the building frame adjacent columns' foundations. For a graphic justification of the purpose of the work, it is first necessary to formulate the conditions of structurally nonlinear work of steel-reinforced concrete overlapping beams by depicting the change in the calculation scheme of their work and then model these calculation schemes by creating their finite element models in the software complex.

A general description of the building's architectural and structural solutions. Figure 1 schematically shows a cross-section of the analyzed three-span three-story industrial building. The building has a steel load-bearing frame of frame-ligature type. The spans of the building are equal to 6 m. Steel columns and beams of the building frame are made of rolled I-beams. Interfloor overlapping consists of a monolithic reinforced concrete slab 120 mm thick, arranged on the construction site on a fixed formwork of profiled flooring. Steel beams of the building frame serve as overlapping load-bearing structures.

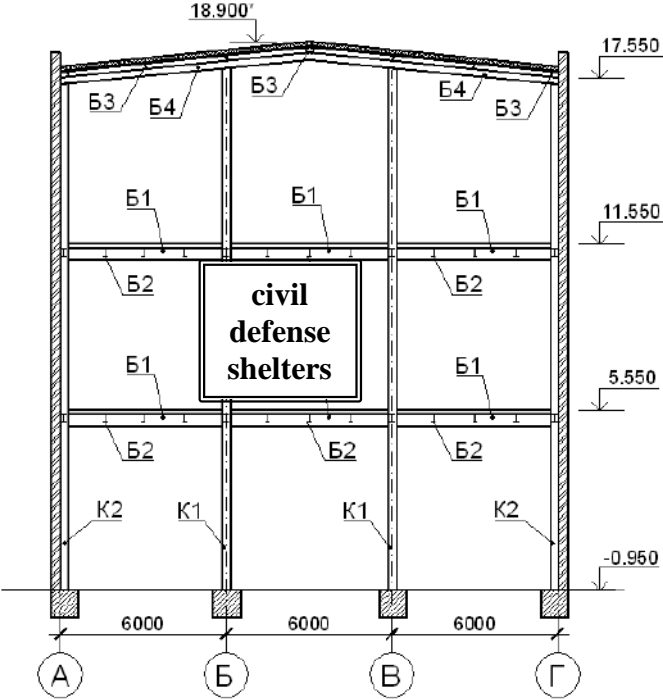


Figure 1 – Schematic cross-section of a three-span three-story building

Description of the numerical method used for solving nonlinear systems. Calculation of two or more nonlinear systems with given boundary conditions is a more difficult task compared to solving equations in a linear formulation. In this case, it is necessary to consider the deformed state of the beams to "timely" switch to the next calculation scheme of their operation. It also leads to the rejection of the forces' independence principle. It is necessary to use special methods of finding and analyzing solutions, which are specific to the solution of constructively nonlinear problems. As a rule, it is not possible to obtain an analytical solution to the problem under such described initial conditions. Therefore, the calculations were performed using the numerical method of finite element modeling, realized in Software

Package Femap 2020.2 with NX Nastran (was used Trial Version Siemens Digital Industries Software with a personal activation code 2827301401535961). This method uses the procedure of successive approximations based on the linearization of nonlinear equations. That is, the search for a solution to two or more nonlinear equations is carried out by solving a recurrent sequence (a certain number in a given sequence) of linear equations. The enlarged algorithm for creating and analyzing finite element calculation models in the Software Package Femap 2020.2, considering structural nonlinearity, is shown in Table 1.

Table 1

Enlarged algorithm for creating and analysing finite element calculation models in the Software Package Femap 2020.2, considering structural nonlinearity

#	Title	Explanation
1	Creation of a finite element model	Setting of initial data: geometry, stiffness parameters of rods, boundary conditions, external loads
2	Linear calculation of the finite element model according to the first calculation scheme	Obtaining the parameters of the stress-strain state of structures before strengthening
3	Adjustment of the finite element model based on the results of linear calculation	Setting finite elements of strengthening and finite elements that take into account structural nonlinearity (gaps, subsidence, etc.)
4	Nonlinear finite element calculation according to the second calculation scheme	In the calculation process, a new calculation scheme is generated at each iteration, which takes into account the new connections of this iteration
5	Analysis of the obtained results	Analysis of the inclusion of elements in the work at each iteration; obtaining the parameters of the stress-strain state of structures after strengthening

The basis of the nonlinear calculation apparatus of the used finite element modeling software complex is the step-iterative Newton-Raphson method. When solving problems by this method, at each step of the calculation, an iterative correction is determined based on the deviation of nodal internal forces with an adjustment of the linearized stiffness matrix at each iteration. At the same time, in the settings of the calculation characteristics, it is possible to set both the desired number of steps (iterations) and the desired accuracy of the solution. The basic equation of the calculation apparatus of this method has the form: $[K(u)]\{u\} = \{F\}$,

where $[K(u)]$ – the stiffness matrix, which is recalculated at each step, taking into account physical, geometric and structural nonlinearities; $\{u\}$ – matrix of nodal movements; $\{F\}$ – matrix of nodal internal forces.

On the graphic interpretations of the course of the used step-iterative Newton-Raphson calculation method, automatically built by the calculation block of the program, a nonlinear increase in the load on steel beams during the settlement of individual columns and the inclusion of reinforcement braces in the work of the transverse frame traced.

Figure 2 shows a graphical interpretation of the course of the used step-iterative method of Newton-Raphson calculation of steel beams with possible uneven settlement of adjacent columns. These graphs clearly show a non-linear increase in the load on the steel beams during the settlement of individual columns and the inclusion of reinforcement braces in the operation of the transverse frame.

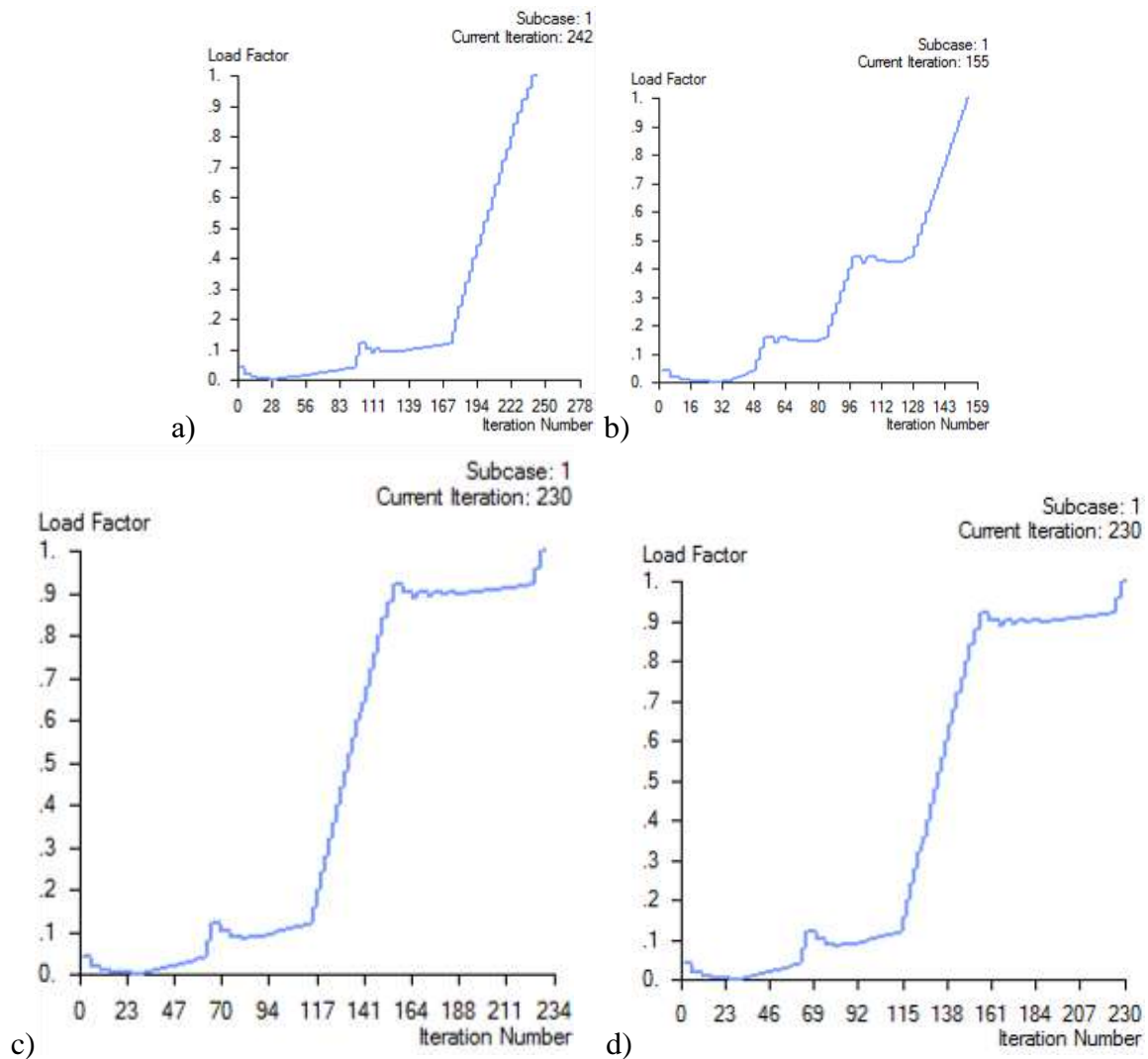


Figure 2 – Graphical interpretation of the progress of the used step-iterative Newton-Raphson calculation method of steel beams with possible uneven settlement of adjacent columns for calculation cases:

- a) hinged connection of beams to columns; subsidence of the middle column;
- b) rigid connection of beams to columns; subsidence of the middle column;
- c) hinged connection of beams to columns; subsidence of the extreme column;
- d) rigid connection of beams to columns; subsidence of the extreme column

Conclusions. During the analysis of structurally nonlinear work of a reinforced concrete overlapping of civil defense shelters, it was established that uneven subsidence of the foundations of adjacent columns changes the calculated values of the bending moment up to 46% with a continuous beam scheme. This margin of bearing capacity of the floor beams can be used during abnormal man-made loads. It should be noted that in the case of a separate beam operation scheme, there will be no bearing capacity specified.

Reference list

1. Hasenko, A.V., Novytskyi, O.P. & Rozhko, V.N. (2017). Features of creation finite-element model of the system "basis – vibroreinforced soil-cement pile". Coll. of science works of UkrDUZT, 167, 34-41.
2. Guslysta, A.E. (2011). Study of the nonlinear behavior of the "building–soil massif" system in the calculation of reinforced concrete structures interacting with the soil. Coll. of science works NDIBK: Building structures.
3. Guslista, A.E. & Bannikov, D.O. (2011) Assessment of the importance of taking into account the nonlinear properties of the "Building–soil massif" system when determining its stress-strain state. Bulletin of the DNUZT named after V. Lazaryan, 155-160.
4. Storozhenko, L.I., Surdin, V.M., Yefimenko, V.I. & Verbytskyi, V.I. (2007). Steel-reinforced concrete structures: research, design, construction, exploitation: monograph. Kryvyi Rih.
5. EN 1990:2002/A1:2005/AC (2010). Eurocode: Basis of Structural Design. The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC.
6. Hasenko, A.V. (2021). Deformability of bends continuous three-span preliminary self-stressed steel concrete slabs. Academic journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering, 1 (56), 135-141. <https://doi.org/10.26906/znp.2021.56.2518>
7. Hasenko, A.V. & Novytskyi, O.P. (2018). Numerical experiment for the determination of the stress-strain condition of the system “Basis – Vibroreinforced soil-cement pile”. International Journal of Engineering & Technology. Publisher of International Academic Journals, 7, 4.8, 41-47. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.8.27211>
8. Hrubesova, E., Mohyla, M., Lahuta, H., Bui, T.Q. & Nguyen, P.D. (2018). Experimental analysis of stresses in subsoil below a rectangular fiber concrete slab. Sustainability, 10, 7, art. no. 2216.
9. Kozielova, M., Marcalikova, Z., Mateckova, P. & Sucharda, O. (2020). Numerical analysis of reinforced concrete slab with subsoil. Civil and Environmental Engineering, 16, 1, 107-118. <https://doi.org/10.2478/cee-2020-0011>
10. Semko, O.V. & Hasenko, A.V. (2021). Self-stressed steel-reinforced concrete floor slab stress-strain state numerical analysis taking into account the concreting stages. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1141, 1, id.012043, 7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1141/1/012043>
11. Vynnykov, Yu.L., Kharchenko, M.O. & Manzhali, S. (2020). Stress strained state change in the «deformed building – pile foundation – base» system resulting from supplying the slab under the grilles. Academic journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering, 1 (54), 61-72. <https://doi.org/10.26906/znp.2020.54.2271>

Shvaikovskiy V.L., Pohribnyi V.V.

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

Post graduate student, ORCID ID: 0000-0002-0566-9999, vova_avk@ukr.net

Senior Researcher, Phd, ORCID ID: 0000-0001-7531-2912,

v.v.pogrebnoy1960@gmail.com

TO THE QUESTION OF DETERMINATION OF BEARING CAPACITY BY INCLINED SECTIONS OF FLEXURAL REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Аннотация. Выполнен обзор основных методов расчета несущей способности изгибающих элементов по наклонным сечениям: ферменной и арочной аналогий, теории сжатых полей, модели распорок и тяжей, дисковой модели и их модификаций. Расчетные зависимости в большинстве случаев носят эмпирический характер, обусловленный сложностью напряженно-деформированного состояния железобетона в зоне поперечного изгиба. В Национальном университете «Полтавская политехника имени Юрия Кондратюка» предложена достаточно общая методика расчета несущей способности железобетонных балок на действие поперечной силы, согласно которой за несущую способность в наклонном сечении принимается меньшая из двух величин поперечного усилия: воспринимаемая в пределах сжатой полосы и над опасной наклонной трещиной с учетом в обоих случаях влияния как бетона, так и поперечной арматуры.

Key words: shear force, inclined section, design methods

Abstract. An overview of the main methods of calculating the bearing capacity of flexural members by inclined sections: truss and arch analogies, the theory of compression fields, the model of struts and ties, the disk model and their modifications was performed. Design dependencies in most cases are empirical in nature, due to the complexity of the stress-strain state of reinforced concrete in the zone of transverse bending. At the National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic» a fairly general method of calculating the bearing capacity of reinforced concrete beams under the action of the shear force at the supports is proposed, according to which the bearing capacity in the inclined section is taken to be the smaller of the two values of the shear force: that perceived within the compressed strip and by a dangerous inclined crack, taking into account in both cases the influence of both concrete and shear reinforcement.

The problem of calculating the bearing capacity of flexural reinforced concrete members on inclined sections is one of the most difficult in the theory of reinforced concrete and not fully resolved until now.

The idea of the perception of the main tensile stresses by the stirrups contributed to the creation of the design scheme of the reinforced concrete beam in the form of a diagonal truss with parallel chords. The concept of the classic "truss analogy" was explained in works [1, 2] and it is as follows: the shear force is perceived by the vertical web members and struts of a conventional truss with hinged nodes. Depending on the stress state of the element, a conditional truss can be with a triangular lattice, two-lattice, or with inclined struts and vertical web members. The angle of inclination of the compressed struts to the longitudinal axis of the beam is 45°. Diagonal tension is perceived by the reinforcement, and compression by the concrete. Compressed concrete struts are directed from the support to the compressed zone. If vertical stirrups are used, they are considered as vertical web members of a diagonal truss working in tension.

The further development of methods for calculating reinforced concrete members in inclined sections took place by improving the "truss analogy" method and creating new analogies. The following directions of development of the "truss analogy" are known:

- "plastic model of the truss analogy", for which the plasticity of the material acts as a criterion for failure and variable angle of the compressed strut has been justified [4];

- "the theory of compression fields" [4], which declares the equality of the angle of inclination of the compressed strut and the main compression stresses and strains. It was originally created for the design of torsional members, and then supplemented with a shear design. The theory refers to analytical methods and is based on equilibrium equations, compatibility of strains and stresses through appropriate diagrams. The method [5] does not take into account tensile stresses that are perceived by concrete after the formation of cracks;

- "modified theory of compression fields" [6], which takes into account the effect of reducing the strength of concrete between diagonal cracks in plane stress conditions [5] by applying the transformed concrete deformation diagram.

In [7] a "variable angle model" was proposed, which takes into account tensile stress in diagonal cracks. Taking into account the tensile stresses between the inclined cracks and the concrete component due to the engagement along the banks of the inclined crack is more in line with the idea of the operation of concrete under plane stress conditions.

One of the first authors of the arch method was G.N.I. Kani [8]: according to his design, the beam consists of several arches that are separated by inclined cracks. Three schemes are considered: a general arched beam; arch supports, which are provided by the coupling forces of internal arches; arch supports, which are provided with stirrups. Disadvantages of the proposed model include the inaccuracies associated with the assessment of the operation of the shear reinforcement. This method has supporters among modern scientists. In [9], based on the arch effect, it is proposed to represent the beam in the form of a conventional arch with tier.

The "strut-and-tie" model [10] proposes to reduce a beam to a set of struts, which model compressive stress fields, and ties, which model reinforcement, as well as nodal elements at their intersection. The strength of each of them is considered. The method eliminates the disadvantages of the "truss analogy", the further development of which it is, allows you to easily take into account the curvilinearity of the outline of the structure, the presence of holes in it, can be applied to both plane and spatial designs. For members loaded with a uniformly distributed load, there is a proposal to replace it with a group of concentrated forces applied at the nodes.

O.O Gvozdev and M.S. Boryshanskyi developed a method of ultimate balance of forces in an inclined section of a reinforced concrete member. M. Boryshanskyi [11] proposed two schemes for the failure of an inclined section, in which the action of the bending moment M and the shear force V were considered separately. Each of the schemes was determined by one corresponding equation of the balance of internal and external forces. M. Boryshanskyi's theory of design makes it possible to more rationally assign the shear reinforcement of beams.

This method has been used as a standard for a long time. The reasons for its unsatisfactory agreement with the experiments include failure to take into account by the design model the forces of engagement of concrete in the critical inclined crack, the dowel force in the longitudinal reinforcement, the total value of which under certain conditions can reach about 80% of the bearing capacity of the flexural member in the inclined section. Also, the design does not take into account at all or indirectly the presence of longitudinal compressive and tensile forces with eccentricity, changes in the length and height of the cross-sectional dimensions, the combined effect of the shear force with other force factors, technological damage to concrete, the nature and mode of action of the external load, temperature effects and others [12].

Based on the nature of the distribution of strains near the support section of the flexural reinforced concrete member in the limit state O.S. Zalesov and Yu.O. Klimov [13] proposed to consider it as a disk-connection system consisting of rigid concrete blocks connected by malleable connection.

The methodology for calculating the bearing capacity in inclined sections, which takes into account the forces of the dowel effect and the forces of engagement in an inclined crack, was proposed by the authors [14]. Design dependencies include the total force in the stirrups that cross the inclined crack, the tangential force that occurs in the longitudinal tensile reinforcement; tangential forces of shear resistance of inclined crack banks.

Design models for determining the bearing capacity in inclined sections of a reinforced concrete beam under the action of shear forces in most cases are empirical in nature, due to the complexity of the stress-strain state of the composite material (which, in fact, is reinforced concrete) in the zone of transverse bending.

The most common among them are the "truss analogy" and the "disk model".

The areas of implementation of the indicated cases of failure depend on the angle θ , the class of concrete compressive strength and the intensity of shear reinforcement. The analysis shows that with values of the angle θ within the limits $30^\circ < \theta \leq 45^\circ$, a shear is possible both within the inclined strip and the compressed zone above the dangerous inclined crack. In the case of intensive shear reinforcement, the development of an inclined crack, which is formed first, is restrained by the reinforcement, and a second crack appears closer to the support, which completes the outline of the inclined strip, within which destruction by shearing occurs. At the same time, the stresses in the reinforcement do not reach the yield point and their level is determined by the strains, which are equal to the concrete strains. At the corners, a section of concrete above a dangerous inclined crack is realized when the stresses in the reinforcement reach the yield point. "Disc model" takes into account the joint operation of the concrete of the compressed zone and the shear reinforcement. However, the design dependences do not take into account the height of the compressed zone above the dangerous inclined crack and its wedge shape.

At the National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», systematic studies of the bearing capacity of reinforced concrete beams in inclined sections are conducted. A variational method in the theory of plasticity of concrete is proposed as a theoretical basis for design.

As a design member of the "truss analogy" an inclined strut (plate) is considered, within which the sectional form of failure is realized and which determines the limit value of the force perceived by the support section.

In the kinematic scheme, the plastic strain is considered to be concentrated on the failure surface, which completely crosses the body and divides it into rigid disks, and the plate is considered as a rigid-plastic body. The mathematical apparatus of the theory of plasticity of concrete is used when applying the principle of virtual velocities and the upper estimation of the limit force, which corresponds to the minimum power of plastic strain. The combined work of concrete and shear reinforcement, which crosses the strut and is a bond that restrains its destruction and increases resistance, is taken into account.

The calculations use the results of solving the problem of the strength of the plate, on the ends of which uniformly distributed tangential and normal surface forces are applied. The peculiarity of this problem is that the relationship between the tangent τ and the normal σ components of the uniform load is determined from the condition $\tau / \sigma = \tan \theta$, where θ is the angle of inclination of the plate to the horizontal.

The influence of the reinforcement on the strength of the strut is taken into account by the lateral compression q_w , the value of which is determined according to the intensity of the reinforcement: $\sigma_c = q_w = \rho_{sw} \sigma_s \cot \theta = \rho_{sw} \varepsilon_s E_s \cot \theta$, where $\varepsilon_s = \varepsilon_c$, under the condition of

compatibility of the strain of concrete and reinforcement on the plate's failure surface when shear acts across the entire section [15].

The design scheme for a reinforced concrete strut is given in Fig. 1, a.

According to the obtained results, the expression for determining $V_{Rd,max}$ in [16] for shear (vertical) reinforcement is proposed to be written in the form:

$$V_{Rd,max} = \frac{\varphi_w b_w z \nu_1 f_{cd}}{1,1 + 0,9 \cot \theta}, \quad (1)$$

where φ_w is the coefficient that takes into account the effect of shear reinforcement on the strength of the strip; b_w is the minimum width of the cross section between the compressed and tensile chords; z is the arm of the internal pair of forces; ν_1 – strength reduction factor of cracked concrete.

The parameter is determined by the expression:

$$\varphi_w = 1 + \Delta\varphi_w \cot \theta, \quad (2)$$

where

$$\Delta\varphi_w = 5 \frac{E_s}{E_{cd}} \frac{A_{sw}}{b_w s} \leq 0,3, \quad (3)$$

where E_s is the design value of the modulus of elasticity of the reinforcing steel; E_{cd} is the design value of the modulus of elasticity of concrete; A_{sw} is cross-sectional area of reinforcement; s is the step of the shear bars.

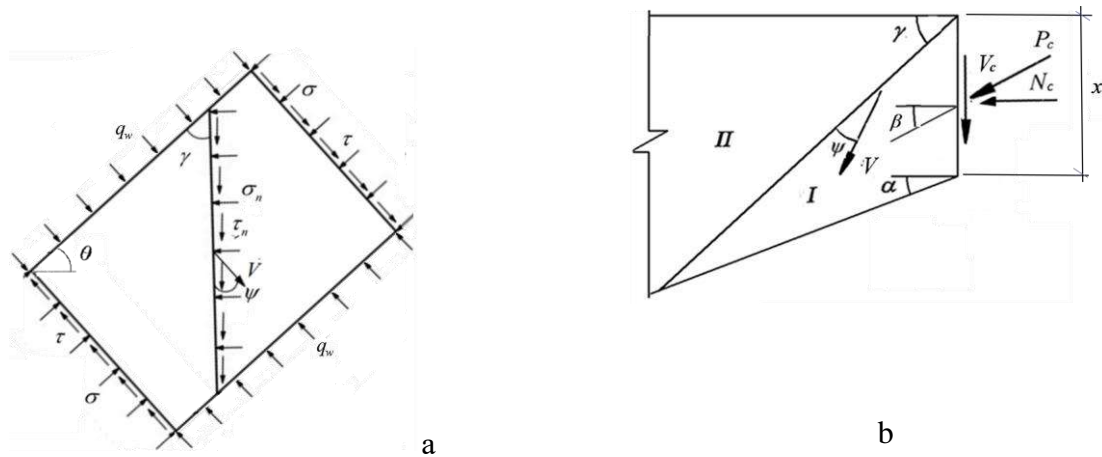


Figure 1 – Design scheme of an inclined reinforced (compressed) strut (plate), loaded at the ends by normal and tangential surface forces (a) and a wedge-shaped concrete zone above a dangerous inclined crack (b)

Along with checking the value of $V_{Rd,max}$ to ensure the bearing capacity of the structures in the areas near the supports, it is also necessary to evaluate the resistance to the action of the shear force behind the inclined crack.

The force perceived by the compressed zone above a dangerous inclined crack under the action of a shear force is proposed to be determined using the results of solving the problem of the strength of a concrete wedge with a truncated top, loaded with normal compressive and tangential (shear) forces. The wedge simulates the operation of a wedge-shaped compressed zone [17], the kinematic scheme of its failure is presented in Fig. 1, b.

The value of the shear force perceived by the concrete above the dangerous inclined crack is proposed to be determined from the equation:

$$V_c = \frac{0,16\varphi_w f_{cd} b_w z}{\cot^2 \theta}, \quad (4)$$

φ_{cv} is a coefficient equals to $\varphi_{cv} = 1$: provided $1 < \cot \theta \leq 2$; $\varphi_{cv} = 3 - \cot \theta$ at $2 < \cot \theta \leq 2,5$.

The case of the loss of bearing capacity of the beam structure along the inclined section determines the minimum value of the strength of its elements.

Conclusion. The analysis of theories for calculating the bearing capacity of flexural members in inclined sections shows the need for their improvement. It is proposed to determine the shear strength of the section within the compressed inclined strut (a conditional member of the "truss analogy") taking into account the influence of the shear reinforcement crossing it; strength of a wedge-shaped compressed zone of concrete (a member of the "disk model") above a dangerous inclined crack. The bearing capacity of the beam is determined by the minimum strength of the compressed strut and the wedge-shaped element above the dangerous inclined crack.

Reference

1. Ritter W. Die bauweise hennebique/ W. Ritter// Schweizerische Bauzeitung. – 1899. – Vol. 33 (7). – P. 59–61.
2. Mörsch E. Concrete-Steel Construction/ E. Mörsch // McGraw-Hill (English translation by E.P. Goodrich). New York, 1909. – 368 p.
3. Lampert P. Ultimate Strength and Design of Reinforced Concrete Beams in Torsion and Bending / P. Lampert, B. Thürlimann // IABSE Publications. – Zurich, Switzerland, 1971. – № 31-1. – P. 107–131.
4. Collins M.P. Toward a Rational Theory for RC Members in Shear/ Journal of Structural Division, ASCE. – Vol. 104 (4). – P. 649–666.
5. Mitchell D. Diagonal Compression Field Theory – a Rational Model for Structural Concrete in Pure Torsion/ D. Mitchell, M.P. Collins// ACI Journal. – 1974. – Vol.71. – P. 396–408.
6. Vecchio F.J. The Modified Compression Field Theory for Reinforced Concrete Elements Subjected to Shear/ F.J. Vecchio, M.P. Collins// ACI Journal. – 1986. – V.83 (2). – P. 219–231.
7. Pang X.-B. D. Behavior of Reinforced Concrete Membrane Elements in Shear/ X.-B. D. Pang, T.T.C. Hsu// ACI Structural Journal. – 1995. – V. 92 (6). – P. 665–679.
8. Kani G.N.S. A rational theory for the function of web reinforcement / G.N.S. Kani // SACI Proc. – 1969. – Vol. 66 (3). – Pp. 185–196.
9. Krasnoshchekov Yu.V. Raschetnaya model soprotivleniya poperechnoi silie zhelezobetonnikh izgibaemikh elementov/ Yu.V. Krasnoshchekov// Vestnik SibADI. – 2019. – T. 16, № 2. – S. 182–192.
10. Sannikova O.G. Osnovnie polozheniya modeli «Rasporki i tyazhi» dlya opredeleniya soprotivleniya srezu zhelezobetonnikh elementov/ O.G. Sannikova, V.V. Tur// Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. F, Stroitelstvo. Prikladnie nauki. – 2018. – №16. – S. 19–29.
11. Borishanskii M.S. Novie dannie o soprotivlenii izgibaemikh elementov deistviyu poperechnikh sil / M. S. Borishanskii // Voprosi sovremennogo zhelezobetonnoogo stroitelstva. – M.: Stroiizdat, 1952. – S. 136–152.
12. Dorofeev V.S. Sostoyanie i tendentsii sovremennogo razvitiya metodov rascheta prochnosti naklonnikh sechenii izgibaemikh zhelezobetonnikh elementov / V.S. Dorofeev, V.M. Karpyuk, A.V. Kovrov // Sovremennie stroitelnie konstruktsii iz metalla i drevisini. – Odessa: Vneshreklamsservis, 2004. – S. 26–34.
13. Zalesov A.S. Prochnost zhelezobetonnikh konstruktsii pri deistvii poperechnikh sil/ A.S. Zalesov, Yu.A. Klimov. – Kiiv: Budivel'nik. – 105 s.

14. Karpenko S.N. Ob obshchem podkhode k postroeniyu teorii prochnosti zhelezobetonnykh elementov pri deistvii poperechnykh sil // Beton i zhelezobeton. – 2007. – № 2. – S. 21–27.

15. Dovzhenko O. Improved calculation method of reinforced concrete elements strength on inclined sections / O. Dovzhenko, V. Pohribnyi, O. Maliovana, L. Karabash // 36. nauk. pr. (галузеve машинобудування, будівництво). – Полтава, 2019. – Вип. 52'. – С. 75–81.

16. DSTU B V.2.6-156:2010. Betonni ta zalizobetonni konstruktsii z vazhkoho betonu. Pravyla proektuvannia. – K.: Minrehionbud Ukrainy, Derzhavne pidpriumstvo «Ukrarkhbudinform», 2011. – 118 s. – (Natsionalnyi standart Ukrainy).

17. Dovzhenko O. Strength design method of reinforced concrete beam elements along an inclined crack on the joint action of transverse forces and bending moments / O. Dovzhenko, V. Pohribnyi, O. Shkurupiy, P. Mytrofanov // International Journal of Engineering & Technology. – 2018. – 7 (4.8). – Pp. 196–202.

VYNNYKOV YU. L.¹, KHARCHENKO M.O.², MYKHAILOVSKA O.V.³

¹ National University «Yuri Kondratyuk Poltava polytechnic», Ukraine, DSc, Professor, Head of Drilling and Geology Department, <https://orcid.org/0000-0003-2164-9936>, vyunnykov@ukr.net

² National University «Yuri Kondratyuk Poltava polytechnic», Ukraine, PhD, Associate Professor of Drilling and Geology Department, <https://orcid.org/0000-0002-1621-2601>, kharchenkomo@ukr.net

³ National University «Yuri Kondratyuk Poltava polytechnic», Ukraine, PhD, Associate Professor of **Department of Oil and Gas Engineering and Technology**, <https://orcid.org/0000-0001-7451-3210>, emikhaylovskaya27@gmail.com

GEOTECHNICAL SOLUTIONS OF BUILDING RECONSTRUCTION

The article describes proven geotechnical solutions for increasing the bearing capacity and reducing the deformability of existing bases and foundations during the reconstruction of buildings and structures. Such geotechnical solutions are proposed as: taking into account the additional strength reserve of the loess base in case of its long-term loading; strengthening of the massif with soil-cement elements; strengthening of foundations by compaction using pneumatic punches; driving in piles; bringing a ribbed monolithic slab under the existing grilles, etc. The design was accompanied by an assessment of changes in the stress-strain state of the "building-foundation-base" system by finite element modeling in a spatial setting using elastic-plastic soil models. A system of geotechnical monitoring has been introduced at real objects.

Key words: weak soil, settlement of the soil base, soil-cement element, ribbed reinforced concrete slab, stressed-deformed state, geotechnical monitoring.

Приведены геотехнические решения повышения несущей способности и снижения сжимаемости оснований и фундаментов при реконструкции зданий и сооружений путем: учета дополнительного резерва прочности лессового основания при его длительном обжатии; армирования массива грунтоцементными элементами; укрепления оснований уплотнением с использованием пневмопробойников; вдавливания свай; подведения под ростверки ребристой монолитной плиты. Проектирование сопровождается оценением изменений напряженно-деформированного состояния системы «здание – фундамент –

основание», моделированием методом конечных элементов в пространственной постановке с использованием упруго-пластических моделей грунта. На натуральных объектах внедрена система геотехнического мониторинга.

Ключевые слова: слабый грунт, осадка грунтового основания, грунтоцементный элемент, ребристая железобетонная плита, напряженно-деформированное состояние, геотехнический мониторинг.

More than 70% of the territory of Ukraine is attributed to difficult engineering and geological conditions (subsiding and weak soils, man-made deposits, flooded areas, dense urban development, etc.). Under these conditions, the operation of objects is associated with the threat of uneven deformations, cracks in the load-bearing structures, and a decrease in the operational reliability of buildings and structures. Their causes are errors in engineering and geological prospecting and design and violations of the rules of construction works and operation of buildings and structures [1 – 3]. At the same time, due to the high cost of construction and its complexity under the conditions of dense urban development, the amount of reconstruction is increasing. Recently, superstructures of buildings and structures and re-planning of internal space have become popular, which leads to an increase in the load on existing bases and foundations. The authors tested certain geotechnical solutions for the reconstruction of buildings [4, 5]: the use of foundations in their existing form if there are reserves of the bearing capacity of their foundations; strengthening of part of the compressed stratum under the foundations with soil-cement elements (SCE); strengthening the base under the existing foundations by compacting the soil with pneumatic punches; transplanting of existing foundations to piles of various types (prefabricated, sunk by indentation or pneumatic punches, drill-injection, soil-cement, etc.), which transfer the load to deeper, strong soils; bringing a ribbed monolithic reinforced concrete slab under the existing grilles, etc.

At the same time, the changes in the stress-strain state (STS) of the "base – foundation – building" system are evaluated during reconstruction by finite element modeling (FEM) in a spatial (3D) setting using elastic-plastic soil models. At the same time, the amount of additional subsidence and their unevenness during reconstruction did not exceed the permissible limits. A system of geotechnical monitoring has also been introduced at real objects.

Therefore, the purpose of the work is to analyze the results of geotechnical monitoring during the reconstruction of natural objects.

In particular, it was found that when compacted loess bases are compacted by buildings for more than 10 years, according to the ratio of the average pressure under the sole of the foundation to the estimated soil resistance of the natural structure $p/R \geq 0.65$, a soil zone with increased characteristic values is formed between the particles. The thickness of this zone does not exceed half the width of the foundation (usually 0.35 – 0.5 m). This occurs as a result of a decrease in the porosity coefficient and the emergence of new water-colloid bonds. The logarithmic type of dependence of the increase in the ultimate resistance of the foundation on the density of the soil skeleton has been proven. However, with a value of $\rho_d \geq 1.60 \text{ g/cm}^3$, the effect of soil compaction and strengthening under the foundation becomes insignificant. During the design of more than 20 superstructures, the increase in the load on the existing foundations of buildings with a service life of more than 10 years was taken into account, provided that the ratio $p/R \geq 0.65$. This was taken into account by multiplying the values of the deformation modulus and the specific adhesion of the natural loess soil in the closed state by their growth factors, which are linear functions of the p/R ratio. This made it possible to take into account values after long-term compression. At the same time, the value of the angle of internal friction ϕ of the pressed base is constant or increases by $1 - 2^\circ$.

The positive experience of reinforcing the basis of the foundations with vertical and inclined SCE from the bottom of the pit and from the foundations of buildings was also obtained. The drilling-mixing method for the production of SCE consists in the fact that with

the help of a drilling-mixing installation, the soil is loosened with a chisel, impregnated with a water-cement suspension and mixed to a homogeneous state of the soil-cement mixture. The corresponding equipment includes: a BM-81 1m drilling machine based on a car, the screws of which have been replaced by drill rods with a diameter of 100 mm, which are made with an internal channel for feeding cement slurry; a working body for soil destruction (has holes for distributing the cement suspension along the entire cross-section of the well). At the same time, the screws are connected to the solution pump with pressure hoses and a swivel. The equipment also includes a mortar mixer for making cement slurry and a slurry pump for injecting the slurry into the well. Schemes of strengthening of SCE basis of existing strip foundations of buildings are presented in fig 1.

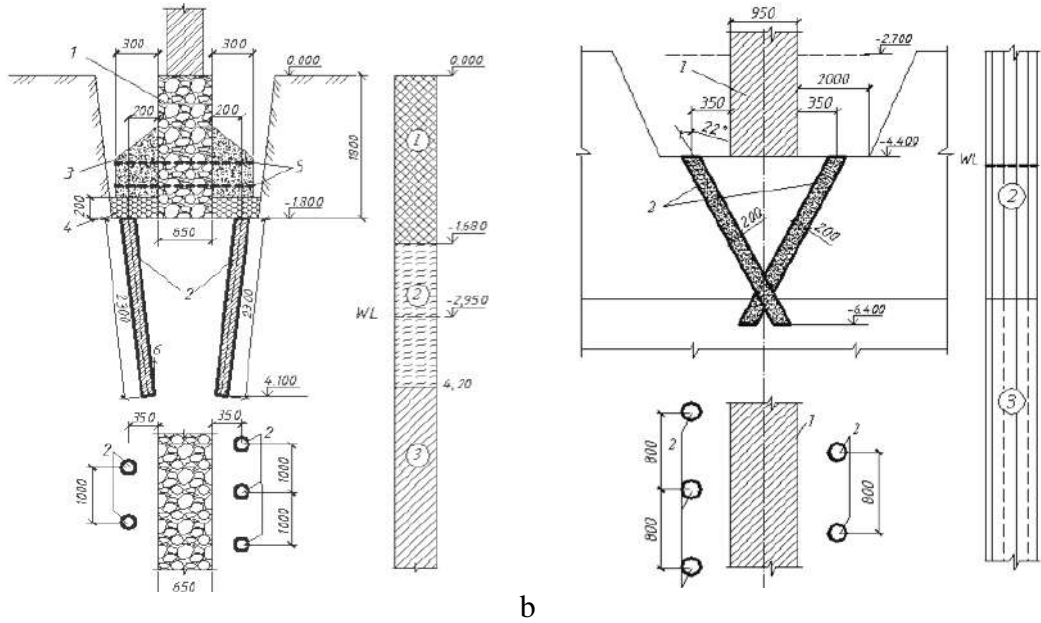


Fig. 1 – Schemes of strengthening of SCE basics of existing strip foundations: a – with an increase in the width of the foundation; b – without increasing the width of the foundation

In fig. 2 shows a four-story residential building in Poltava, created from a two-story building of a former kindergarten. This building was created by adding two floors after strengthening its existing foundations. Strengthening of the foundations was made by using soil-cement elements. It was noted that superstructures generally have a positive effect on the technical condition of buildings. Their operational condition after reconstruction in almost all cases reached the level of "Normal operation".

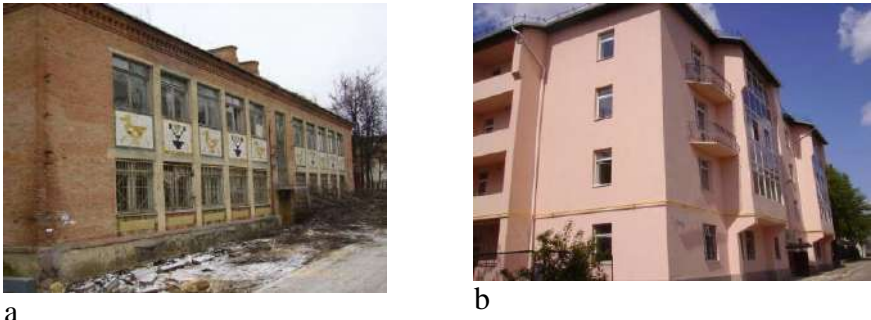


Fig. 2 – An object that has a two-story superstructure after strengthening the existing foundations with a base of soil-cement elements: a – a two-story building of a kindergarten before reconstruction; b – a four-story residential building after the superstructure

The authors also considered the experience of strengthening the basis of oil pumping units. The unit has two elements on the foundation. Drive and electric motor with a rotation frequency of 50 Hz and a power of 2.5 MW. The centrifugal pump had the same rotation frequency. These elements are connected by a coupling that passed through the firewall. The monolithic concrete foundation (Fig. 3) for the electric motor was planned to be 5.8 m long and 1.9 m wide. The pump foundation was 1.4 m wide and 1.5 m deep. The project provided for a compacted cushion under the foundations, but she was absent. In fact, the foundations rested on loose and uncompact semi-hard loam (1-2 m) with a content of organic substances up to 9%. This layer was underlain by hard loam.

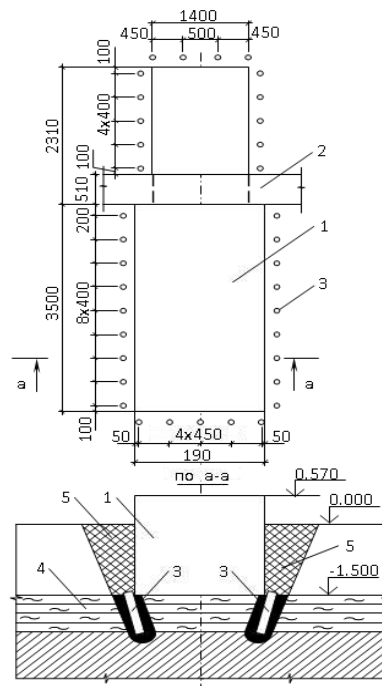


Fig. 3 – Scheme of strengthening the base of the foundation for the pump unit: 1 – foundation; 2 – firewall; 3 – strengthening structures; 4 – weak layer; 5 – compacted soil

The dynamic impact of the unit led to the development of uneven subsidence of the weak base at a rate of 0.5 mm/month and the sideways roll of part of the foundations under the pumps. Misalignment of the foundations complicated the operation of the coupling and required its adjustment. According to normative literature, the maximum horizontal oscillations of these machines were 0.05 mm, but the actual amplitudes of foundation oscillations reached 0.12 – 0.16 mm. This threatened the operation of the pumps.

Strengthening of the base was carried out with inclined rigid elements at an angle of 15 and 9° to the vertical (Fig. 3) in the following sequence: a trench was cut along the perimeter of the foundation to the level of its sole; from its bottom, boreholes with a diameter of 130 mm and a depth of 800 mm were drilled with a pneumatic punch in steps of 400 – 500 mm; they were filled with hard concrete of class B10. Next, the concrete was rammed into the walls and bottom of the wells with a pneumatic hammer and the cycle was repeated 6 times. The wells were reinforced with a framework of 4 rods with a diameter of 12AI. Next, the wells were filled with poured concrete of class B12.5. After that, the trenches were filled with loam of optimal moisture content with layer-by-layer compaction with vibratory rammers. After strengthening the base, the horizontal fluctuations of the foundations decreased to 0.023 – 0.028 mm.

The experience of transplanting foundations on piles was considered on the example of the reconstruction of a two-story building in Poltava. The foundations had a strip construction made

of stone, with a width of 1100 and 1500 mm and a laying depth of about 3 m (Fig. 4). Due to the rise of groundwater, the mechanical properties of bulk and loess soils have significantly decreased. Therefore, the width of the crack in the load-bearing walls in some places reached several centimeters, and the facade part began to move away from the rest of the building.

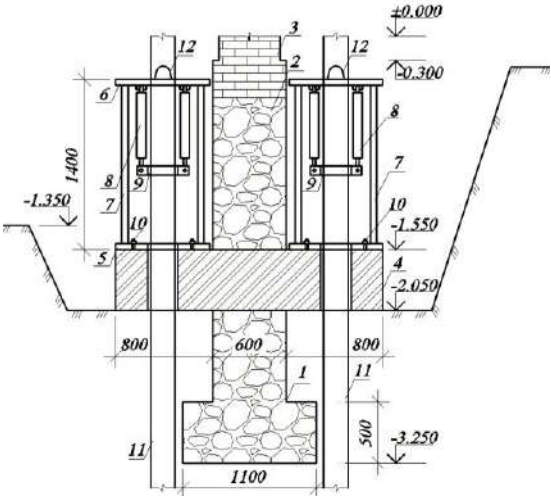


Fig. 4 – Scheme of indentation piles: 1 – existing foundation; 2 – waterproofing; 3 – brickwork; 4 – distribution beam; 5 and 6 – lower and upper support plates; 7 – risers; 8 – hydraulic cylinders; 9 – gripper for pile sections; 10 – anchor bolts; 11 – pile; 12 – loop

Each pile had 2 to 4 sections of pipes with a diameter of 168 mm and a length of 3 m, which were successively welded together in the process of pressing them. The bearing capacity of twelve-meter piles was 259 – 441 KN. Pits were torn from the wall on both sides. Next, holes were punched in the foundation with a perforator and formwork and reinforcing frames were installed, and beams 500x500 mm in cross-section were concreted. Pipe segments with a diameter of 214 mm and 4 anchor bolts from each end were left in the beam (Fig. 4). Before indentation the piles, the concrete took 28 days to gain strength. The pile indentation device was installed on the beam and secured with anchor bolts. It consisted of 2 base plates, 4 risers from corners, 2 hydraulic cylinders with a diameter of 110 and 130 mm, a gripper for piles, a loop for moving the device, as well as an oil station. The pile was inserted into the pipe segments, fixed in the device with a gripper. The first section of the pile was jacking in, the second was connected to it by welding, which was fixed and jacking in, etc. The piles were indentation simultaneously from both sides of the wall, then they were concreted through the upper hole. The pile was put into operation by a channel over its head, which was welded to the anchor bolts. The force of jacking the pile is 250 – 300 KN at a speed of its sinking of 0.1 – 0.4 m/min. The subsidence of the building during installation of piles and subsequent operation did not exceed 6 mm, which is less than the maximum value of the reconstruction.

The structural and technological solution was tested during the reconstruction of a five-story building with a basement, which was in a transition from unsatisfactory to emergency technical condition in the city of Horishna Plavna. Reconstruction of the foundations was made from prismatic piles as part of a strip raft by placing reinforced concrete beams under the raft.

These reinforced concrete beams were joined with transverse beams to create the necessary rigidity of the spatial reinforcement system. From above, the beams were joined with a 200 mm thick monolithic slab (Fig. 5). The edges of the plate are directed downwards. It redistributes stress well from uneven base deformations and has significant rigidity.

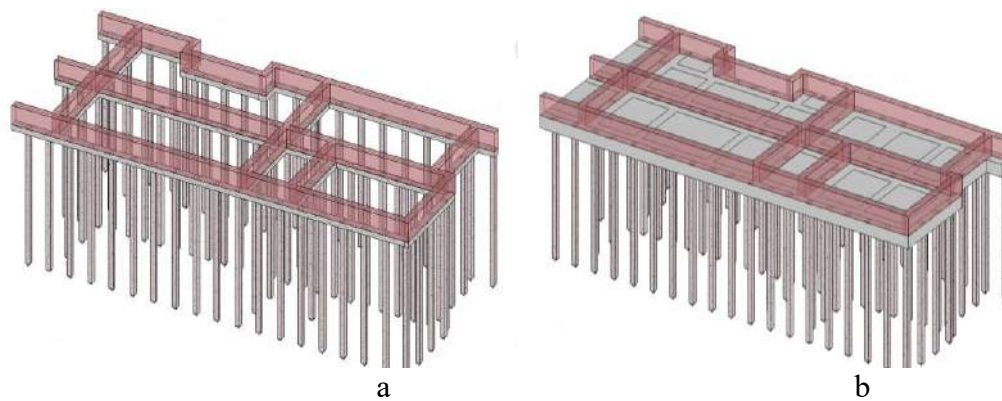


Fig. 5 – 3D scheme of foundations: a – before underpinning; b – after underpinning

So, based on the analysis of the results of the geotechnical support of the reconstruction of natural objects, conclusions were drawn. The high efficiency and reliability of increasing the bearing capacity and reducing the deformability of the existing bases and foundations of buildings has been proven. During the research, the following methods were used: reinforcement of the massif with soil-cement elements; strengthening of foundations by compaction using pneumatic punches; driving in piles and placing a ribbed monolithic slab under the existing gratings, etc.

Reference

1. Briaud J.-L. *Geotechnical Engineering: Unsaturated and Saturated Soils*. Hoboken: John Wiley & Sons. 2013. 1022 p.
2. Katzenbach R., Leppla S, Seip M., Kurze, S. Value Engineering as a basis for safe, optimized and sustainable design of geotechnical structures. *Proc. of the XVI European Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering for Infrastructure and Development*. Edinburgh. 2015. 601–606
3. Poulos H.G. *Tall building foundation design*. Boca Raton: CRC Press. 2017. 560 p.
4. Innovative projects in difficult soil conditions using artificial foundation and base, arranged without soil excavation / P. Kryvosheiev, G. Farenjuk, V. Tytarenko, I. Boyko, M. Kornienko, M. Zotsenko, Yu. Vynnykov, V. Siedin, V. Shokarev, V. Krysan. *Proc. of the 19th Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*. Seoul. 2017. 3007–3010.
5. Vynnykov Yu.L. Kharchenko M.O., Manzhaliy S.M. Reinforcement of a deformed structure on the pile foundation. *Intern. Scientific Conf. Energy Efficiency in Transport (EET 2020). IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1021 (2021) 012030*. IOP Publishing.

Khoruzhiy V.P.¹, Makarenko V.D.¹, Galinska T.A.², Osadchiy V.S.³, Makarenko Yu.V.⁴

¹ Kyiv National University of Construction and Architecture, 31 Povitroflotskyi Avenue, Kyiv, Ukraine

Professor, Doctor of Technical Sciences, ORCID 0000-0002-5314-0483

knuba_stf@ukr.net

Professor, Doctor of Technical Sciences, ORCID 0000-0001-6668-3957

vstup@nupp.edu.ua

² National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”, Pershotravnevy Ave, 24, Poltava, Ukraine, ORCID 0000-0002-6138-2757, galinska@i.ua

³ Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, ORCID 0000-0002-0611-4944

⁴ University of Manitoba, Winnipeg, Canada

RESOURCE REMAINING ESTIMATING CALCULATION EXPERIMENTAL METHOD AT HYDROTECHNICAL BUILDINGS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES REINFORCING RODS

Аннотация. Установлено, что снижение характеристик трещиностойкости в поверхностных слоях арматурных стержней, контактирующих с агрессивной средой, вызвано деградирующим действием водорода на кристаллическую структуру металла. Предложен расчетно-экспериментальный метод, позволяющий проводить прогнозную инженерную оценку остаточного (рабочего) ресурса железобетонных конструкций, эксплуатируемых в коррозионно-агрессивных средах гидротехнических сооружений и адекватно отражающий физико-механические процессы в металле, происходящие в течение длительной эксплуатации.

Ключевые слова: ресурс, коррозия, арматура, железобетон

Abstract. It was established that the decrease in crack resistance characteristics in the surface layers of reinforcing rods in contact with an aggressive environment is caused by the degrading effect of hydrogen on the crystalline structure of the metal. A calculation experimental method is proposed, allowing to carry out a predictive engineering assessment of the residual (working) resource of reinforced concrete structures operated in corrosive-aggressive environments of hydraulic structures and which adequately reflects the physical and mechanical processes in the metal that occur during its long-term operation.

Key words: resource, corrosion, reinforcement, reinforced concrete

– Relevance of the topic and formulation of the problem. The problem of ensuring the reliability of hydrotechnical structures, including reinforced concrete structures, is increasingly urgent, because their aging significantly outpaces the pace of technical rearmament. For example, in the hydrotechnical industry of Ukraine, as of January 1, 2021, about 60% of technological equipment and engineering structures have almost exhausted their normative resource, and a significant part of them has reached physical wear and tear.

– This problem is exacerbated by the lack of a scientifically based concept of technical diagnostics and resource determination and the insufficient effectiveness of traditional methods and means of metal structures non-destructive control.

– Based on the analysis of existing approaches to the assessment of the remaining safe resource of aging equipment, formed in various industries, the following general trends can be identified [1-18]:

– Many specialists in the field of equipment reliability are moving from probabilistic methods of resource assessment based on failure statistics to assessment of individual resource

of aging equipment based on an integrated approach that combines the results of destructive and non-destructive testing with verification calculations for strength;

- When assessing the resource, there is a noticeable tendency to move from flaw detection to technical diagnostic methods based on a combination of fracture mechanics, metallurgy and non-destructive testing. The methods of non-destructive control of the stress-strain state (STS) of equipment and structures come to the fore;

- The need for a 100% inspection of aging equipment is recognized in order to identify potentially dangerous elements and areas.

At the same time, it is necessary to note the following shortcomings and shortcomings that exist in the implementation of these approaches. With the complex application of various methods and means of non-destructive and destructive control, there is no strictly defined order and sequence in their application for a specific object of control.

At the same time, the main drawback of the known methods is that they offer a low level of permissible stresses $[\sigma]$. As a rule, the level $[\sigma] \leq \sigma_{0,2}$ – conventional yield strength of metal. At the same time, as practice shows, the reliability and service life of the equipment are mainly determined by zones of stress concentrations, in which the level of actual stresses can reach the yield point and higher.

The trend of transition from traditional defectoscopy to technical diagnostics using a complex approach, which includes: determination of defect parameters, assessment of the distribution of internal (residual) stresses, determination of the actual structural and mechanical characteristics of the metal is restrained, first of all, by the low efficiency of existing methods and means of VAT control. For example, in works [5,17,18] it is noted that at the current stage, none of the tested means of stress determination (about ten different stress monitoring devices were tested) in real conditions of pipeline operation can provide reliable information about VAT.

The need for a 100% survey of the state structures during the resource assessment, although it is realized that the implementation of this task in practice requires large expenditures of time and material and financial resources.

Analysis of existing methods of non-destructive control of damage and degradation of metal shows their low efficiency in assessing the resource of industrial equipment and structures. The trend of transition from traditional defectoscopy to technical diagnostics using fundamentally different control methods and approaches is becoming clear and natural. More complex tasks that arise when evaluating the resource of the equipment (compared to ordinary defectoscopy during normal operation) require the use of tools and methods that are more difficult to master, but more effective in controlling the changing properties of the metal. Such methods should include, first of all, methods and means that allow controlling the VAT of equipment in practice.

All the world's leading diagnostic centers deal with the problem of measuring mechanical stresses in working structures in order to assess their condition. However, until now, effective stress control methods suitable for practice have not been proposed.

Thus, the shortcomings listed above in the assessment of the performance of structures and their residual, safe, operational resource show that calculation methods using crack resistance criteria sensitive to structural changes during long-term operation are becoming important at this time.

It is known [17,18] that during long-term operation, the mechanical characteristics of structures can change significantly due to metal fatigue caused by its corrosion-hydrogen degradation. Therefore, the purpose of the work was to develop a calculation-experimental method for estimating the residual resource of industrial reinforced concrete structures of hydraulic structures (using the example of reinforcement of reinforced concrete slabs) taking into account the degradation of steel during long-term operation (more than 40-50 years).

The purpose of the research is to develop a calculation-experimental method for estimating the residual resource of reinforcement of reinforced concrete structures, taking into account hydrogen degradation of reinforcing steel during long-term operation.

Research materials and methods. The experiments used samples cut from the reinforcement of reinforced concrete structures according to the scheme presented in Fig. 1. The diameter of the reinforcing rods is 32 mm. The material of the armature was medium-manganese steel grade 35 (heat treatment - hardening + tempering) of the following chemical composition (in %): 0.36 C; 0.29 Si; 0.92 Mn; 0.028 S; 0.029 R; 0.0039 [N] . Conditional yield strength of steel 35 – $\sigma_{0,2} = 420$ MPa, and the minimum allowable $[\sigma_{0,2}^{\min}] = 378$ MPa.

The service life of experimental fittings is 20 and 40 years.

Flat samples with a working part size of 80'3'30 mm were made from different cross-section layers of reinforcing bars of reinforced concrete structures (see Fig. 1).

The test methodology and criteria for evaluating the crack resistance of metal are described in detail in [5].

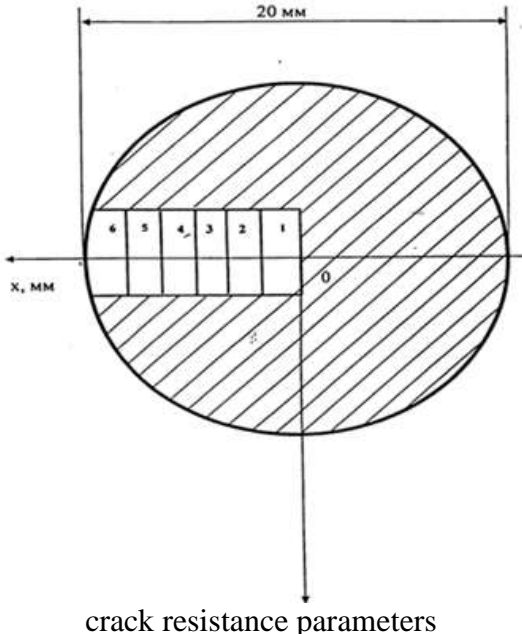


Figure 1 – Design scheme of an inclined reinforced (compressed) strut (plate), loaded at the ends by normal and tangential surface forces (a) and a wedge-shaped concrete zone above a dangerous inclined crack (b)

Research results and their discussion

The results of measurements of the conditional yield strength are shown in Fig. 1, the nature of the change in hydrogen content along the cross-sectional thickness of reinforced concrete structures is also shown there.

From the data shown in Fig. 1, it can be seen that as a result of long-term operation, the values of the index $\sigma_{0,2}$ decrease for the inner and outer layers of the cross section of the armature, this is especially clear for the outer surface of the armature of reinforced concrete structures. The metal of the middle layers of the body is almost not subjected to degradation reinforcement, which is confirmed by the nature of hydrogen distribution across the cross section of the reinforcement and indicates embrittlement of the metal structure.

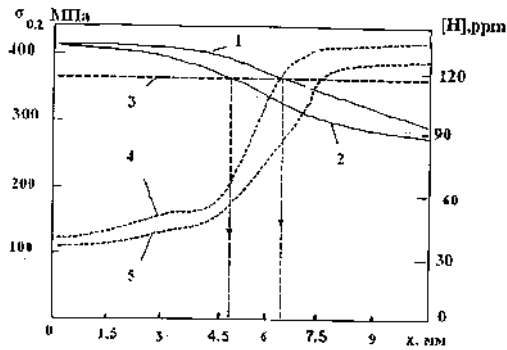


Figure 2 – Graphs of changes in the index $\sigma_{0,2}$ (1.2) and hydrogen content $[H]$ (4.5) across the cross section of reinforcing bars of reinforced concrete structures, as well as the minimum permissible value of the conditional yield strength of degraded steel (3). Designation: 1.5 - the armature was operated for 20 years; 2.4 - fittings were operated for 40 years.

The results of calculations of the metal degradation coefficient D_i according to the thickness of reinforcing bars are shown in Fig. 3. It can be seen that the crack resistance indicator maintains an approximately constant value for the middle layers of reinforcement, regardless of the period of operation. However, for the external surfaces of the armature, the degradation coefficient D_i increases sharply, which indicates corrosive hydrogen degradation of the metal during long-term operation. Metallographic studies confirmed the presence of samples of sulfides and oxides of Mn and Fe and hydrogen micropores around non-metallic inclusions in fractures (Fig. 4).

The study of the structure of the grain boundaries and the areas located around the microlesions showed that they contain corrosive-active agents of the working environment with which the equipment is in contact, which leads to loosening and weakening of the bonds between the grains, and, therefore, to a decrease in crack resistance (Fig. .5). As can be seen from Fig. 6, indeed, the boundaries of the crystals in the adjacent zones of corrosion ulcers are loosened, where corrosive-aggressive agents - H_2 , S, C, O_2 , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- - and others, which promote and intensify electrochemical processes, easily enter corrosion

Fractographic analysis of fractures of samples made from reinforcing rods of reinforced concrete structures showed that microcracks, as a rule, originate either from pores formed in the metal structure, or from non-metallic inclusions (most often oxides and sulfides) - Fig. 4. However, they can originate and develop in the body of grains, and the reason for their formation is diffusive and mobile hydrogen coming from the environment, which is in direct contact with the surface of the parts and components of the equipment, as well as as a result of anodic-cathode reactions of interaction chemically - active medium with a metal surface (Fig. 5, 6).

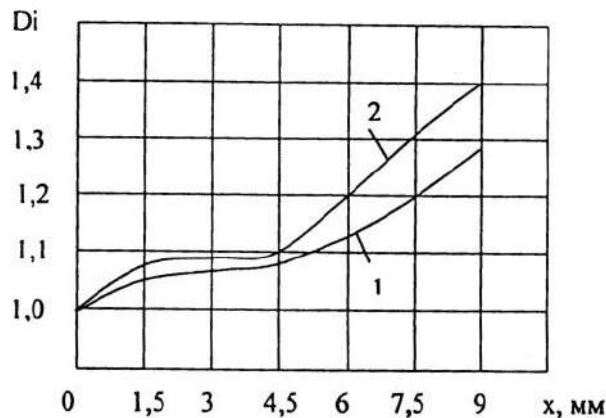


Figure 3 – Degradation coefficients of metal D_i by the thickness of the cross-section of transport system shafts. Designation: 1 - 20 years, 2 - 40 years.

Chemosorbed hydrogen creates a layer of negative hydrogen ions on the surface of a submicrocrack (the initial stage of submicrocrack initiation). The localization of negative hydrogen ions on the banks and at the top of a perfectly sharp seed microcrack greatly facilitates the breaking of the most strained interatomic bonds in the crystal lattice of the metal.

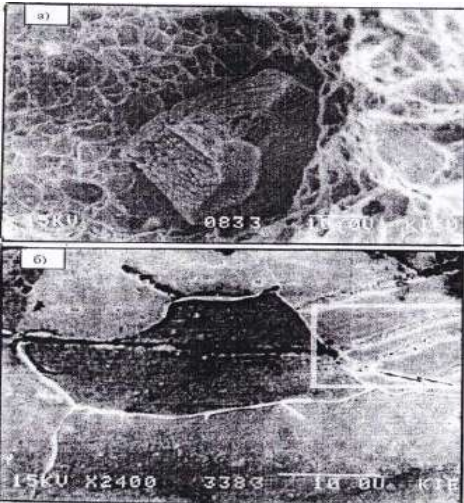
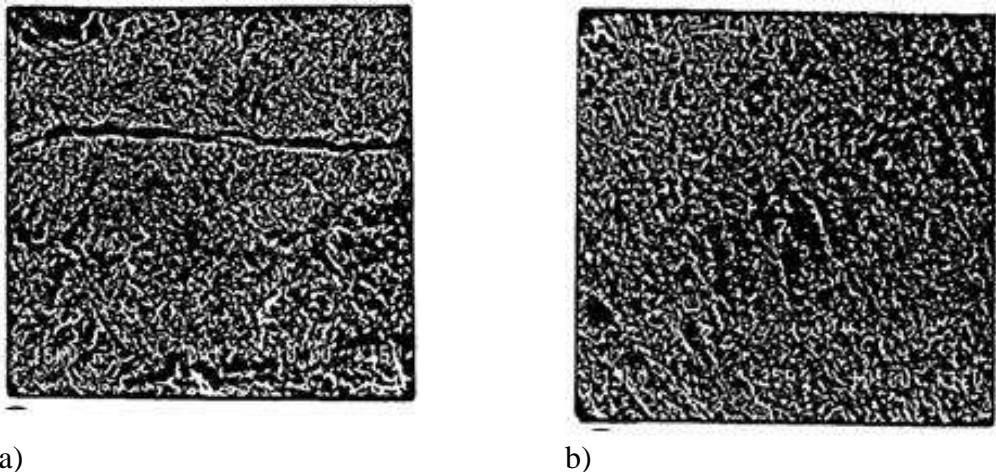


Figure 4 – FeS sulfides (a) and Fe and Mn oxysulfide inclusions (c) that appear on the surface of reinforcing rods, as well as a microcrack (b), which originates near the corrosion damage of the reinforcement. Magnification: a - ' 4500; b - ' 2400.

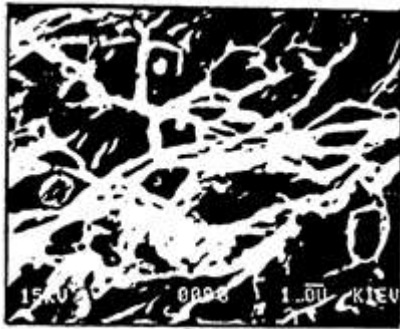
Simultaneously with the first stage, hydrogen atoms and ions are delivered by means of dislocations in the vicinity of the formed microcrack, and especially to its top, as a result of which the concentration of stresses increases, which leads to the weakening of interatomic bonds in the structure during the realization of destruction by the mechanism micro chipping.

Fig. 1 also shows the criterion of acceptable metal degradation, which was determined in accordance with the recommendations given in works [4, 18] for the reinforcement of reinforced concrete structures of hydraulic structures [17, 18]. Analysis of graphic dependencies and points of intersection of lines 1 and 2 with line 3 (see Fig. 1) provides the value of the thickness of the degraded metal, which allows you to calculate the remaining resource of reinforced concrete structures.





c)
Figure 5 – Grain boundaries structure around microcuts: a - ' 200; b - ' 400; c - ' 1500.



a) b)

Figure 6 – Microcracks near pores (a) and non-metallic inclusions (b): a - ' 2500; b - ' 2000.

Long-term measurements of corrosion and mechanical damage have shown that the average rate of corrosion of reinforcement of reinforced concrete structures of hydrotechnical facilities is 0.05-0.10 mm/year. Therefore, after 20 years of operation, the cross-section of the armature decreases by an average of 4.0 mm, and the remaining thickness (diameter) is ≈ 24 mm.

Taking into account the data shown in Fig. 2, 3, it can be concluded that if measures are taken to protect the outer surface of the reinforcing bars against corrosion, it can be guaranteed that they can ensure operational reliability for more than 50 years.

Thus, the proposed method of calculating the remaining resource at hydraulic structures reinforced concrete structures reinforcing rods of adequately reflects the degradation processes in metal caused by corrosion-fatigue damage of metal caused by the presence of a hydrogen sulfide component in the environment, which allows to give with high probability a predictive engineering assessment of the operational reliability of hydraulic structures (for example , piers, dams, etc.).

So, the above results of experimental studies enabled us to draw the following **Conclusion:**

1. Based on corrosion-mechanical, metallographic and X-ray spectral studies, the cause of accidental destruction of reinforced concrete structures of hydraulic structures was established, which consists in the fact that corrosion damage to the metal reinforcement of reinforced concrete structures is caused by their active flooding and embrittlement, as a result of which plastic properties and stability are reduced material against corrosion-mechanical destruction of reinforcing rods, especially after 3-5 years of operation.

2. Based on existing approaches to the assessment of aging structures developed in various branches of mechanical engineering, including hydraulic engineering, established trends and shortcomings in determining the serviceability of metal structures and their residual resource,

in connection with which computational and experimental methods using crack resistance criteria sensitive to changes in the metal structure during long-term operation.

3. It was established that the decrease in crack resistance characteristics in the surface layers of reinforcing bars in contact with an aggressive environment is caused by the degrading effect of hydrogen on the crystalline structure of the metal.

4. The proposed calculation-experimental method enables to carry out a predictive engineering assessment of the residual (working) resource of reinforced concrete structures operated in corrosive-aggressive environments of hydraulic structures and which adequately reflects the physical and mechanical processes in the metal that occur during its long-term operation.

Reference

1. Meshkov Yu.Ya. Physical foundations of destruction of steel structures. -Kyiv: Naukova dumka.-1981.-229p.

2. Vasylenko I.I., Melekhov O.D. Corrosion cracking of steel. - Kyiv: naukova dumka. - 1997. – 265 p.

3. Zolotarevsky V.S. Mechanical properties of metals.–M.: Metallurgy. - 2013. - 350 p.

4. Kalachev B.A. Hydrogen embrittlement of metals. - M.: Metallurgy. - 2009. – 216 p.

5. Makarenko V.D., Moroz A.I., Petrenko I.V. Methods of assessing the safe resource of agro-processing equipment in production//Nizhyn NSU named after Mykola Gogol.- 2017.-- 133 p.

6. Marinin A.N. Resistance of iron concrete structures to chloride corrosion and carbonation / A.N. Marinin, R.B. Garibov, I.G. Ovchinnikov Saratov: Izdat. "RATA" center, 2008. 296 p.

7. Moskvina V.M. Corrosion of concrete and reinforced concrete, methods of their protection / V.M. Moskvina, F.M. Ivanov, S.N. Alekseev, E.A. Guzev. M.: Stroyizdat, 1980. 536 p.

8. Sakharov V.N. Contemporary methods of anti-corrosion protection of metal structures in hydraulic engineering / V.N. Sakharov, V.G. Mayorov // Hydrotechnical construction. 2005. No. 3. P. 46-49. Internet magazine "NAUKOVEDENIE" <http://naukovedenie.ru> Issue 5 (24), September - October 2014 publishing@naukovedenie.ru21 <http://naukovedenie.ru>

9. STO-017-2007. Standard of the organization. Concrete and reinforced concrete constructions of transport structures. Protection against corrosion / Transstroy JSC. M., 2007. 45 p.

10. Pychugin A.G., Khrytankov V.F. and others. Ways to ensure the durability of river port structures //IVVseros. Scientific and practical conference "Contemporary problems of construction and life support", Yakutsk. - 2016. - P.271-275.

11. Markovich R.A., Kolgushkin A.V. Corrosion of marine hydrotechnical structures// Hydrotechnical construction.- 2(15).-2000.–P.72-75

12. Rosenthal N.K., Chorny G.V., Porshnia I.I. Corrosion of concrete and reinforced concrete structures in fresh and sea water//Bulletin of the Scientific Research Center "Stroitelstvo". - No. 1(2). - 2017. - P. 43-53

13. Kovalenko R.G. Analysis of changes in the bearing capacity of "Bolverka" taking into account the corrosion of the sheet pile wall//Hydrotechnical construction.-№4(16).-2000.-P.43-51

14. Dubrovsky M.P. Analysis of the current state of operated mooring structures of seaports of Ukraine//Bulletin of Odesa National Maritime University. - No. 2(33). -2018.

15. Dyadur L.S. Corrosion effect as an essential factor in the technical operation of port mooring structures of the "Bolverk" type//Bulletin of the Odessa National Maritime University. - No. 1(47). -2016.-P.136-144

16. Okada T., Hattori S. Dependence between salt concentration in water and corrosion fatigue resistance of structural steel//Journal of Engineering Materials and Technology, 1985.-vol.107.-P.235-239.

17. Makarenko V.D., Bilyk S.I., Maksimov S.Yu. etc. Corrosive destruction of sea piers// Kyiv: NUBiP of Ukraine. -2021.- 296 p.

18. Makarenko V.D., Maksymov S.Yu., Vinnikov Yu.L. etc. Corrosive destruction of sewage systems of Ukraine// Kyiv: NUBiP of Ukraine. -2021.- 294 p

Mykytenko Serhii

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Associate Professor of the Department of Building Structures, ORCID 0000-0003-0569-4091, mukutas@gmail.com

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF REINFORCED CONCRETE ELEMENTS UNDER SIMULTANEOUS ACTION OF TRANSVERSE FORCE, BENDING MOMENT AND TORSIONAL MOMENT.

Summary. The results of theoretical and experimental studies of reinforced concrete elements under the simultaneous action of transverse force, bending moment and twisting moment are presented. Theoretical studies were performed using optimization methods with constraints.

Аннотация. Изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований железобетонных элементов при одновременном воздействии поперечной силы, изгибающего момента и момента вращения. Теоретические исследования выполнялись с использованием методов оптимизации с ограничениями.

Keywords: shear forces, torsion moment, breakage of a part reinforcement, optimization

State of the issue and research objectives. The design of modern buildings and their individual structures requires the search for optimal scientific solutions. The problem of optimal design of a single structure is reduced to the fact that from several design options it is necessary to choose one that will meet the extreme value of the optimality criterion. Such indicators as the weight of the structure, the cost of its manufacture, durability, reduced costs, etc. may be taken as a criterion. The calculation methods for the improvement of modern reinforced concrete structures are proposed that take into account complex force effects. A significant number of bar reinforced concrete structures are subjected to the simultaneous action of shear forces V_{Ed} , bending moments M_d and torsional moments T . The calculation of the strength of the members of such structures according to existing standards [1] consists in checking the strength of the already designed section separately for the action of each mentioned force factor. Separate calculation leads to over-reinforcement of dangerous sections with longitudinal and shear reinforcement, which, accordingly, does not contribute to the optimal design of structures. More economical in terms of reinforcing steel consumption are members that are not overreinforced with longitudinal and shear reinforcement, which are designed with breaks in the longitudinal principal bars. To date, a method has been developed for calculating the strength of such structures [2] under the simultaneous action of V_{Ed} and M_d forces. Papers [3, 4] present modern methods for calculating the strength of reinforced concrete members in torsion without simultaneous consideration of various force factors.

The aim of the study is to apply an optimization approach in strength calculations of the bar reinforced concrete members not overreinforced with longitudinal and shear reinforcement

taking into account the simultaneous action of shear forces V_{Ed} , bending moments M_d and torsional moments T .

The main material. The strength calculation of reinforced concrete members not overreinforced with longitudinal A_s and shear A_{sw} reinforcement, which takes into account the joint action of V_{Ed} , M_d , and T forces.

1. The members are considered in the stage of destruction, when the ultimate state of the longitudinal and shear reinforcement in the dangerous spatial section (DSS) and in the concrete of the compressed area of this section is reached.

2. The stresses in the concrete compressed area are distributed according to a certain law $\sigma_c = f(\varepsilon_c)$, and the total force is determined by the dependence

$$N_c = \int_0^x \sigma_c dz \cdot b / \sin \varphi. \quad (1)$$

3. The ultimate value of the longitudinal compressive N_c , tangential T_c and shear Q_c forces of the concrete fracture area in the DSS may be determined by the known dependence for a concrete sheared wedge [5].

$$\sqrt{Q_c^2 + T_c^2} = A \cdot f_c \cdot b \cdot x / \sin \varphi + \alpha_N \cdot N_c, \quad (2)$$

where A and α_N are coefficients that take into account the type and class of concrete.

4. Due to the considerable flexibility of the longitudinal reinforcement A_s , the shear force perceived by it is not taken into account after the break, because it is considered axially tensile.

6. Large plastic deformations of the longitudinal and shear reinforcement in the spatial inclined section cause a significant displacement of the beam discs separated by the DSS. As a result, the DSS opens significantly without substantial displacement of its banks, which leads to the disappearance of the grip in the DSS.

7. The proportional loading of reinforced concrete members by external loads is considered. The shear force V_{Ed} , bending moment M_d , and torsional moment T in the spatial section are determined through the load parameter F by the following formulas

$$F = \frac{V_{Ed}}{f_c b h_o F_Q} = \frac{M_d}{f_c b h_o^2 F_M} = \frac{T}{f_c b h_o^2 F_T}, \quad (3)$$

where F_Q , F_M , and F_T are functions that depend on the type of load, the values of C , and X_S .

8. The projection of the DSS C is the sum of the projections of the spatial section on the side and bottom faces of the member

$$C = C_{WR} + C_{WF} + C_B, \quad (4)$$

it is determined from the condition of minimum load parameter F .

9. A reinforced concrete member is considered which is a section of the structure with constant signs of the diagrams V_{Ed} , M_d , and T .

When solving the problem of checking the strength of the member, the following values are given: its length l , geometric dimensions of the concrete cross-section h and b , location and number of tensile A_s and shear reinforcement A_{sw} , strength characteristics of concrete f_{cd} , f_{ctd} , longitudinal tensile reinforcement f_{yd} , shear reinforcement f_{ywd} (Fig. 1).

In general, a member within its length l is loaded with external loads q_i and P_i . The forces V_{Ed} , M_d , and T at the ends of the member and the loads along its length satisfy the equilibrium conditions of the member as a whole.

Failure occurs along the dangerous spatial section, which is bounded by inclined cracks on the side and bottom faces with the corresponding projections C_{WR} , C_{WF} and C_b on the X -axis. The compressed concrete area of the spatial section is determined by the height of the neutral axis depth x and the angle φ , where

$$\cos\varphi = \frac{c}{\sqrt{c^2+b^2}}; \quad \sin\varphi = \frac{b}{\sqrt{c^2+b^2}}. \quad (5)$$

The conditional point of break of the longitudinal reinforcement A of the member is determined by the coordinate X_S , and the actual point is $X_S+Cb/2$.

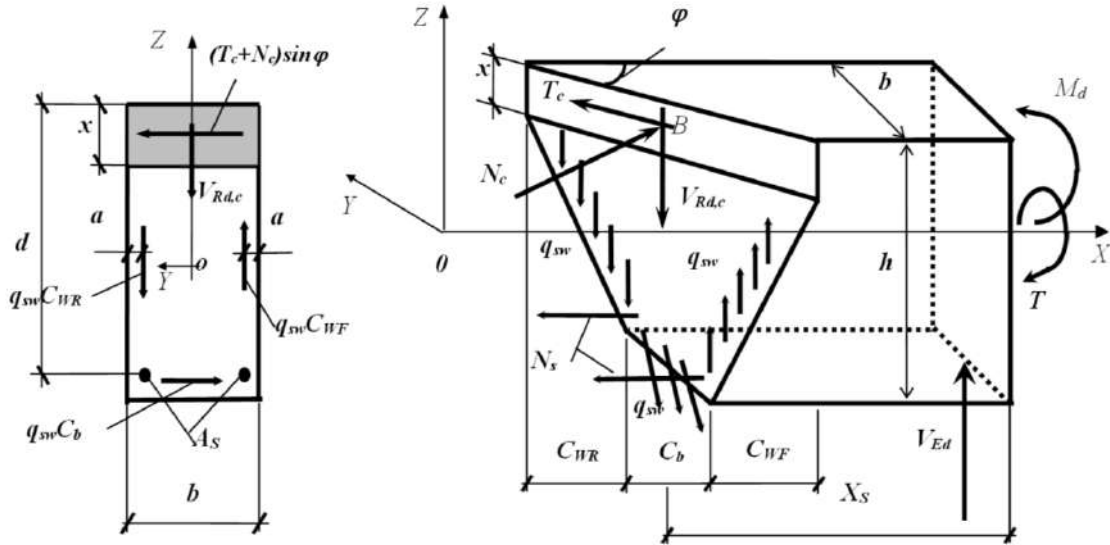


Figure 1 – Effort diagram in the dangerous spatial section (DSS)

For the simplest case of external load, when $q_i=0$ and $P_i=0$, the equilibrium equations are as follows

$$\Sigma X = 0; (N_C - T_C) \cos\varphi - N_S = 0; \quad (6)$$

$$\Sigma Y = 0; (T_C + N_C) \sin\varphi - q_{sw} C_b = 0; \quad (7)$$

$$\Sigma Z = 0; V_{Ed} - V_{Rd,c} - (C_{WR} - C_{WF}) q_{sw} = 0 \quad (8)$$

The sum of bending moments about point B, where the resultant forces are applied in the compressed concrete area,

$$\Sigma M_B = 0; N_S Z_C - V_{Ed} \cdot X_S - M_d = 0. \quad (9)$$

The sum of torsional moments about the x-axis passing through the centre of gravity of the concrete section of the member,

$$\Sigma T_X = 0; T - (T_C + N_C) \sin\varphi - q_{sw} C_{WR} \cdot (b - 2a) - q_{sw} C_b \cdot (h - a)/2 = 0. \quad (10)$$

The condition of minimum of the ultimate load parameter F by the value of C is used to check the strength,

$$\partial F / \partial (C/h_0) = 0. \quad (11)$$

The use of condition (11) is possible according the kinematic theorem of the ultimate equilibrium method, which makes it possible to take into account the plastic nature of destruction in the DSS of an overreinforced member.

Thus, the problem of checking the strength of an inclined section is reduced to solving an optimization problem of nonlinear programming: to find the load parameter (3) from the condition of its minimum (11), subject to additional conditions

The task of finding the required cross-section of reinforcement A_S , A_{SW} , determining the values of C , x and coordinate X_S is also formulated and solved as an optimisation problem of nonlinear programming [4]. It is necessary to determine the minimum of longitudinal and shear reinforcement for the solution of the task. The objective function is the volumetric coefficient of reinforcement of the member with longitudinal and shear reinforcement

$$V_S = (A_S X_S + A_{S_l} (l - X_S) + A_{SW} l / S) / (l \cdot b \cdot d), \quad (12)$$

where A_{S1} is the area of the longitudinal reinforcement before the break;

S is the spacing of shear reinforcement.

Additional requirements for the objective function (12) are equations (1) and (6)-(10), as well as constraints in the form of inequalities

$$C + X_s \leq l; \quad (13)$$

$$N_s \leq A_s f_{yd}; \quad (14)$$

$$q_{sw} \leq A_{sw} f_{ywd} / S. \quad (15)$$

To verify the proposed calculation method, reinforced concrete beams not overreinforced with longitudinal and shear reinforcement with a cross section of 120×200 mm and a length of 1500 mm were tested. All beams were reinforced with tied cages, which included composed reinforcing bars (Fig. 2). The ends of the shorter bars were welded to the main bar by arc welding, with a weld length of at least 5d. The beams were reinforced with longitudinal reinforcement in the upper area A240C d=6 mm and in the lower area A400C d=10 mm, shear reinforcement was installed of grade Bp-I d=4 mm with a spacing of S=80 mm.

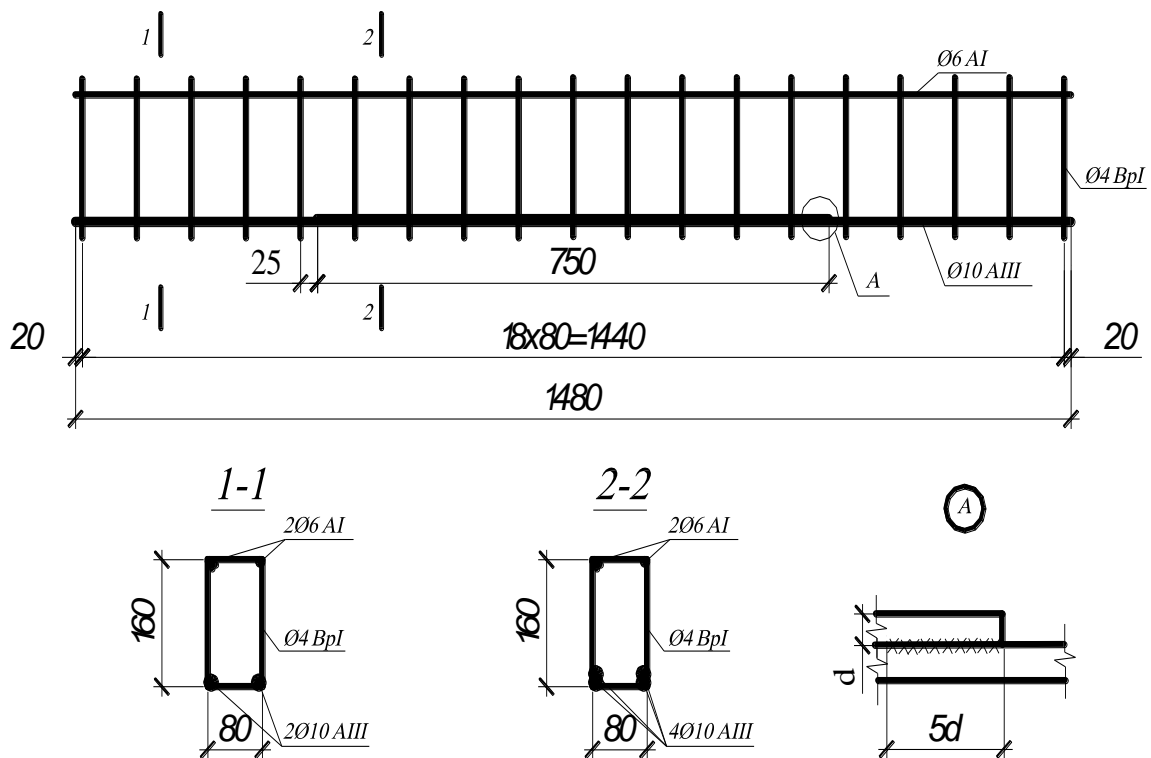


Figure 2 – Reinforcing cages

The beams were tested in the laboratory of the Department of Building Structures of National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”. All beams were brought to destruction, which was characterised by plastic nature. The values of the destructive loads are shown in Table 1. The research showed that the spatial sections of the specimens were not overreinforced with longitudinal and shear reinforcement, as evidenced by the readings of strain gauges on the reinforcement and concrete.

Table 1 – Experimental data of the tested beams

№ п/п	Beam cipher	Width b , mm	Height h , mm	Destructive load		M_d/T
				Bending moment M_d , kN·m	Torsional moment T , kN·m	
	БК-1	120	200	7,5	2,35	3,64
	БК-2	120	200	7,8	2,52	3,57
	БК-3	120	200	10,4	1,68	7,14

Conclusion. The optimization method of strength calculation, in accordance with which the specimens were calculated and designed, makes it possible to design not overreinforced bar members under the simultaneous action of shear forces V_{Ed} , bending moments M_d , and torsional moments T .

Reference list

1. DBN V.2.6-98:2009. Betonni ta zalizobetonni konstrutsii. Osnovni polozhennia. –K.: Minrehionbud Ukrainy, 2011. –73 s.
2. Mytrofanov, V. P. Formuly y prymery rascheta prochnosty zhelezo-betonnykh elementov po optymizatsyonnoi teoryi / V. P. Mytrofanov // Sovershenstvovanye rascheta prochnosty elementov betonnykh, zhelezobetonnykh y kamennykh konstruktsiy: sb. nauch. tr., posviashchen. 70-letiyu so dnia rozhdennia V.P.Mytrofanova. – Poltava: PoltNTU, 2007. – S. 149–173.
3. Yaremenko, O.F. Nesucha zdattnist ta deformatyvnykh zalizobetonnykh sterzhnevnykh elementiv v skladnomu napruzhennomu stani / O.F.Iaremenko, Yu.O. Shkola; Odesk. derzh. akademiia budivnytstva ta arkhitektury. – Odesa: Even, 2010. – 136 s.
4. Azyzov, T.N. Prochnost pry kruchenny zhelezobetonnykh elementov priamouholnoho sechenia s normalnymu treshchynamy / T.N.Azyzov, N.N. Srybniak // Resursoekonomni materialy, konstruktzii, budivli ta sporudy: zb. nauk. pr. Vyp. 17. – Rivne: Nats. un-t vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia, 2008. – S. 100–104.
5. Mitrofanov V. P. Optimization strength theory of reinforced concrete bar elements and structures with practical aspects of its use / V. P. Mitrofanov // Bugningsstatistiske Meddelelser. Edited and published by the Danish Society for Structural Science and Engineering. Volume 71, No.4, December 2000, pp. 73-125.

Oleksandr Horb¹, Pavlo Mytrofanov², Oleksandra Shevchenko³

¹ National Aviation University, Liubomyra Huzara Ave, 1, Kyiv, Ukraine, PhD,
ORCID 0000-0003-3104-7621, olhorb@gmail.com

² National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”, Pershotravnevy Ave, 24,
Poltava, Ukraine, ORCID 0000-0003-4274-1336, mytrofanov.p@gmail.com

³ National Aviation University, Liubomyra Huzara Ave, 1, Kyiv, Ukraine, PhD,
ORCID 0000-0003-3104-7621, oleksandra.shevchenko@npp.nau.edu.ua

Cross-Section Analysis of Compressed Composite Multilayer Elements

Abstract. The method for determining the stress-strain state of steel-concrete elements with sheet reinforcement under axial compression is based on experimental studies of centrally compressed samples. According to the results of these experiments, the dependencies of the development of longitudinal and transverse deformations of the cross-section on the load were obtained. Based on the measured deformations, stresses in concrete, sheet reinforcement and reinforcing bars were determined. Bringing prototypes to destruction formed a picture of destruction and made it possible to describe the nature of the loss of bearing capacity.

Keywords: concrete, stress-strain state,

Main material. Based on the above, the following prerequisites for the formation of a design method for the stress-strain state of compressed steel-reinforced concrete elements reinforced with an adhesive compound are formulated [1-3]:

- Concrete, steel sheet and bar reinforcement are isotropic elastoplastic materials;
- The mechanical and geometric characteristics of steel and concrete are assumed to be constant along the length of the steel-reinforced concrete element;
- An external load in the form of a rigid die is applied to the extreme (end) cross-sections;
- The cross-section, which accepts the longitudinal external force, consists of concrete, sheet and rod reinforcement;
- The adhesive layer has a small thickness, so it does not participate in direct counteraction to external loads, but limits the movement of the concrete part in the transverse direction along the corresponding edges;
- The connection between the components of the complex is rigid;
- The strength of the adhesive bond exceeds the tensile strength of concrete;
- Concrete is in a volumetric stress state;
- Sheet reinforcement is in a biaxial stress state;
- Bar reinforcement is in a uniaxial stress state.

In the elastic stage, longitudinal and transverse stresses are determined according to the generalized formulas of Hooke's law [1]. These formulas are as follows:

$$\sigma_x = 2G \left(\varepsilon_x + \frac{3\nu}{1-2\nu} \varepsilon_{cp} \right) \quad (1)$$

$$\sigma_y = 2G \left(\varepsilon_y + \frac{3\nu}{1-2\nu} \varepsilon_{cp} \right) \quad (2)$$

$$\sigma_z = 2G \left(\varepsilon_z + \frac{3\nu}{1-2\nu} \varepsilon_{cp} \right) \quad (3)$$

where $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ – deformations along the respective axes;
 $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ – stresses along the corresponding axes;

$$G = \frac{E_i}{2(1+\nu_i)} \quad (4)$$

$$\varepsilon_{cp} = \frac{\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z}{3} \quad (5)$$

where E_i, ν_i – modulus of elasticity and transverse deformation coefficient of the i-th material;

The cross-section includes, in addition to sheet reinforcement, also rod reinforcement (Figure 1) .

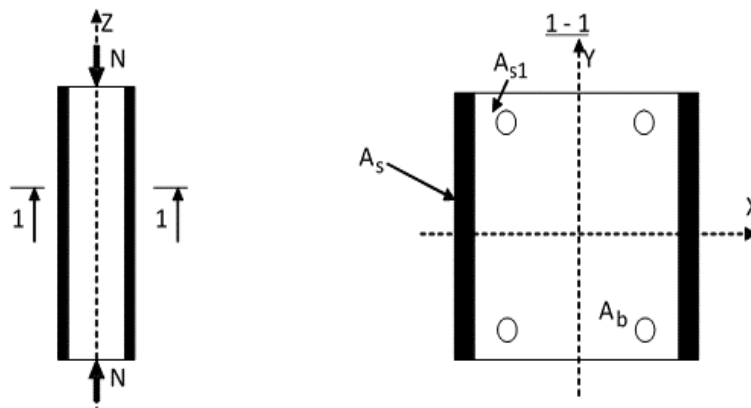


Figure 1 – Design diagram of a compressed reinforced concrete element reinforced with an adhesive joint

Substituting values G i ε_{cp} , we find the stresses in the corresponding parts of the cross-section of steel-concrete elements with sheet reinforcement:

a) Bar reinforcement:

$$\sigma_{s1}^z = E_{s1} \varepsilon_z \quad (6)$$

b) Sheet reinforcement:

$$\sigma_s^z = \frac{E_s}{1-\nu_s^2} (\varepsilon_z + \nu_s \varepsilon_y) \quad (7)$$

$$\sigma_s^y = \frac{E_s}{1-\nu_s^2} (\varepsilon_y + \nu_s \varepsilon_z) \quad (8)$$

c) Concrete:

$$\sigma_b^z = \frac{E_b}{1-\nu_b^2} (\varepsilon_z + \nu_b \varepsilon_x) \quad (9)$$

$$\sigma_b^x = \frac{E_b}{1-\nu_b^2} (\varepsilon_x + \nu_b \varepsilon_z) \quad (10)$$

All components of the complex cross-section are involved in the action of the external compressive load. Therefore, the force characterizing the bearing capacity of a compressed reinforced concrete element reinforced with an adhesive joint is determined by the formula:

$$N = N_b + N_s + N_{s1} \quad (11)$$

where – N_b the force perceived by the concrete part of the complex cross-section of the steel-concrete element reinforced with an adhesive joint;

N_s – the force perceived by sheet reinforcement of a complex cross-section of a steel-concrete element reinforced with an adhesive joint;

N_{s1} – the force absorbed by the rod reinforcement of the complex cross-section of a steel-concrete element reinforced with an adhesive joint.

The forces perceived by the individual components of the cross-section are determined by the formulas:

$$N_b = \sum_{i=1}^m \sigma_{bi} A_{bi} \quad (12)$$

$$N_{s1} = \sum_{p=1}^k \sigma_{s1p} A_{s1p} \quad (13)$$

where A_{bi} – the area of the elementary section of concrete as part of a complex cross-section of a steel-concrete element reinforced with an adhesive joint;

A_{sj} – the area of the elementary section of sheet reinforcement as part of a complex cross-section of a steel-concrete element reinforced with an adhesive joint;

A_{s1} – the area of the elementary section of the rod reinforcement as part of a complex cross-section of a steel-concrete element reinforced with an adhesive joint;

σ_{bi} – the average value of normal stress in the elementary section of concrete;

σ_{sj} – the average value of normal stress in the elementary section of sheet reinforcement;

σ_{s1p} – the average value of the normal stress in the elementary section of the rod reinforcement.

The value of the average value of the normal stress at the corresponding elementary section depends on the type of stress state of the complex cross-section of the compressed reinforced concrete element. Further, the following stress states of the experimental elements will be considered separately: central compression; eccentric compression in the case of small eccentricities; off-center compression in the case of large eccentricities. At the same time,

flexibility is not taken into account, since short steel-reinforced concrete elements reinforced with adhesive joints, in which there is no bending of the longitudinal axis, are considered [4-6].

When calculating centrally compressed steel-reinforced concrete elements reinforced with an adhesive joint, we assume that the load-bearing capacity consists of the load-bearing capacity of sheet reinforcement, concrete and additional bar reinforcement.

The formula for calculating the load-bearing capacity of centrally compressed steel-reinforced concrete elements reinforced with an adhesive joint is as follows:

$$N = (f_{ck} A_b + \gamma_{cs} f_{sk} A_s + \gamma_{cs1} f_{sk1} A_{s1}) \quad (14)$$

where f_{ck} – design resistance of concrete, MPa; A_b – cross-sectional area of the concrete part of the cross-section, cm²; γ_{cs} – a coefficient that takes into account the resistance efficiency of sheet reinforcement steel under steel-reinforced concrete conditions (Table 1); f_{sk} – design resistance of sheet reinforcement, which corresponds to the yield strength of steel, MPa; A_s – cross-sectional area of sheet reinforcement within cross-section, cm²; γ_{cs1} – coefficient that takes into account the resistance efficiency of bar reinforcement steel under steel-reinforced concrete conditions (Table 1); f_{sk1} – design resistance of bar reinforcement corresponding to the yield strength of steel, MPa; A_{s1} – cross-sectional area of bar reinforcement within the cross-section, cm².

Under the conditions of steel-reinforced concrete, sheet and bar reinforcement works within the elastic part of the diagram " $\sigma - \varepsilon$ ". And it is limited by the yield strength for sheet reinforcement and the conditional yield strength for bar reinforcement. In addition to the magnitude of the corresponding stresses, these limits are characterized by the magnitude of the ultimate deformation, which takes the value $(2.0..2.5) \times 10^{-3}$. As shown at the moment of fracture, all components of the cross-section of reinforced concrete elements in the longitudinal direction have equal deformations. For concrete, the magnitude of the ultimate deformation depends significantly on its class [1]. Therefore, at the moment of destruction of the concrete part, the steel components do not reach their strength limit (limits of fluidity). Table 1 shows the values of the coefficients γ_{cs} and γ_{cs1} , which takes into account the resistance efficiency of steel sheet and bar reinforcement in the conditions of steel-reinforced concrete.

Table 1 – Values of coefficients γ_{cs} and γ_{cs1} depending on the strength of concrete

Concrete class	γ_{cs}				γ_{cs1}		
	Design resistance, MPa				Design resistance, MPa		
	190	235	245	280	240	400	500
C12/15	0,72	0,75	0,75	0,79	0,63	0,63	0,79
C16/20	0,74	0,77	0,77	0,81	0,65	0,65	0,81
C20/25	0,75	0,79	0,79	0,83	0,66	0,66	0,83
C25/30	0,89	0,72	0,69	0,60	0,70	0,42	0,34
C30/35	0,78	0,82	0,82	0,86	0,69	0,69	0,86
C32/40	0,80	0,84	0,84	0,88	0,70	0,70	0,88
C35/45	0,82	0,86	0,86	0,90	0,72	0,72	0,90
C40/50	0,84	0,88	0,88	0,92	0,74	0,74	0,92
C45/55	0,85	0,89	0,89	0,94	0,75	0,75	0,94
C50/60	0,87	0,91	0,91	0,96	0,76	0,76	0,96

According to the above methodology, graphs of changes in the stress state of concrete and metal of steel-concrete experimental elements with sheet reinforcement are constructed. Based on the results of the comparison, it should be concluded that the work of metal and concrete in

steel-concrete elements is compatible and that it is possible to determine the stress values depending on the measured deformations.

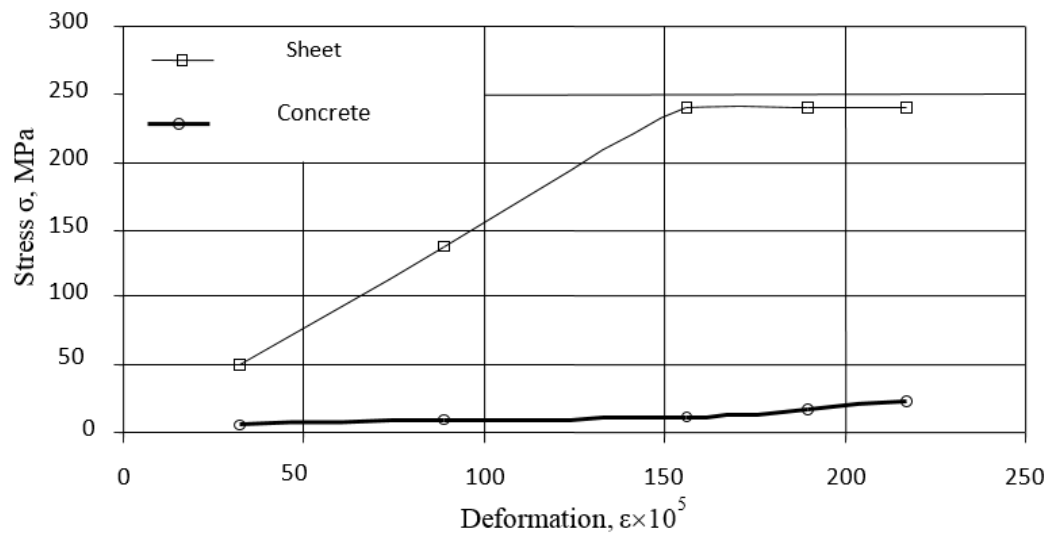


Figure 2 – Stress-strain state of steel and concrete for samples of the SB-1-10 series

Conclusions

The calculation of reinforced concrete elements reinforced with adhesive joints by the deformation method shows results close to experimental and numerical studies. The discrepancies between the results of the experimental and the experimental ones do not exceed (within 3.3%) those carried out earlier. Using approximating functions of dependence of the height of the compressed zone x/h of the cross-section reduced to steel on the relative eccentricity e/ρ , it is possible to simplify the calculation of the proposed structures. An engineering technique using these dependencies gives an accuracy of up to 6.98%. For compressed linear elements of through reinforced concrete structures with external sheet reinforcement, the increase in bearing capacity compared to the bearing capacity of the steel frame due to concrete lies in the range of 50-90%.

References

1. Horb O., Davidenko Y., Skurupiy O., Mytrofanov P. (2020). Application of Bonding Concrete to Reinforcement Using Adhesives in Steel Concrete Composite Structure. Proceedings of the 2020 Session of the 13th fib International PhD Symposium in Civil Engineering (Paris, France, August 26-28, 2020). PP. 2 – 9.
2. Lapenko, O., Baranetska, D., Makarov, V., Baranetskyi, A., 2020. Designing of Structural Construction and Orthotropic Slabs from Steel Reinforced Concrete. MSF 1006, 173–178. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.1006.173>.
3. Zolotov S., Firsov P., Muhamad H. (2020). Evaluation of Stress-Deformed Condition Level of Glued Materials for the Without Anchor Steel-Concrete Joint. In Lecture Notes in Civil Engineering (Vol. 47, pp. 95–102). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27011-7_12.
4. Liu, X., Yu, W., Huang, Y., Yang, G., You, W., Gao, L., & Song, J. (2023). Long-term behaviour of recycled aggregate concrete beams prestressed with carbon fibre-reinforced polymer (CFRP) tendons. Case Studies in Construction Materials, 18 doi:10.1016/j.cscm.2022.e01785.
5. Ji, Y., & Wang, D. (2023). Constitutive model of waste brick concrete based on weibull strength theory. Case Studies in Construction Materials, 18 doi:10.1016/j.cscm.2022.e01738.
6. Alshahrani, A., Kulasegaram, S., & Kundu, A. (2023). Elastic modulus of self-compacting fibre reinforced concrete: Experimental approach and multi-scale simulation. Case Studies in Construction Materials, 18 doi:10.1016/j.cscm.2022.e01723.

¹Азербайджанский университет архитектуры и строительство; д.т.н., профессор

²Руководитель НПО «Пространственные конструкции, сейсмостойкость зданий и сооружений», Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет; д.т.н., профессор

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ И СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация: Приводятся результаты исследования конструктивной безопасности большепролетных уникальных зданий и сооружений с применением пространственных конструкций, выполненных на моделях натуральных конструкциях и, подверженных длительным статическим и динамическим воздействиям высокого уровня. По результатам теоретических и экспериментальных исследований выявлено поведение различных геометрических форм пространственных систем при динамических воздействиях высокой интенсивности. Для обеспечения эксплуатационной безопасности исследованы изменения конструкционных свойств материалов, динамических параметров, климатических условий, податливости несущих диафрагм и наличие начальных несовершенств и локальных повреждений.

Предложено назначение максимального уровня загрузок сейсмических воздействий различной интенсивности, ведение пространственных элементов жесткости, включение которых способствует выходу из резонансного состояния пространственной системы.

Annotation: The results of a study of the structural safety of long-span unique buildings and structures using spatial structures made on models of full-scale structures and subject to long-term static and high-level dynamic influences are presented. According to the results of theoretical and experimental studies, the behavior of various geometric shapes of spatial systems under dynamic influences of high intensity was revealed. To ensure operational safety, changes in the structural properties of materials, dynamic parameters, climatic conditions compliance of bearing diaphragms and the presence of local damages have been investigated.

It is proposed to assign a maximum level of loads for seismic impacts of varying intensity, to maintain spatial rigidity elements, the inclusion of which contributes to the exit from the resonant state of the spatial system.

Ключевые слова: стадийности, строительство, конструктивной безопасности, уникальные, здание.

Keywords: staging, construction, structural safety, unique, building.

В настоящее время теория и практика применения большепролетных пространственных конструкций в уникальных зданиях и сооружениях получает высокий уровень развития [1-5].

В районах Центральной Азии и Закавказье начало возведения оболочек для покрытий общественных зданий относится к глубокой древности [2, 4]. Сохранение этих ансамблей на сегодняшний день свидетельствует о долговечности и надежности применения их для районов высокой сейсмичности, резко изменяющихся климатических и слабых грунтовых условиях [2,4]. Между тем, интенсивные сейсмические воздействия ограничивают внедрение большепролетных уникальных зданий. Для решения этой проблемы получила развитие нелинейная теория расчета пространственных систем [2, 7, 10] разработаны методы расчета оболочек, пластин и стержневых конструкций с учетом

длительности эксплуатации [11, 12] сейсмических воздействий [2, 4, 10], региональных особенностей районов строительства [10, 11]. Повышения сейсмостойкости конструкций осуществлялись разработанными новыми эффективными конструкциями оболочек покрытий с применением пространственных элементов жесткости. Применение их [4, 10, 11], благоприятствует уравниванию реактивных сил между отдельными частями оболочки, вызванной резонансными колебаниями, и способствует их выходу из этого состояния обеспечивая конструктивную безопасность

Сложность создания действительного напряженного состояния рассматриваемых систем, оценки надежности методики расчета, обоснованности принятых исходных предпосылок и учета выше отмеченных особенностей конструкции при решении задач данной проблемы было принято решение синтезировать теорию с экспериментом, основывающемся на экспериментальных методах моделирования [1-4,7,8] и выполнения научно-технического сопровождения в эксплуатируемых объектах.

Необходимо отметить, что особенности поведения таких конструкций представляют собой малоизученную область. Поэтому экспериментальные исследования проводились на моделях с масштабом $M 1:4 \div M 1:10$ с последующим применением в крупноразмерных натуральных объектах.

На этих конструкциях решались конкретные задачи, а именно проектирование оболочек работающих в условиях монтажа и эксплуатационных воздействий и разработка рекомендаций для широкого внедрения этих конструкций в строительство с обеспечением эксплуатационной и сейсмической безопасности.

При статических испытаниях нагрузка на модели оболочечных систем состоит из суммы.

$$q(x) = q = g + p + v, \quad (1)$$

где g – постоянная нагрузка, p – временная нагрузка, v – нагрузка предварительного напряжения равная 10-15% от $g+p$.

При подсчете основных деформаций вводится коэффициент подобия, учитывающий соотношение модулей упругости материала модели α_E , тогда деформации перемещения натуральных конструкций определяем по формулам

$$\varepsilon_n = \frac{\Delta f_n}{f_n} = \frac{\Delta f_m}{f_m} \cdot \frac{\alpha_m}{\alpha_R \alpha_E}; \quad w_n = d_m w_m; \quad (2)$$

$$u_n = \Delta l_n = \Delta l_m \frac{\alpha_m}{\alpha_R \alpha_E}.$$

Изгибные осевые усилия в конструкциях оболочечных систем определяется по формулам:

$$M_n = M_m \alpha_m^2 \alpha_R; \quad N_n = N_m \alpha_m \alpha_R; \quad H_n = H_m \alpha_m \alpha_R; \quad (3)$$

где M_m , N_m и H_m – изгибающий момент, продольная сила и распор в модели; M_n , N_n и H_n – тоже на натурной конструкции.

Выше приведенные формулы применены для анализа результатов экспериментальных исследований модель оболочек покрытий и оценке характера работы натуральных конструкций при различных сочетаниях статических нагрузках, как в монтажной так и эксплуатационных стадиях.

Моделировать длительное напряженно-деформированное состояние, отражающее эксплуатационную стадию с контролированием прогибов и остаточных деформаций при динамических воздействиях очень сложно [4-10]. Длительным испытаниям модели подвергались в течение до 7 лет, основывающимся на экспериментальных методах. Для оценки эксплуатационного состояния конструкций с учетом влияния климатических условий, получена разрешающая система уравнений деформирования оболочек в условиях нелинейной ползучести, базирующаяся на теории гибких пологих оболочек

при больших прогибах:

$$\begin{aligned}
 &L_1(\dot{F}, D_i) + L_2(\dot{\omega}, D_i) + \dot{F}_{\beta\beta}(k_1 + \omega_{\alpha\alpha}) + \dot{F}_{\alpha\alpha}(k_2 + \omega_{\beta\beta}) + \\
 &+ 2\dot{F}_{\alpha\beta}\omega_{\alpha\beta} + F_{\beta\beta}\dot{\omega}_{\alpha\alpha} + F_{\alpha\alpha}\dot{\omega}_{\beta\beta} - 2F_{\alpha\beta}\dot{\omega}_{\alpha\beta} = L_1(\dot{F}, D_i(t)) - L_2(\omega^\Delta, D_i(t)); \\
 &L_3(\dot{F}, B_i) + L_2(\dot{\omega}, B_i) + (k_1 + \dot{\omega}_{\alpha\alpha})\dot{\omega}_{\beta\beta} + (k_2 + \omega_{\beta\beta})\dot{\omega}_{\alpha\alpha} - \\
 &- 2F_{\alpha\beta}\dot{\omega}_{\alpha\beta} = -L_3(\dot{F}, B_i(t)) - L_4(\omega^\Delta, B_i(t)).
 \end{aligned} \tag{4}$$

где $L_1(\dot{F}, D_i(t)) - L_4(\omega^\Delta B_i(t))$ - дифференциальные операторы, содержащие переменные жесткостные коэффициенты $(D_i(t))$, $(B_i(t))$, характеризующие свойства нелинейной ползучести армированного тела и производных по функциям усилий \dot{F} и прогибов $\dot{\omega}$ по координатам α и β ; k_1 k_2 - главные кривизны оболочки. Длительное напряженно-деформированное состояние оболочек при динамических (сейсмических) испытаниях создавалась путем перегрузки с контролированием прогиба на этапах нагружения с использованием ранее установленных нелинейных законов деформирования «нагрузка-прогиб».

Исследования осуществляли с измерением деформаций и записью динамических параметров при свободных и вынужденных колебаниях при различных сочетаниях статических и динамических нагрузок высокой интенсивности. Колебания конструкции фиксировали в направлении трех осей, ожидаемых при землетрясениях.

Вынужденные колебания в вертикальном и горизонтальном направлениях создавали вибромашинной с достижением ускорений, соответствующих 7,8 и 9 баллам расчетной сейсмичности, с доведением конструкции до резонансного состояния. Испытания проводили на моделях и натуральных пространственных конструкциях с пролетами 4,8, 12, 18, 24, 30 и 36 м отдельно стоящих и сопряженных многоволновых конических куполов с пролетами 18, 30 и 42 м. Масштаб моделей 1:4 - 1:10.

Анализ резонансных кривых плит для составных оболочек и конического купола при вертикальных и горизонтальных вынужденных колебаниях показали плавное снижение частоты колебаний с увеличением величины статических нагрузок.

При горизонтальных вынужденных колебаниях выявилось одно резонансное состояние конструкции, соответствующее частотам свободных колебаний. Причем оболочка колебалась как жесткий единый пространственный диск.

Сейсмостойкость исследованных моделей и натуральных конструкций оценивались созданием динамической нагрузки высокой интенсивности с доведением конструкции до резонансного состояния. Для моделей составных оболочек пролетом 4,8 м, нагруженных распределенной нагрузкой 1,7... 6,5 кН/м², выявленных в первом и втором резонансе, ускорение от вынужденных колебаний составило (0,373-0,09)g и (1,04-0,447)g. В горизонтальных вынужденных колебаниях при нагрузке 6,5 кН/м², выявилось только одно резонансное состояние, для которого ускорение составило 0,351g.

Составная оболочка пролетом 12 м испытывалась в эксплуатационной стадии при нагрузке, равной 2,8 кН/м². В первых и вторых резонансах ускорение от вертикальных вынужденных колебаний составило 0,08g и 0,258g. От горизонтальных вынужденных колебаний ускорение в резонансном состоянии составило 0,03g.

В испытанных моделях конического купола выявилось два вертикальных резонансных состояния. При нагрузке 2...8 кН/м² ускорение в первом и втором резонансах составило, соответственно, (0,054-0,012) g и (1,03-0,349) g. При горизонтальных вынужденных колебаниях от нагрузки 8 кН/м² ускорение в резонансном состоянии составило 0,349g.

Анализ результатов проведенных экспериментальных исследований моделей составных оболочек при высоких уровнях сейсмических воздействий показал, что учет длительности эксплуатации, развития трещин и увеличения деформаций контурных

конструкций во времени (податливости), привели к снижению начальной динамической жесткости. Наблюдалась также возможность разрушения отдельных наиболее напряженных зон и узлов от невыгодных сочетаний эксплуатационных и сейсмических нагрузок. Пространственные конструкции в нормах проектирования обычно считают жесткими и предполагается, что при землетрясениях все здание колеблется в одной фазе, т.е. принимается

$$\lambda = CT_0 \gg L \quad (5)$$

где λ - длина сейсмической волны; C — скорость ее распространения, T_0 - период колебания грунта, соответствующий периоду основного тона колебаний здания; L - длина здания.

Однако результаты исследований [1-3] моделей и натуральных пространственных конструкций показали, что с увеличением пролета (протяженности) пространственных конструкций, особенно возведенных на неплотных грунтах, для которых скорость распространения волн невелика, может оказаться так, что $L = \lambda$, или $L = \lambda/2$. В этом случае эффект бегущей волны приводит к движению основания в различных точках, сдвинутых во времени. С использованием результатов экспериментально-теоретических исследований разработаны предложения по определению величины сейсмической нагрузки с учетом возможности проявления симметричной и кососимметричной форм колебаний опор в зависимости от протяженности оболочки в плане, длины сейсмических волн и длительности эксплуатации, соответствующей i, j - тону собственных колебаний:

$$S(\alpha, \beta) = q(\alpha, \beta) A \mu(\alpha, \beta) \beta_{ij}(l, \gamma, c) K_{\Phi} \eta_{ij}(\alpha, \beta) \quad (6)$$

где i, j - количество полуволн, соответствующих формам колебаний; $\mu(\alpha, \beta)$ - функция распределения переносного движения по площади покрытия; l - протяженность здания; γ - коэффициент затухания колебаний системы; c - скорость распространения сейсмической волны в грунте; $\eta_{ij}(\alpha, \beta)$ - коэффициент пространственной формы колебаний оболочки.

Для предотвращения хрупкого разрушения пространственных конструкций, находящихся в эксплуатационном состоянии разработаны критерии, ограничивающие величины предельной статической и сейсмической нагрузки [2, 4, 9]:

$$q = q_l + q_s \leq k q_u \quad (7)$$

где q_l - длительная эксплуатационная нагрузка; q_s - сейсмическая составляющая нагрузки.

Результаты исследований показали, что для землетрясений интенсивностью 7, 8 и 9 баллов величину предельной длительной статической и сейсмической нагрузки, в соответствии с выражениями (7) можно принять соответственно:

$$q = 0,7 q_u; q = 0,65 q_u; q = 0,6 q_u \quad (8)$$

Таким образом, результаты проведенных исследований длительно нагруженных моделей оболочки созданием динамических нагрузок высокой интенсивности показали, что сейсмостойкость пространственных конструкций уникальных сооружений «конструктивной безопасности» на вертикальные воздействия может обеспечивать применением дискретно расположенных ребер (сеток), необходимых для усиления поля оболочки, а также ограничением размера одного из пролетов составляющих элементов. Для восприятия горизонтальных сейсмических нагрузок требуется разработка специальных конструктивных решений.

Повышение сейсмостойкости составных оболочек для большепролетных уникальных зданий осуществлялось путем увеличения пространственной жесткости с введением специальных пространственных элементов жесткости.

Пространственные элементы жесткости выполняются из волнистого или складчатого профиля. Они проектируются с трех и более сторон оболочки в зависимости от геометрической формы в плане и длины пролёта зданий. Эти элементы, воспринимая горизонтальные составляющие сейсмически воздействий передают их непосредственно на фундаменты зданий. Проведенные численные оценки результатов экспериментальных исследований показали необходимость ограничения минимального размера

здания одного из направлений составляющего элемента пролета оболочки, и принятия их не более 36 м.

Размеры в другом направлении не ограничиваются и могут быть приняты исходя из технологических требований и учета региональных особенностей районов строительства, с обеспечением конструктивной безопасности.

- на современном этапе развития строительства уникальных большепролетных зданий и сооружений с применением пространственных конструкций для учета региональных особенностей, применение экспериментальных методов моделирование обеспечивают конструктивной безопасности;

Таблица 1.

Рекомендуемые коэффициенты для обеспечения конструктивной безопасности пространственных систем

№	Ключевые элементы конструкции	Пролет, м	Дополнительные коэффициенты условий работы $\gamma_{с, доп}$ в зависимости от расчетного срока эксплуатации сооружения		
			до 50 лет	от 50 до 75 лет	свыше 75 лет
1	Сжатые и растянутые железобетонные и стальные опорные контуры оболочек пространственных систем	До 50	1,0	0,95	0,9
		От 50 до 100	0,95	0,9	0,85
		Свыше 100	0,9	0,85	0,8
2	Основные колонны по периметру здания и сооружения	До 50	1,0	0,95	0,9
		От 50 до 100	0,95	0,9	0,85
		Свыше 100	0,9	0,85	0,8
3	Основные несущие элементы пролетной конструкции (диафрагмы)	До 50	1,0	0,95	0,9
		От 50 до 100	0,95	0,9	0,85
		Свыше 100	0,9	0,85	0,8

- предложен для обеспечения эксплуатационной безопасности конструкций, учет изменения во времени конструктивных свойства материалов и динамических параметров пространственных систем;

- для длительно загруженных моделей и натуральных пространственных конструкций по результатам испытаний выявлено и оценено влияние климатических условий, податливости контурных конструкций и оснований, изменение начальных несовершенств, локальных повреждений и отказа наиболее напряженных элементов, способов возведения на работу конструкции, обеспечивающий в дальнейшем эксплуатационную безопасность;

- предложено назначение максимальных уровней внешних нагрузок интенсивности сейсмических воздействий, введение пространственных элементов жесткости, включение которых способствует выходу из резонансного состояния, эксплуатационную сейсмическую безопасность пространственных систем уникальных зданий и сооружений во время землетрясения высокой интенсивности.

Список литературы

1. Шугаев В.В. Инженерные методы в нелинейное. теории предельного равновесия оболочек. М.: Готика, 2001. - 368 с.
2. Еремеев П.Г. Современные стальные конструкции большепролетных покрытий уникальных зданий и сооружений. - М.: Издательство АСВ, 2009. -336 с.
3. Раззаков С.Р. Составные железобетонные оболочки покрытий зданий в условиях

длительной эксплуатации и сейсмических воздействий. - Ташкент. Издательство Академии наук Республики Узбекистан «Фан». 2004. - 380 с.

4. Razzakov S. R. Composite reinforced concrete lightened shell coverings for seismic regions. IASS - 98. June 22.26.1998. Volume II. Moscow, Russia - p. 664 -671.

5. Современные пространственные конструкции (железобетон, металл, дерево, пластмассы): Справочник / Ю.А. Духовычный, Э.З. Жуковский и др. -М.: Высшая школа. 1991. -543 с.

6. Колчунов В.И., Аыдрасова Н.Б., Ключева Н.В., Бухтиярова А.С. Живучесть зданий и сооружений при запроектных воздействиях/ М.: Издательство АСВ. 2014.-208 с.

7. Шаблинский У.Э., Зубков Д.А. Натурные динамические исследования строительных конструкций: Монография. -М.: Издательство АСВ, 2009. -216с.

8. Мкртычев О.В., Дасинчвелашвили Г.А. Проблемы учета нелинейностей в теории сейсмостойкости (гипотезы и заблуждения): Монография. М.: МГУ, 2014. -192 с.

9. Раззаков С.Р., Фридман Г.С. Конструкционные свойства материалов с учетом критериев эксплуатационной безопасности при статических и динамических воздействиях // Инновационные технологии в строительстве. / Научные труды республиканской научно-технической конференции с участием зарубежных ученых. Выпуск 13. Ташкент, 2018, С. 9-12.

10. Razzakov S.R., Razzakov K.H.S., Razzakov J.S. Limit state of steel reinforced concrete round plates in the operational stage /Modeling and methods of structural analysis. JOP Conf. Series: Journal of physics: Conf: Series: 1425(2020) 012101 doi: 10.1088/1742-6596/1425/1/012101.

11. Гаджиев М.А. Алаева С.М. Оценка точности упрощённых диаграмм евро-стандартов при исследовании несущей способности железобетонных колонн // Вестник Азербайджанской инженерной академии, Баку, 2012, том 4, №1, с.65-79

12. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. Второе стереотипное издание. М., Наука, 2012.

Раззаков С.Р.¹, Гаджиев М.А.²

¹Руководитель НПО «Пространственные конструкции, сейсмостойкость зданий и сооружений», Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет; д.т.н., профессор,

²Азербайджанский университет архитектуры и строительство; д.т.н., профессор

ПРОБЛЕМЫ УЧЁТА НЕЛИНЕЙНОСТИ В РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Аннотация: Исследованы динамические параметры длительно нагруженных составных пространственных конструкций уникальных зданий и сооружений различных геометрических форм. По результатам натурных и модельных испытаний, а также естественных землетрясений, выявлено нелинейное поведение пространственных систем при динамических воздействиях различной интенсивности. Приведен метод расчета основанный на теории сейсмостойкости и оценки динамических параметров составных пространственных систем, имеющих сложную геометрическую форму.

Abstract: In the present paper, the dynamic parameters of long-term loaded composite spatial structures of unique buildings and structures of various geometric shapes were studied. Based on the results of full-scale and model tests, as well as natural earthquakes, nonlinear behavior of spatial systems under dynamic impacts of varying intensity was revealed. A method is presented for calculating seismic resistance based on the theory and assessing the dynamic parameters of composite spatial systems having a complex geometric shape.

Ключевые слова: проблемы, нелинейность, сейсмостойкость, составная, пространственные конструкции.

Keywords: problems, nonlinearity, seismic resistance, composite, spatial structures.

Применение составных оболочек покрытий в большепролетных уникальных зданиях и сооружениях районах повышенной сейсмичности требует развитие теории и разработки методов расчета с учетом изменяющихся динамических параметров при эксплуатации [1-9].

Исследование длительно нагруженных натуральных большепролетных составных пространственных конструкций и моделей (рис.1), подверженных динамическим (сейсмическим) воздействиям, и анализ поведения этих конструкций при естественных землетрясениях показали, что на различных стадиях работы проявились высоко- и низкочастотных колебаний оболочечных систем.

При этом длительное нагружение приводит к существенному изменению периода вертикальных колебаний и снижению динамической жесткости пространственной системы. (рис.2).

Длительными испытаниями моделей составных оболочек с различными уровнями статических нагрузок установлено, что напряженно-деформированное состояние получило значительное развитие в результате роста длительных нелинейных деформаций, предельные прогибы оболочек различных геометрических форм возросли в 1,5-2 раза (рис. 1), фибровые деформации в 2,4-2,75 раза, возникшие трещины увеличились до 2 раз. В наиболее напряженных зонах и контурных элементах оболочки образовались новые трещины. Остаточные прогибы и фибровые деформации для различных геометрических форм оболочки составили 23-60 и 35-80 % предельных величин (рис. 1). Это привело к значительному снижению жесткости составной оболочки при длительной эксплуатации. [9-11]. Для оценки этих состояний конструкций при динамических (сейсмических) испытаниях по результатам экспериментально-теоретических исследований установлены нелинейные зависимости длительного деформирования оболочки (рис. 1).

Заметим, что экспериментально создать напряженно-деформированное состояние оболочки, близкое к эксплуатационным условиям, контролируя прогибы, деформации, остаточные деформации и трещинообразование, сложно. В связи с этим были использованы модели оболочки и оболочки крупного размера, ранее нагруженные длительной статической нагрузкой различного уровня.

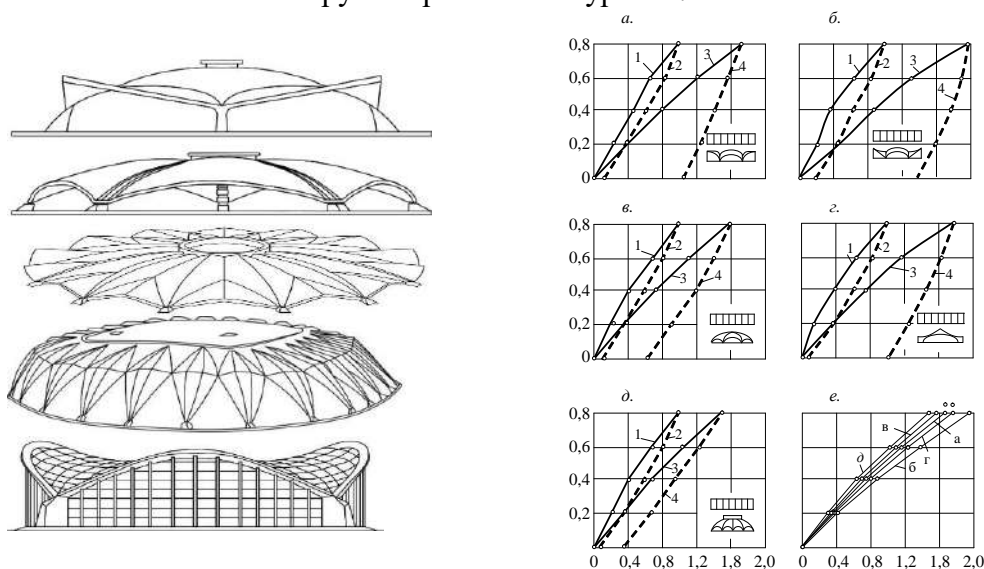


Рис. 1. Большепролетные конструкции составных пространственных систем уникальных зданий. Нелинейное деформирования в стадиях возведения и эксплуатации а - д - прогибы, е - их сравнение для различных типов оболочки.

Оценивалась сейсмостойкость крупноразмерных моделей оболочек, эксплуатируемых в течение семи лет.

Длительное напряженно-деформированное состояние оболочки в момент испытания создавали перегрузкой с контролируемым прогибом на этапах загрузки с использованием нелинейных законов деформирования 1, а,б). Вынужденные колебания создавали вибромашинной В-2.

Для имитации реального землетрясения вибромашину устанавливали на уровне силового пола на специальных прокладках

Вынужденные колебания оболочки в вертикальном направлении создавала рама, закрепленная к контурным диафрагмам оболочек. Горизонтальные колебания создавались с помощью колонн и рамы стенда. В процессе вынужденных колебаний создавали ускорения, соответствующие расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов с доведением конструкции до резонансного состояния. Испытания проводились на отдельно стоящих моделях и на двух сопряженных конических куполах пролетом 18 и 30 м (рис.3). Проведенные исследования показали, что при землетрясениях колебание пространственной системы происходит по случайному закону. Периоды и амплитуды колебаний оболочки могут существенно отличаться от спектра колебаний грунта.

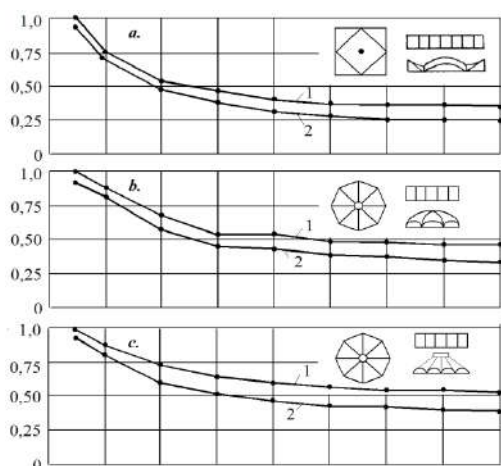


Рис. 2. Изменение частоты вертикальных колебаний оболочек в зависимости от уровня и длительности загрузений; 1, 2- при кратковременном и длительном загрузений.

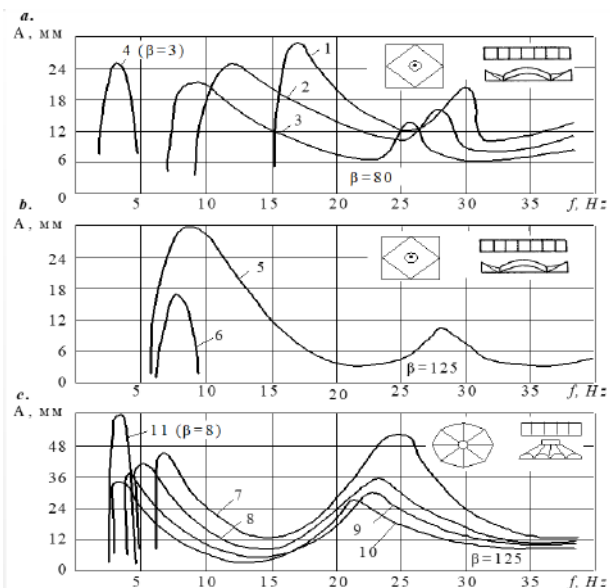


Рис. 3. Резонансные кривые плиты оболочки: а, б - составные оболочки пролетом 4,8 и 12 м; с - конические купол пролетом 3,6 м;

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Нагрузка кН/м ² при вертикальном и горизонтально м колебаниях	1,7	3,2	6,5		2,9		2,0	4,0	6,0	8,0

Колебания оболочки имеют упорядоченный гармонический характер, пропускающий только те частоты, которые близки к ее собственным.

При этом периоды колебаний верха колонн и грунта равны [1, 2, 5].

В горизонтальном направлении оболочка колеблется как единая пространственная система. В то же время амплитуда горизонтальных составляющих оболочки зависит от жесткости поддерживающих конструкций. При увеличении жесткости колонн в 5,86 раз,

частота горизонтальных колебаний конического купола от собственного веса увеличивается на 74,3%. С ростом нагрузки влияние жесткости колонн на изменение частотных характеристик ослабевает. Это свидетельствует о том, что при сильных землетрясениях возможно достижение предельных состояний. Учет жесткости колонн при горизонтальных воздействиях остается одним из важнейших параметров, который следует учитывать при проектировании различных геометрических форм оболочки.

Испытание длительно нагруженных моделей оболочки на динамические воздействия вызвало существенное изменение динамических параметров оболочки. В исследованиях в качестве характеристики динамической жесткости оболочки принято изменение частоты основного тона колебаний (рис.3).

Для длительно нагруженных моделей оболочек с увеличением уровня нагружений динамическая жесткость оболочки снижалась в зависимости от принятого типа конструктивных решений. Частотные характеристики при длительном нагружении уменьшились до 1,25 раза, то при высоких уровнях нагружения - до 1,55 раза.

Сравнение динамической жесткости составных оболочек с квадратным и полигональными планами и коническим куполом при различных уровнях нагружения позволило выявить закономерности изменения их параметров в зависимости от исследуемых конструкций оболочек (рис.3). Наибольшими жесткостными характеристиками обладают полигональные оболочки и конический купол [2, 5].

Пространственные конструкции в нормах проектирования обычно считают жесткими и предполагается, что при землетрясениях все здание колеблется в одной фазе, т.е. принимается

$$\lambda = CT_0 \gg L \quad (1)$$

где λ - длина сейсмической волны; C — скорость ее распространения, T_0 - период колебания грунта, соответствующий периоду основного тона колебаний здания; L - длина здания. Однако результаты исследований [1-3] моделей и натуральных пространственных конструкций показали, что с увеличением пролета (протяженности) пространственных конструкций, особенно возведенных на неплотных грунтах, для которых скорость распространения волн невелика, может оказаться так, что $L = \lambda$, или $L = \lambda/2$. В этом случае эффект бегущей волны приводит к движению основания в различных точках, сдвинутых во времени.

С увеличением пролета конструкции важным становится учет влияния протяженности здания и скорости распространения сейсмической волны в грунте,

вызывающее противофазное или сдвинутое по фазе колебание опор при землетрясениях учетом отмеченных особенностей работы пространственной конструкции выражение для сейсмической силы, соответствующее ij -му тону собственных колебаний, можно представить в виде:

$$S_{ij}(x, y) = q(x, y) A_{ij}(x, y) \beta_{ij}(\ell, \gamma, c) K_{\psi} \eta_{ij}(x, y) \quad (2)$$

где i, j - количество полуволн, соответствующих формам колебаний; $\mu(x, y)$ - функции распределения переносного (инерционного) движения по площади покрытия; ℓ - протяженность здания, γ - коэффициент затухания колебаний системы; c - скорость распространения сейсмической волны в грунте.

Для круговых в плане пологих пространственных покрытий, принимая полярную систему координат выражение (2) можно записать

$$S_{ij}(\rho, \varphi) = q(\rho, \varphi) A_{ij}(\rho, \varphi) \beta_{ij}(\ell, \gamma, c) K_{\psi} \eta_{ij}(\rho, \varphi) \quad (3)$$

где ρ - радиальное расстояние; φ - полярный угол.

Учет инерции системы осуществляем введением в уравнения члена характеризующего инерционные нагрузки, [5, 9],

$$Z = -\frac{\gamma h}{g} \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2}, \quad (4)$$

где γ - плотность материала; ω - частота собственных колебаний; g - ускорение силы тяжести, t - время.

Рассмотрим колебания оболочки изгибного типа с учетом физической и геометрической нелинейности, а также ползучести. [10-12].

Для свободных колебаний систему дифференциальных уравнений согласно [3,5] представим в виде:

$$(1 - EK) \nabla^4 \Phi + BR_2 \left[\frac{1}{2} L(\omega, \omega) + \nabla_K^2 \omega \right] - \psi_1 = 0;$$

$$(1 - EK) \left[L(\omega, \Phi) + R_2 \nabla_K^2 \Phi + \frac{\gamma h}{g} \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2} R_2^4 \right] - D \nabla^4 \omega - \psi_2 = 0, \quad (5)$$

Здесь

$$\psi_1 = E \int_0^t L_1(\Phi, M_{ij}) K(t, \tau) d\tau, \quad \psi_2 = E \int_0^t L_2(\Phi, M_{ij}) K(t, \tau) d\tau,$$

$(1 - EK)$ - линейный оператор ползучести.

Для элементов составных оболочек, очерченных по единой геометрической поверхности, уравнение может быть получено в зависимости от принятых *геометрических* форм и систем координат [2,3,5]. Для решения задач свободных колебаний систему уравнений (5) представим относительно ω :

$$\nabla^4 \nabla^4 D \omega (1 - EK) + C^2 R_2^2 \nabla_K^2 \nabla_K^2 D \omega + C^2 R_2^2 \nabla_K^2 D \frac{1}{2} L(\omega, \omega) -$$

$$-(1 - EK) \nabla^4 R_2^4 \frac{\gamma h_2}{g} \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2} = 0, \quad (6)$$

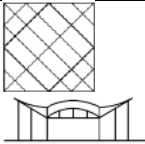
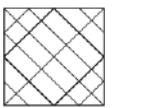
Частота свободных колебаний составных пространственных систем (рис. 1) при решении рассматриваемых задач определялась путем выполнения ряда разрезов [5, 10]. При этом вместо составной конструкции рассматривалось несколько оболочек простых типов. По линиям разрезов вводятся усилия (нормальные силы, моменты), изменяющиеся гармонически с неизвестной частотой.

Далее решаются задачи о вынужденных колебаниях каждой из оболочек под действием краевых усилий. Используя закон равенства усилий и условия совместности деформации в зонах сопряжения оболочки, получаем уравнение для определения частот собственных колебаний составных пространственных конструкций.

Для иллюстрации изложенного метода расчета определялись частоты собственных колебаний экспериментально исследованных длительно нагруженных пологих оболочек положительной и отрицательной гауссовой кривизны пролетами от 18x18м, 96x96м до 120x190 м. (табл.1).

Таблица 1

Характеристика исследованных типов оболочек и моделей

№ п.п.	Исследуемые оболочки, маркировка элементов	Эскиз	Масштаб, размеры в м	Назначение
1	Составные ребристые отрицательной гауссовой кривизны М-1		М 1:10 4,8x4,8 м	Изучение напряженно-деформированного состояния. Оценка прочности, устойчивости и безопасности при различных сочетаниях динамической нагрузки
2	Составные ребристые отрицательной гауссовой кривизны М-2		М 1:4 12x12 м	Изучение напряженно-деформированного состояния при монтажных, эксплуатационных и динамических воздействиях. Оценка конструктивной

№ п.п.	Исследуемые оболочки, маркировка элементов	Эскиз	Масштаб, размеры в м	Назначение
				безопасности
3	Пологие ребристые оболочки положительной гауссовой кривизны		96x96 м	Изучение напряженно-деформированного состояния уровня и сочетания динамической и монтажной нагрузки. Выявление рациональной, способы конструктивные решения монтажа и демонтажа оболочки. Оценка конструктивной безопасности
4	Составные ребристые отрицательно гауссовой кривизны		96x96 м	
5	Полигональные ребристые оболочки положительной гауссовой кривизны		96 м $d=104$ м.	

Рассчитаны также купола диаметром до 60 м, висячие покрытия пролетом до 48 м, структурные конструкции типа «Кисловодск», ЦНИИСК, МАРХИ пролетами 18-36 м, модели составных оболочек с боковыми элементами положительной и отрицательной гауссовой кривизны, и модели конического купола.

Сравнение опытных и теоретических данных показало их достаточно хорошее совпадение с учетом особенностей поведения оболочек при длительном статическом и кратковременном динамическом воздействиях.

Повышение сейсмостойкости составных оболочек для большепролетных уникальных зданий осуществлялось путем увеличения пространственной жесткости с введением специальных пространственных элементов жесткости (рис.4). Пространственные элементы жесткости выполняются из волнистого или складчатого профиля. Они проектируются с трех и более сторон оболочки в зависимости от геометрической формы в плане и длины пролёта зданий. Эти элементы, воспринимая горизонтальные составляющие сейсмического воздействия передают их непосредственно на фундаменты зданий.

Проведенные численные оценки результатов экспериментальных исследований показали необходимость ограничения минимального размера здания одного из направлений составляющего элемента пролета оболочки, и принятия их не более 36 м. Размеры в другом направлении не ограничиваются и могут быть приняты исходя из технологических требований и учета региональных особенностей районов строительства, с обеспечением конструктивной безопасности.

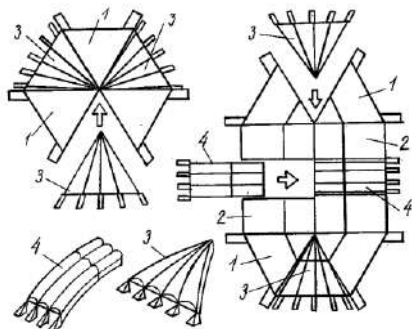


Рис. 4. Конструктивные решение составной оболочки зданий с пространственными элементами жесткости: а, б - секториальные и вытянутые в плане оболочки с вариантами расположения пространственных элементов жесткости; 1,2 - составляющие элементы оболочки; 3,4 - ребристые элементы жесткости.

Таким образом, учет длительности эксплуатационного состояния рассмотренных конструкций в сейсмических районах отражает их специфику и позволяет более обоснованно оценить напряженно-деформированное состояние с учетом изменяющихся динамических параметров. Это позволяет рационально проектировать пространственные конструкции уникальных зданий и сооружений с обеспечением эксплуатационной безопасности для различных геометрических форм.

Список литературы

1. Бартенев В.С., Жив А.С., Кузнецов А.И. Определение частот собственных колебаний пологих оболочек положительной гауссовой кривизны с учетом податливости опорного контура. /Пространственные конструкции зданий и сооружений. Вып. 5. –М.: Стройиздат, 1985. с. 9-11.
2. Бобров Ф.В., Быховский В.А., Гасанов А.Н. Сейсмические нагрузки на оболочки и висячие покрытия. –М.: Стройиздат, 1974. - 159 с.
3. Вольмир А.С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек. –М.: Наука, 1972.-с.
4. Корчинский И.Л., Гриль А.А. Расчет висячих покрытий на динамические воздействия. –М.: Стройиздат, 1978. - 220 с.
5. Раззаков С.Р. Составные железобетонные оболочки покрытий зданий в условиях длительной эксплуатации и сейсмических воздействий. - Ташкент. Издательство Академии наук Республики Узбекистан «Фан». 2004. - 380 с.
6. Еремеев П.Г. Современные стальные конструкции большепролетных покрытий уникальных зданий и сооружений. - М.: Издательство АСВ, 2009. -336 с.
7. Колчунов В.И., Андросова Н.Б., Ключева Н.В., Бухтиярова А.С. Живучесть зданий и сооружений при запроектных воздействиях/ М.: Издательство АСВ. 2014.-208 с.
8. Шаблинский У.Э., Зубков Д.А. Натурные динамические исследования строительных конструкций: Монография. -М.: Издательство АСВ, 2009. -216с.
9. Мкртычев О.В., Дасинчвелашвили Г.А. Проблемы учета нелинейностей в теории сейсмостойкости (гипотезы и заблуждения): Монография. М.: МГУ, 2014. -192 с.
10. Razzakov S.R., Razzakov K.H.S., Razzakov J.S. Limit state of steel reinforced concrete round plates in the operational stage /Modeling and methods of structural analysis. JOP Conf. Series: Journal of physics: Conf: Series: 1425(2020) 012101 doi: 10.1088/1742-6596/1425/1/012101.
11. Гаджиев М.А. Алаева С.М. Оценка точности упрощённых диаграмм евро-стандартов при исследовании несущей способности железобетонных колонн // Вестник Азербайджанской инженерной академии, Баку, 2012, том 4, №1, с.65-79.
12. Роботнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. Второе стереотипное издание. М., Наука, 2012.

¹Ташкентский архитектурно-строительный университет, PhD, доцент

²Научно-производственное объединение «Пространственные конструкции, сейсмостойкость зданий и сооружений», г. Жамбай, Узбекистан
старший научный сотрудник. npl-spk@list.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЕ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ВИСЯЧИХ ОБОЛОЧЕК УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация: Исследован напряженно-деформированного состояния висячих систем опорных контуров в стадиях предварительного натяжения вант, а также в монтажных и эксплуатационных состояниях. Выявлен характер работы висячих систем и опорных колец в зависимости от вида и уровня нагружения, безмоментного или изгибного состояния кольца, а также взаимной связанности поясов вант. Исследован конструктивной безопасности висячих систем при случайных запроектных воздействиях, приводящих к перегрузке отдельных участков, обрыву вант, отказу анкерных креплений, податливости опорных контуров, изменению начальных геометрических форм кольца.

Annotation: The stress-strain state of hanging systems of support contours in the stages of pre-tensioning cables, as well as in installation and operational states, has been studied. The nature of the operation of hanging systems and support rings is revealed depending on the type and level of loading, the moment-free or bending state of the ring, as well as the mutual connection of the cable belts. The structural safety of suspended systems has been studied under random beyond-design influences leading to overloading of individual sections, breakage of cables, failure of anchors, compliance of supporting contours, and changes in the initial geometric shapes of the ring.

Ключевые слова: моделирование, висячая система, стадийность работы, ванта, опорный контур.

Key words: modeling, hanging system, staged work, cable stay, support contour.

Развитие висячих систем зависит от разрешения проблем выбора оптимальной конструктивной схемы оболочек покрытия и выбора оптимального опорного контура.

Рассмотрим самоуравновешенные висячие конструкции, форма их поверхности получается естественным образом или в результате предварительного напряжения конструкции. Соблюдение этих условий определяют преимущества висячих покрытий. Хотя мы разделили проблемы выбора оптимальных решений, тесно взаимно связаны, поэтому между ними не проведены четкие границы [1-4].

- изучение реальных состояний вантовых систем при различных очертаниях опорного контура в плане, выбор оптимальной формы криволинейного опорного контура при радиальной и перекрестной системах вант;

– выявить особенности работы наружных и внутренних опорных колец в стадиях предварительного натяжения вант и перехода конструкции в монтажные и эксплуатационные состояние;

– выявить характер работы наружных и внутренних опорных колец, от взаимной связанности поясов вант при различных схемах загрузки, от обрыва поясов вант и от отказа анкерных креплений вант к кольцам покрытия;

– выявить характер работы всей пространственной системы от податливости опорных колец в горизонтальном и вертикальном направлениях;

Особенностью опорных контуров является восприятия цепных усилий от покрытия,

горизонтальные составляющие в 4-5 раз превышающих вертикальные.

Горизонтальные составляющие усилия от покрытия значительно усложняют конструкции опорного контура, так как удельный вес его по расходу материалов всегда составляют более 50 % увеличивает его материалоемкость и приводит существенное влияние в технико-экономических показателях. Поэтому при проектировании сооружения необходимо стремиться для создания наиболее благоприятных условий работы опорных конструкции.

Для зданий круглого или эллиптического плана наилучшей и почти единственной формой опорной конструкции всякого покрытия будет железобетонные и металлические кольца, лежащее на колоннах (рис.1) Такие кольца способны воспринимать горизонтальные составляющие цепных усилий от покрытия, локализуя их в плоскости покрытия и передавая на нижележащую конструкции лишь вертикальные усилия [8, 10].

При этом внешняя нагрузка к контурным кольцам могут быть равномерно-распределённой, односторонней, местной, сосредоточенной и др. имеющей произвольный характер воздействия (рис.1).

Рассмотрение схем контурных конструкций всячих покрытий, можно отметить, что наиболее благоприятные условия для их работы создаются в замкнутых круглых кольцах, расположенных на колоннах в уровне покрытия. Такие кольца имеют наименьшие архитектурно-технологические ограничения в решениях всего здания и имеет наилучшие технико-экономические показатели.

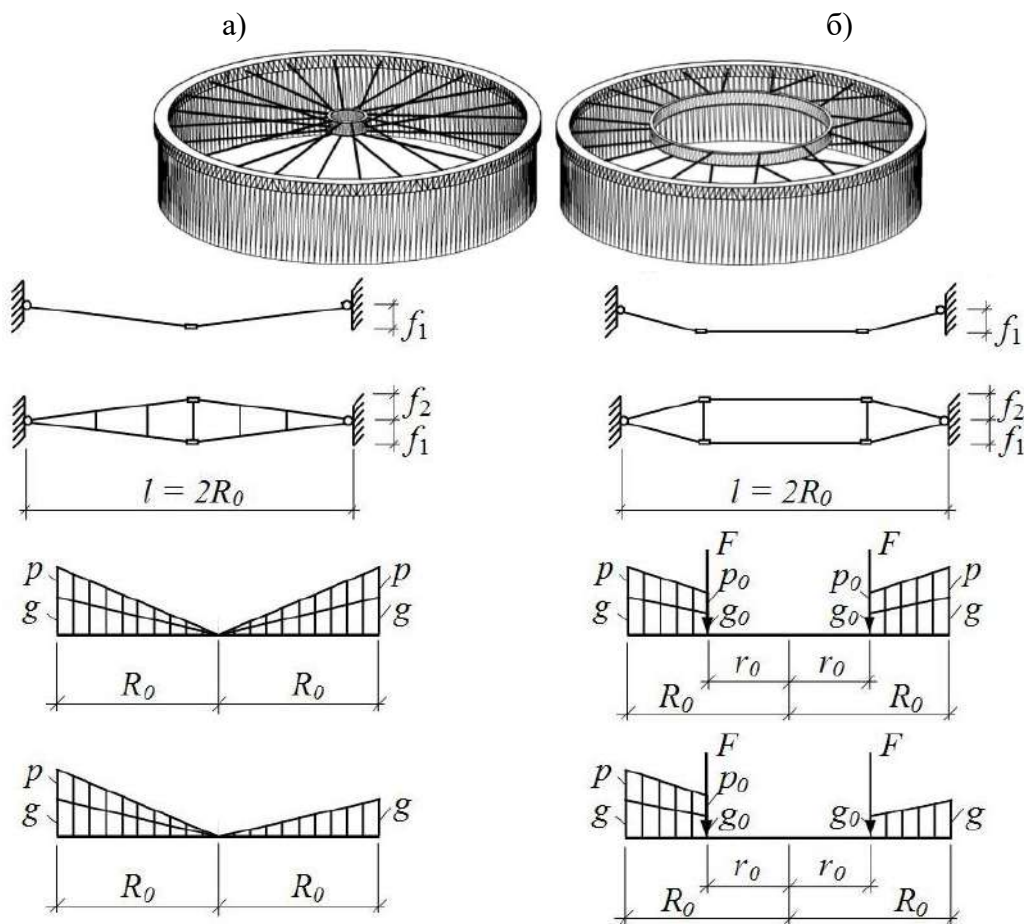


Рис. 1. Схемы загрузки однопоясных и двухпоясных всячих покрытий с малыми (а) и с большими (б) внутренними опорными кольцами (проемами)

Оба эти обстоятельства обеспечили им наиболее частое применение в висячих покрытиях, особенно при больших размерах.

Из технологических соображений размеры внутренних колец висячего покрытия могут быть малыми и большими.

В технической литературе покрытия имеющей средние опорные кольца больших размеров принято называть - покрытия с большими проемами.

Наличие проемов различных размеров в основном влияет на характер распределения внешних нагрузок на покрытие. (рис. 1).

В технической литературе пока нет четкого определения для оценки размеров колец на работу пространственного висячего покрытия. В связи с этим будем считать, что размер среднего кольца $r_0 = 0,05 R_0$ – меньше 5% от радиуса наружного кольца покрытия R_0 , распределение нагрузок можно считать по треугольному закону. Здесь следует отметить, что с увеличением размер среднего кольца увеличивается его вес, который должен учитываться в виде сосредоточенной силы (массы) [1, 3].

В работе Л.Н.Покровского [2], показана, что сосредоточенную массу в динамических расчетах следует учитывать, тогда когда сосредоточенная масса сравнима с массой всего покрытия здания.

Характер работы опорных колец в двухъярусных висячих системах зависит от взаимной связанности верхних и нижних поясов вант при различных схемах загрузки (рис. 1).

При связанности верхних и нижних поясов на всей протяжение пролёта покрытия (рис. 1,а) прогибы верхних и нижних поясов будут одинаково.

Это способствует равномерное распределение горизонтального распора от поясов вант к верхним и нижним опорным кольцом. При этом стабилизация покрытия от несимметричных загрузках достаточно повышается.

При связанности верхних и нижних поясов только в центральной зоне с помощью среднего двухъярусного кольца (барабана) (рис. 1 б) максимальный прогиб нижнего пояса вант будет равен прогибу нижнего пояса среднего кольца. При этом нижние пояса вант будут сосредоточенно загруженными от нагрузки передающейся через среднего кольца. Опорные средние кольца нижнего пояса и наружного кольца испытывает сосредоточенные загрузку.

В стадиях предварительного натяжения вант, и равномерного загрузку покрытия опорные кольца испытывает равномерное сжатие или растяжение от усилий (распоров) вант. В двухъярусных вантовых системах от усилий вант верхний пояс внутреннего кольца испытывает сжатие, нижний пояс этого кольца испытывает растяжение. При этом от усилий вант сложном напряженно-деформированном состоянии оказывается наружное кольцо покрытие. От усилия верхнего пояса вант наружное кольцо испытывает растяжение, от усилия нижнего пояса вант испытывает сжатие. Причем через каждый один вант, усилие растяжение и сжатие чередуются равномерно. Которые создают благоприятные условия работы в наружное опорные кольцо [3, 8].

Из применяемых вантовых сеток можно сопоставить работы радиальную и перекрестную сетки. Принципиальное различие в работе этих сеток можно установить благоприятный характер работы опорных колец.

Пусть обе сетки закреплены в опорном контуре кругового очертания и имеют одинаковую стрелу провисания в центре. Положение каждой из сеток считая деформированным распора вант определяем формулы для нерастяжимой нити [1, 3, 4]. В радиальной системе одинаковый распор определяется.

$$H = qsR^2 / 6f \quad (1)$$

где q – интенсивность нагрузки; s – шаг вант.

Учитывая это равенство, получим для всех вант перекрестной сетки величину распора

$$H = qa(2R)^2 / 16f = qaR^2 / 4f, \quad (2)$$

Вычислим теперь в единичных условиях Приведенный для радиальной сетки

$$2CqsR^3 / 6fsR = CqR^2 / 3f; \quad (3)$$

для перекрестной сетки

$$2Cqa^2R^2 / 4fa^2 = CqR^2 / 2f; \quad (4)$$

где a – шаг вантовой сетки.

Кроме того из производственных условий закрепление радиальных вант к контурным кольцам требует минимального количества анкерных креплений и снижает усилия вант передаваемое на кольцо 1,5 раза.

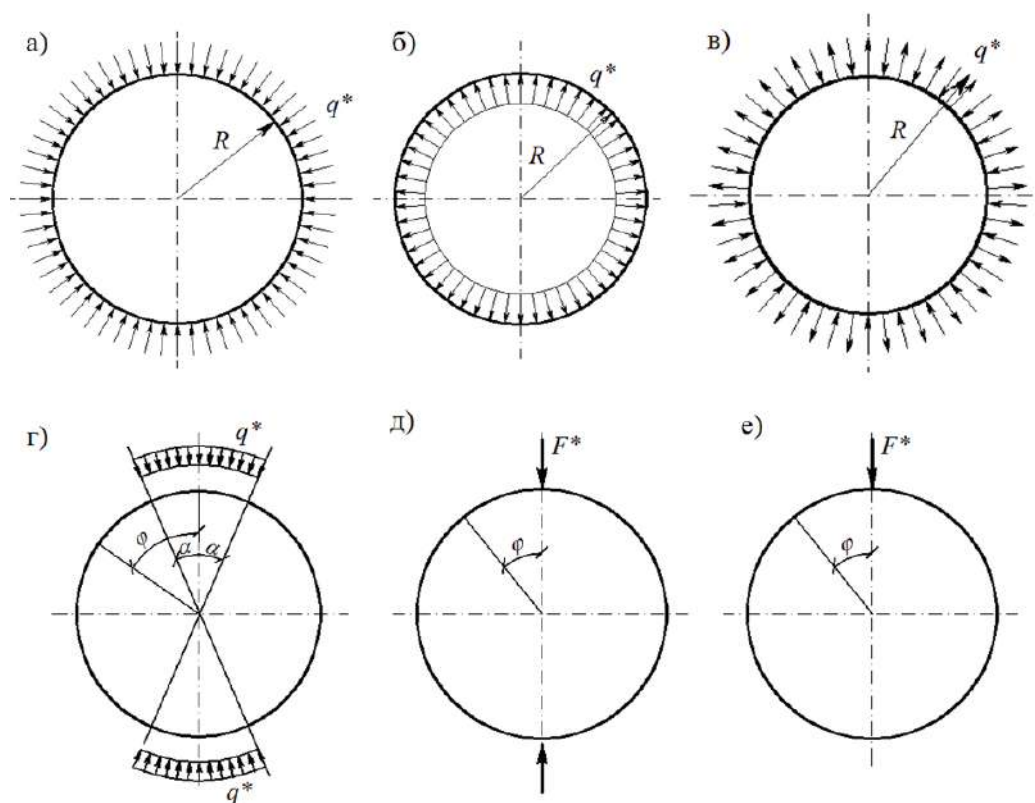


Рис. 2. Схема усилий от ванты в одно и двухпоясных кольцах при равномерно-распределенных сжимающих (а), растягивающих (б), сжимающих и растягивающих (в) локальных (г) и сосредоточенных (д,е) воздействиях

Изгибное состояние кругового контурного кольца.

Расчет контурного кольца вантовой системы в строгой постановке является сложной контактной задачей. При учете совместной работы кольца с деформируемой вантовой сеткой [1, 3, 4-6].

Рассмотрим особенности расчета контурного кольца радиальной вантовой системы, как плоскую, так и пространственную деформацию.

Дифференциальные уравнения изгиба контурного кольца. Выберем начало оси координат. Обозначим изгибающий момент и поперечную силу, действующие в плоскости кольца, через M_1 и Q_1 то же, из плоскости - через M_2 и Q_2 , крутящий момент и продольную силу — соответственно через M_{12} и N .

Выделив бесконечно малый элемент кольца длиной ds , составим уравнения равновесия его в деформированном состоянии:

$$\begin{cases} Q'_1 + \frac{N}{\rho_1} + q_n = 0, \\ N' - \frac{Q_1}{\rho_1} + q_t = 0, \\ M' - Q_1 = 0; \end{cases} \begin{cases} Q'_2 + \frac{N}{\rho_2} + q_e = 0, \\ M'_2 + \frac{M_{12}}{\rho_1} - Q_2 = 0, \\ M'_{12} - \frac{M_2}{\rho_1} = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Здесь q_n, q_t, q_e – компоненты внешней погонной нагрузки контурного кольца; ρ_1, ρ_2 – радиусы кривизны деформированной оси, выражаются через приращения кривизн, χ_1 и χ_2

$$\rho_1 = \frac{1}{\frac{1}{\rho} + \chi_1} \approx \rho(1 - \chi_1 \rho), \quad \rho_2 = \frac{1}{\chi_2}. \quad (6)$$

Предполагая, что нагрузка, нормальная к кольцу до деформации, остается нормальной и в его деформированном состоянии, можно принять

$$\begin{aligned} q &= N_1 - K_n W'; \\ \tau &= N_2 - K_t W, \end{aligned} \quad (8)$$

где N_1 и N_2 – меридиональное и кольцевое усилия на краю оболочки; K_n и K_t – коэффициенты постели.

Подставляя соотношения (10) в уравнение (9), раскладывая краевые усилия в оболочке в ряд Фурье

$$\begin{aligned} N_1 &= N_{01} + \sum N_{1n} \cos n\varphi; \\ N_2 &= \sum N_{2n} \sin n\varphi \end{aligned} \quad (11)$$

Анализ совместной работы контурного кольца с висячим покрытием выявил существенное влияние конструкции покрытия на работу опорного кольца. Вследствие этого изгибающие моменты в опорном кольце получаются сравнительно небольшими.

Поскольку оптимальным состоянием кольца является безмоментное, попытаемся определить, при каких нагрузках на оболочку ее контурное кольцо не испытывает изгиба.

Таким образом, при вертикальных нагрузках на оболочку вращения, представляющих собой линейную комбинацию постоянной и косинусидальных нагрузок с различной амплитудой и началом отсчета в разных точках, контурное кольцо не испытывает изгиба в своей плоскости.

Обеспечение конструктивной безопасности висячих систем от воздействий прогрессирующих разрушение.

Для оптимально выбранного конструктивного решения большепролетного висячего покрытия и опорного контура уникальных зданий и сооружений обеспечения их конструктивной безопасности от возможных прогрессирующего обрушения в стадиях проектирования, изготовления, монтажа и эксплуатации является одной из важной проблемой современного строительства [8-10].

Конструктивная безопасность висячих систем зависит от случайных внешних запроектных воздействий так и внутренних качественных факторов, непосредственно связанной от принятых конструктивных решений.

Для решения комплекса вышеотмеченных задач нами проводилось экспериментально-теоретические исследования выполненных на натуральных и модельных конструкциях на основе физического моделирования и численного эксперимента. Оценивались влияние различных случайных факторов на конструктивную безопасность

исследуемых висячих систем.

Исследование проводилось на предварительно напряженных одно и двухпоясных висячих покрытиях пролетом 120 м и его опытной модели масштабом 1:100 [3, 8].

Результаты исследования – характер изменения изгибающих моментов в горизонтальной плоскости кольца при загрузке покрытия временной нагрузкой расположенной на половине площади (см. рис.1) и потери устойчивости наружного кольца (см. рис. 2 а,б) от предварительного напряжения вант перерешающая 1,3...1,5 раза расчетных усилий приведены на рис. 3.б,в.

Согласно разработанной методики в объекте исследований однопоясной висячей системы запланированы ожидаемые возможные отказы [8, 10] по следующим причинам:

- потери устойчивости нагруженного контура (рис. 3 б,в);
- потери прочности опорных контуров не соответствием качества материалов;
- обрыв вант; отказы анкерных креплений вант к опорным контурам (кольцом);
- потери прочности анкерных креплений (рис. 3а);
- непредвиденные конструкционные недоработки разного рода;

Аналогичным образом проверялись возможные отказы испытанной модели двухпоясной предварительно напряженной висячей оболочки, наихудшие схемы загрузки и напряженного состояния (рис. 1,2), табл. 1.

Результаты модельных испытаний переведены к натурным с помощью коэффициентов подобия. При симметричном и одностороннем нагружении для нижних и верхних поясов вант, наружных и внутренних опорных колец опытные прогибы отличались от расчетных на 5,2...20%.

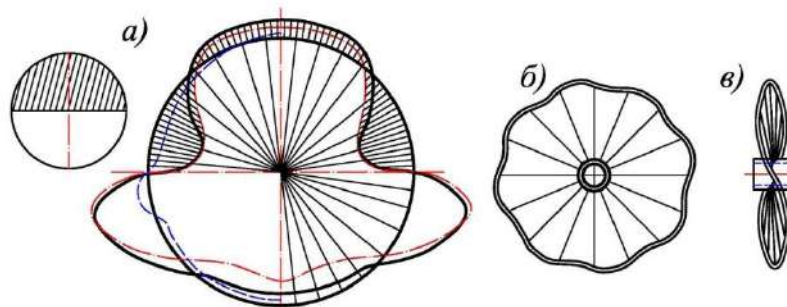


Рис. 3. Эпюры изгибающих моментов в горизонтальной плоскости кольца при загрузке покрытия временной нагрузкой. Формы потери устойчивости кольца при предварительном натяжении.

При этих напряженных состояниях для вант загруженной поперечной нагрузкой отказ анкерных креплений от опорных контуров происходило при 1,15-1,2 раз превышающих расчетных нагрузок. При таком загрузке обрыв вант происходило при 1,2-1,3 раз превышающих расчетных нагрузок. Расхождения между экспериментальными и теоретическими значениями горизонтальных перемещений в наружных и внутренних опорных кольцах при симметричном нагружении составили соответственно 6,7 и 20,1 %, То же при одностороннем нагружении соответственно 2,7 и 4,7%.

Экспериментальные и теоретические значения продольных усилий при симметричном и одностороннем нагружении для верхних и нижних поясов вант, в наружном и внутреннем опорных кольцах, приведены в табл.1. Для натуральных конструкций экспериментальные и расчетные усилия, вычисленные с применением условия подобия при моделировании для верхних и нижних поясов вант составил соответственно -989 кН и 1010 кН, а их расчетные значения соответственно -445,1 кН и 1049,1 кН. При этом расхождение усилия составило соответственно 4,6 и 3,9%.

Выполненные исследования натуральных конструкций при различных наиболее невыгодных схемах загрузки показали, что их можно рекомендовать для применения в

качестве покрытий общественных уникальных зданий, как одно из наиболее эффективных решений.

Таблица 1. Сравнение экспериментальных и расчетных данных

Исследуемые параметры	Ванты		Опорные кольцо		
	Нижний пояс	Верхний пояс	Наружные	внутреннее	
				Нижний пояс	Верхний пояс
При равномерно распределенном нагружении					
Предварительное напряжение Р, кН	281	242	$\frac{-2101}{+1892}$	2101	1892
Усилия N, кН	$\frac{1010}{1049}$	$\frac{989,0}{-945,1}$	$\frac{+6854}{\pm 7468}$	$\frac{7329}{7468}$	$\frac{-7240}{-7468}$
Вертикальные перемещения W, мм	$\frac{728,5}{692}$	$\frac{101}{841}$	$\frac{17,8}{23,3}$	$\frac{728,5}{692}$	$\frac{728,5}{692}$
Горизонтальные перемещения U, мм			$\frac{\pm 57,8}{\pm 60,7}$	$\frac{47,6}{50,8}$	$\frac{-56,2}{-67,5}$
При одностороннем нагружении					
Усилия N, кН	$\frac{893}{1003}$	$\frac{926}{1127}$	$\frac{\pm 7515}{\pm 8430}$	$\frac{7025}{8430}$	$\frac{-7025}{-8430}$
Вертикальные перемещения W, мм	$\frac{542}{434}$	$\frac{473}{478}$	$\frac{100}{120}$	$\frac{481}{434}$	$\frac{481}{434}$
Горизонтальные перемещения U, мм	$\frac{35,1}{36,9}$	$\frac{35,1}{36,8}$	$\frac{20,0}{19,1}$	$\frac{44,7}{43,5}$	$\frac{-44,7}{-43,5}$
Примечание: в числителе приведены экспериментальные, в знаменателе расчетные данные «-» сжатие, «+» растяжение					

Список литературы

1. Ивович В.А. Покровский Л.Н. Динамический расчет висячих систем. –М.: Стройиздат, 1989. –312 с.
2. Людковский И.Г. Иванов В.А. Посюта А.В., Филякин А.А. Висячие оболочки покрытий с внешним армированием. //На стройках России – 1987. №11. С.7-11.
3. Раззаков С. Р. Фридман Г.С. Раззаков Н.С., Ахмадиёров У.С. О расчете предварительно напряженных двухпоясных радиальных вантовых покрытий при симметричных и односторонних нагружениях. // Расчет и проектирование металлических конструкций. // М. МГСУ, 2013. С. 165-170.
4. Кузницов Э.Н. Радиальные вантовые системы. –М.: Стройиздат, 1963. –121 с.
5. Шамановский В.Н. Висячие системы. –К.: Будівельник, 1984. -208 с.
6. Москалев Н.С. Конструкции висячих покрытий. –М.: Стройиздат, 1980. –331 с.
7. Волводин. Предварительно напряженные системы элементов конструкций. –М.: Стройиздат, 1989. –304 с.
8. Razzakov S.R. Axmadiyorov U.S., Razzakov N.S. Modeling of stage of construction end operation of unique large-span structures / Modeling and methods of structural analysis. JOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series: 1425(2020) 012100 doi: 10.1088/1742-6596/1425/1/012100.
9. Ершов П.Г. Современные стальные конструкции большепролетных покрытий уникальных зданий и сооружений. М. AGB, 2009. -566 с.

10. Колчунов В.И., Андросова Н.Б., Ключева Н.В., Бахтиярова А.С. Жвучест зданий и сооружений при запроектных воздействиях. М. AGB, 2014. -208 с.
11. Рекомендации по проектированию висячих покрытий. -М.:Стройиздат, 1974.-76 с.
12. Ивович В.А. Динамический расчет висячих систем. [Текст]/ В.А Ивович., Л.Н Покровский. -М.: Стройиздат, 1989.-312 с.

Раззоков Нурмухаммад Саидмаксудович

Научно-производственное объединение «Пространственные конструкции, сейсмостойкость зданий и сооружений» Самаркандского государственного архитектурно-строительного университета, Узбекистан доктор философии (PhD) по техническим наукам, старший научный сотрудник

npl-spk@list.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОНТАЖНОГО СОСТОЯНИЯ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация. Приводятся результаты экспериментально-теоретических исследований сборно-монолитных железобетонных оболочек большепролетных уникальных зданий, в монтажной стадии. Исследования проводились на натурных оболочках 48x48 и 96 м, ее укрупненных элементов 3x18м и 3x24м, а также на модели оболочки в масштабе 1:10 и 1:4. Исследовалось напряженно-деформированное состояние оболочек при разных вариантах монтажа и раскруживания. Даются рекомендации по рациональным методам возведения и раскруживания оболочек из укрупненных элементов для уникальных зданий общественного назначения.

Abstract: The results of experimental-theoretical studies of precast monolithic reinforced concrete shells of complex geometry assembled from enlarged elements are given. The studies are carried out on full-scale composite shells 48x48 m and diameter 96m, its enlarged elements 3x18m and 3x24m as well as on the shell model on a scale of 1:10 and 1: 4. The stress-strain state of shells of a similar type is studied with different mounting and splitting designs. Recommendations are given on rational methods for the construction of shells from enlarged elements for public buildings.

Ключевые слова: Экспериментальный метод, оболочка, монтажные, состояние, уникальные здания.

Keywords: Experimental method, shell, installation, condition, unique buildings.

Применение большепролетных уникальных зданий связано с задачами совершенствования методов их монтажа и раскруживания (рис. 1).

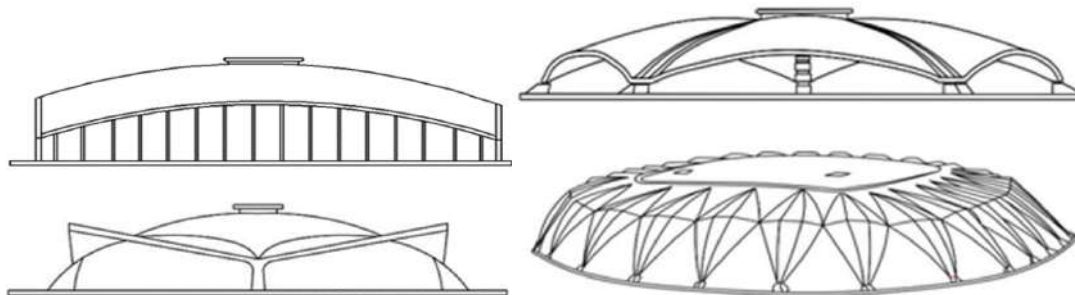


Рис. 1. Конструктивные схемы оболочек сложной геометрии исследованных в монтажное состояние.

Монтаж этих оболочек может осуществляться с применением сплошных лесов и кондукторов или предварительно укрупненных монтажных секций арочного типа, навесным способом [1- 4]. Для пологих оболочек в настоящее время оптимальным методом монтажа является применение укрупненных монтажных элементов длиной до 24 м [2, 4,7]. В этом случае каждый укрупненный сборный элемент представляет конструкцию сводчатого типа с временной монтажной затяжкой [3, 7].

Экспериментальным и методам и исследуем возможности применения эффективного метода монтажа для составных и сопряженных оболочек уникальных зданий с квадратным или произвольным планом (рис. 1).

Для решения данной задачи нами проведены исследования напряженно-деформированного состояния сборно-монолитных составных оболочек в стадиях монтажа, раскружаливания, и перехода в стадии эксплуатации.

Выполнен анализ результатов испытаний составных оболочек кривизны размерами 4,8x4,8 м 12x12 м; и 18x36м.

Для выявления рационального способа монтажа и раскружаливания составных оболочек снятие усилий в затяжках производилось при опущенных и поднятых монтажных стойках.

Таблица 1. Характеристика исследуемых типов оболочек и моделей

№ п.п.	Исследуемые оболочки, маркировка элементов	Эскиз	Масштаб, размеры	Назначение
1	Составные ребристые боковыми элементами отрицательно гауссовой кривизны М-1		М 1:10 4,8x4,8 м	Изучение напряженно-деформированного состояния при монтажных загрузках. Оценка прочности, устойчивости жесткости трещиностойкости и безопасности при различных сочетаниях монтажной нагрузки; выявление рациональный способы монтажа и демонтажа.
2	Составные ребристые с боковыми элементами отрицательной гауссовой кривизны М-2		М 1:4 12x12 м	Изучение напряженно – деформированного состояния при монтажных, и эксплуатационных воздействиях
3	Пологие ребристые оболочки положительной гауссовой кривизны с квадратным планом Н-1		96x96 м	Изучение напряженно-деформированного состояния при различных уровнях и сочетаниях монтажной нагрузки. Выявление рациональной способы монтажа и демонтажа оболочки.
4	Составные ребристые с боковыми элементами отрицательно гауссовой кривизны Н-2		96x96 м	

Изучались последовательности их влияние на работу всего покрытия.

Статическая работа оболочки в стадии монтажа и эксплуатации анализировалась в трех типах соединений центральных и боковых оболочек:

На моделях отдельно стоящих оболочек в области линейной работы, нагруженных нагрузкой, $1,7 \text{ кН/м}^2$, определялись напряженно-деформированное состояние. После чего изучались два основных способа раскручивания. В первом способе сначала опускались монтажные балки, затем снимались усилия в монтажных затяжках, во втором – сначала снимались монтажные затяжки, затем опускались монтажные балки. Варианты раскручивания повторялись три раза.

В *первом способе* раскручивания оболочки осадка всех стоек производилась одновременно этапами по 5 мм. Отрыв монтажной оснастки от покрытия произошел сначала у краев монтажных балок при осадке стоек на 4 мм, затем в средней зоне оболочки при осадке стоек на 15 мм. Отделение всей монтажной оснастки от оболочки произошло при осадке стоек на 20 мм.

Первоначальные усилия в затяжках центральных и боковых оболочек при опускании монтажных балок уменьшались на 20- 35%. Это позволило значительно облегчить демонтаж затяжек. При этом наблюдался более благоприятный характер напряженного состояния в ребрах панелей оболочек.

На рис. 2 приведены эпюры прогибов оболочки в процессе опускания монтажных балок, снятия усилий в затяжках и применения предварительного натяжения в монтажных затяжках.

При опускании монтажных балок наибольший прогиб в центральной оболочке составлял 2,85 мм, или $1/1174$ пролета, в боковой оболочке - 2,2 мм или $1/1542$ пролета. Дальнейшее снятие усилий в монтажных затяжках привело к увеличению прогибов центральной и боковой оболочек соответственно в 1,2 и 1,15 раза.

При *втором способе* раскручивания оболочки покрытия в начале производилось снятие усилий в 24 затяжках центральных оболочек и в 28 затяжках в четырех боковых оболочках. Снятие усилий производилось последовательно, как и в первом способе, после чего опускались монтажные балки, что привело к незначительному изменению напряженно-деформированного состояния оболочки. Эпюры прогибов и усилий имели более плавный характер (рис. 2)

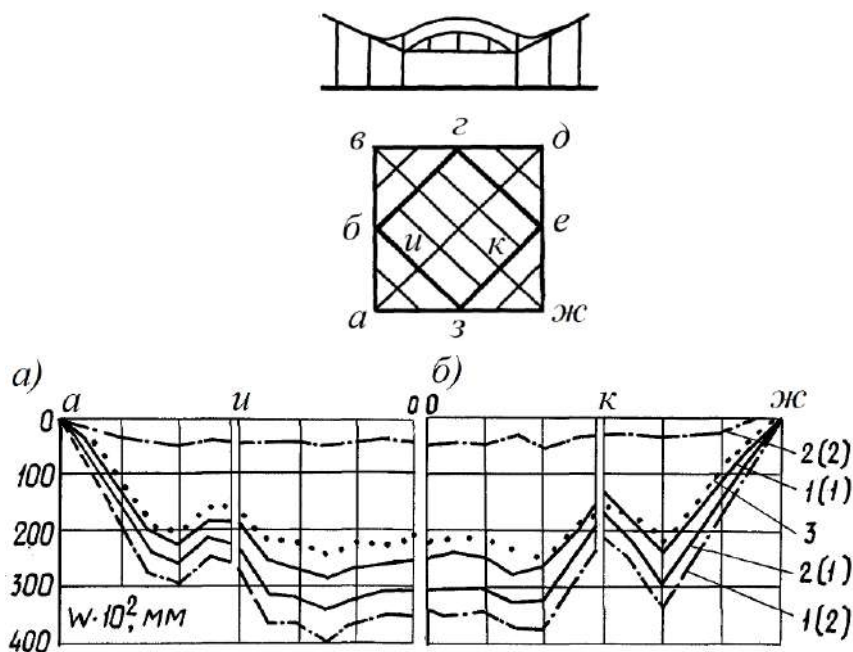


Рис. 2. Прогибы отдельно стоящие оболочки $4,8 \times 4,8 \text{ м}$ с боковыми элементами отрицательной гауссовой кривизны при загрузке нагрузкой $1,7 \text{ кН/м}^2$: а, б - вдоль

линии монтажных балок и затяжек 1 - при опускании монтажной стойки, балок; 2 - при снятии затяжек; (1), (2) - означает варианты раскружаливания; 3 - при натяжении монтажной затяжки

Максимальные значения прогиба для центральных и боковых оболочек составили соответственно 0,45 и 0,43 мм. Опускание монтажных балок привело к увеличению прогибов в 9,14 и 6,8 раза, что составляло 3,93 и 2,92 мм. Эпюры усилий и прогибов в этом случае носят неравномерный характер. Пиковые значения эпюр соответствовали местам примыкания монтажных балок и затяжек.

Сравнение прогибов оболочки при двух способах раскружаливания показало, что применение второго способа привело к увеличению прогибов центральных и боковых оболочек соответственно в 1,35 и 1,3 раза. Это подтверждает целесообразность применения первого способа раскружаливания.

Анализ исследований по двум вариантам раскружаливания составных оболочек показал, что при использовании первого варианта раскружаливания прогибы для середины пролета оболочки и диафрагмы уменьшались соответственно в 1,7 и 1,5 раза. Аналогичное явление наблюдалось для горизонтальных перемещений оболочки, которые уменьшились в 1,14-1,3 раза для различных сторон контурных конструкций боковых элементов оболочек.

Наименьшее значение продольных усилий и изгибающих моментов получено по первому варианту раскружаливания, создающего благоприятный характер напряженного состояния оболочки, что свидетельствует о целесообразности его применения.

В составных оболочках с боковыми элементами отрицательной и положительной кривизны размером 12х12 м, экспериментальными методами, исследовалось их напряженно-деформированное состояние в стадиях монтажа, длительной эксплуатации и перехода от монтажной стадии в эксплуатационную. Монтаж оболочки осуществлялся из укрупненных арочных элементов. Укрупненный элемент в стадии монтажа являлся самонесущей конструкцией. До замоноличивания швов укрупненные элементы работали как система из отдельных сводчатых конструкций, не связанных между собой.

После замоноличивания швов между панелями, напряженно-деформированное состояние укрупненных элементов изменялось в зависимости от места их расположения. Замоноличивание швов превращало оболочку в единую пространственную систему, в которой последующие усилия воспринимались оболочкой в целом.

До снятия усилий в затяжках нагрузка на оболочку составляла 2,9 кН/м².

В процессе раскружаливания оболочки, вследствие удаления временных опор сохранялись усилия, к ним добавлялись усилия, возникавшие в оболочке вследствие удаления временных затяжек и связей.

При снятии усилий в затяжках зафиксирован дополнительный прирост усилий в остальных затяжках. Это особенно существенно для краевых затяжек. Усилия в крайних затяжках боковых и центральных оболочек увеличились соответственно в 1,16 и 1,23 раза. Характер эпюр, значения усилий и перемещений в оболочке близки к аналогичным параметрам от эквивалентной распределенной нагрузки. Однако при снятии затяжек усилия в средних диафрагмах резко отличаются, при этом в параллельно расположенных диафрагмах усилия увеличивались, а в перпендикулярно расположенных – значительных изменений не произошло.

Таким образом, в стадии монтажа в двух средних диафрагмах возникали усилия от собственной массы арочных укрупненных элементов, а после замоноличивания стыков в процессе раскружаливания в этих диафрагмах усилия оставались без значительных изменений. В двух остальных диафрагмах расположенных в направлении затяжки

увеличились усилия от распора затяжек укрупненных арочных элементов. Перераспределение усилий в диафрагмах происходило в основном в процессе раскручивания оболочки. Результаты исследований сравнивались с данными расчета по специально разработанной программе. Сопоставление прогибов и усилий показало, что максимальные расчетные величины отличаются от эксперимента в 2 раза. Это объясняется тем, что в стадии монтажа в расчетах оболочки не учитывалась монтажное состояние и податливость контурных диафрагм. Таким образом, оценка напряженно-деформированного состояния пространственных систем только в стадии эксплуатации, без учета условий монтажа, дает заниженные результаты.

Было выполнено численное исследование, проверялись возможности применения результатов этих исследований для оболочек 18x36м и оценки работы оболочек различных геометрических форм для уникальных большепролетных зданий с пролётами 18-96 м оно показало целесообразность данной исследования для широкого применения.

В заключение следует отметить, что применение экспериментальными методами исследованных рациональных способов монтажа и раскручивания позволяет внедрить эффективные конструктивные решения оболочки покрытий в уникальных большепролетных зданиях с различной геометрической формой плана с имеющейся возможности регулированием создать минимальных усилий при переходе в эксплуатационное состояние.

Список литературы

1. Жуковский А.З. Сборные унифицированные оболочки покрытий общественных зданий в Крыму //Бетон и железобетон, 1980. №7. С. 16-20.
2. Дыховичный Ю.А., Жуковский Э.З. Пространственные составные конструкции.- М.: Высшая школа, 1989. 288 с.
3. Бартенев В.С., Жихарев В.К., Кузнецов В.В. Определение напряженно-деформированного состояния железобетонных пространственных покрытий от монтажных воздействий. /Металлические конструкции в строительстве. Сборник трудов №152. М., МГСУ. 1979. С.170-175.
4. Раззаков С.Р. Составные железобетонные оболочки покрытий зданий в условиях длительной эксплуатации и сейсмических воздействий. Ташкент, Издательство «Фан» АН РУз. 2004. -380 с.
5. Шугаев В.В., ПСоколов Б.С., Пасхин Д.В. Экспериментально-теоретические исследования сводчатого покрытия из панелей КЖС.// «Строительная механика и расчет сооружений» №5, 2007. С.67-73
6. Раззаков Н.С. К расчету пологих оболочек положительной кривизны с применением моментной теории.// Материалы межвузовской практической конференции. Сборник научных трудов. Выпуск 10, Ташкент: ТашИИТ, 2015.- С.81-84.
7. Раззаков Н.С. Железобетонные оболочки покрытий уникальных большепролетных зданий в стадии возведения. Ташкент: Издательство АНРУЗ Фан. 2022. –217 с.

¹Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет, к.т.н.,
доцент, старший научный сотрудник,

²Научно-производственное объединение «Пространственные конструкции,
сейсмостойкость зданий и сооружений», г. Жамбай, Узбекистан
старший научный сотрудник. npl-spk@list.ru

ОСЕСИММЕТРИЧНЫЙ ИЗГИБ НЕЛИНЕЙНО ДЕФОРМИРУЕМЫХ КРУГЛЫХ ТОНКИХ ПЛАСТИН И МЕМБРАН.

Аннотация. Приводятся разрешающие уравнения изгиба нелинейно-деформируемых, осесимметрично нагруженных круглых, тонких пластин и мембран с учетом работы недеформируемого податливого опорного контура. По результатам теоретических и экспериментальных исследований оценено напряженно-деформированное состояние пластин и мембран при кратковременных и длительных загрузениях. Выявлен характер напряженного состояния в стадиях трещинообразования и разрушения сталебетонных пластин. Оценена работа пластин и мембран в области упругой, упругопластической и, пластической стадиях работы. С применением метод предельного равновесия, разработан способ расчета сталебетонных пластин по прочности нормированными параметрами.

Annotation: The author presents the resolving bending equations for non-linearly deformable, axisymmetrically loaded round, taking into account the operation of a non-deformable and malleable support contour. Based on the results of theoretical and experimental studies, the stress-strain state of plates and membranes under short-term and long-term loading was assessed. The nature of the stress state in the stages of cracking and destruction of steel concrete plates has been revealed. The performance of plates and membranes in the elastic, elastoplastic and plastic stages of operation was assessed. Using the limit equilibrium method, a method has been developed for calculating steel-concrete plates based on their strength using standardized parameters.

Ключевые слова: сталежелезобетон, круглая пластина, осесимметричный изгиб, нелинейное деформирование.

Keywords: steel-reinforced concrete, round plate, axisymmetric bending, nonlinear deformation.

Разработан эффективные методы расчета нелинейно деформируемых пластинок применительно к железобетонным, сталебетонным тонким круглым плитам и мембранам. Методика их расчета в упругопластической стадии работы материалов, позволят оценить поведение конструкции при эксплуатационных нагрузках вплоть до разрушения.

Достаточно хорошо разработан методы нелинейного расчета [1–3] удобные для практических расчетов конструкций разработанный Гвоздевым А.А. [4] метод предельного равновесия, нашедший широкое.

Как показано в теории составных пластин, одной из вероятных форм разрушения является потеря несущей способности вследствие недостаточной прочности связей сдвига [7, 8,].

В работе [8] приводится решение, основанное на предположении сферической деформированной поверхности тонких плит под действием равномерного загрузения,

В работах [7,8] считается, что несущая способность по связям сдвига пластин обеспечена, для чего рекомендуется назначать требуемую интенсивность анкеровки

листовой арматуры с бетоном В данное время отсутствует решение для учета реальных условий, нет также критериев оценки ограничений эксплуатационных состояний для максимального пролета конструкции.

Целью данного исследования является определение напряженного состояния оценки предельных длительных эксплуатационных нагрузок на сталежелезобетонные пластины, мембраны круглого очертания, а также изучение их работы в эксплуатационной стадии и в предельном состоянии.

Осесимметричном изгибе двух нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений относительно прогибов w и функции напряжений Φ в полярных координатах эти уравнения запишем так:

$$D \frac{d}{dr} (\nabla^2 w) = -\psi + \frac{h}{r} \frac{d\Phi}{dr} \frac{dw}{dr}; \quad \frac{d}{dr} (\nabla^2 \Phi) = -\frac{E}{2r} \left(\frac{dw}{dr} \right)^2. \quad (1)$$

Здесь $D = Eh^3 / (12(1-\nu^2))$ – цилиндрическая жесткость пластинки;

Радиальные σ_r и кольцевые σ_θ напряжения выражаются через функцию напряжений Φ следующими соотношениями:

$$\sigma_r = d\Phi / dr; \quad \sigma_\theta = d^2\Phi / dr^2 \quad (2)$$

Система нелинейных уравнений (1) решается методом малого параметра и начального параметра ползучести [2, 5, 9].

Рассмотрим равномерно нагруженную абсолютно гибкую тонкую пластину кругового очертания. Проведенные исследования показали, что зона нулевых и сжимающих кольцевых усилий не превышает 1/10...1/5 радиуса покрытия. По мере удаления от контура она уменьшается и переходит в растягивающие. (Рис. 1).

Из исследованных параметров наиболее существенное влияние на работу длительно нагруженных пластин и мембран оказывает податливость опорного контура. На деформируемом опорном контуре, приравнивая кольцевые деформации пластин и контура, получим:

$$A_k E_k \varepsilon_{\theta k} P_n - \frac{\varepsilon_\theta E_b A_n P_k}{\nu} \geq 0 \quad (3)$$

Из выражения (3) запишем условия для длительно нагруженных пластин

$$B_k P_n'' \geq \frac{B_n P_k''}{\nu} \ddot{e} \quad (4)$$

где $Bk = AkEb$, $Bn = AnEb$ – жесткость опорного контура и пластины; $Pn = P_n = (1 + \varphi_t)$, $Pk = (1 + \varphi_t)_k$ – параметры, учитывающие развитие неупруго–длительного деформирования пластины и опорного контура в области нелинейного деформирования;

Проведенный теоретический анализ длительного напряженно– деформированного состояния в геометрически нелинейной постановке [3,5,9] показал, что в тонкой пластине при податливом опорном контуре можно выделить три области (рис.1).

$$q_u = k_4 \frac{R_{bd}(1 + \beta_2 \mu)}{r_c} \cdot \left[\frac{R_{bd}(1 + \beta_2 \mu)}{\lambda E_b (1 - \alpha_2 \mu)} \right]^{1/2} \quad (5)$$

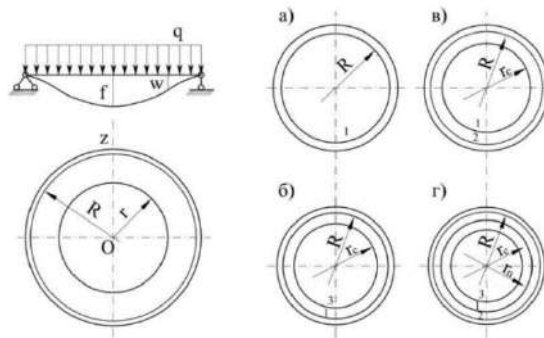


Рис. 1 – Области напряженно-деформированного состояния покрытия круглового очертания плиты при равномерно-распределенном нагружении для недеформируемой (а, б) и деформируемой (в, г) опорных конструкций: 1– упругие деформации, двухосное напряженное состояние $\sigma_y > \sigma_r > \sigma_\theta > 0$; 2 – упругие деформации, одноосное напряженное состояние: $\sigma_y > \sigma_r > 0$, $\sigma_\theta = 0$; 3 – пластические деформации: $\sigma_r = \sigma_\theta = \sigma_y$.

Для рассматриваемого случая длительного нагружения величины предельной нагрузки при достижении напряжения в арматуре предела текучести σ_y определяется по выражению

Необходимо отметить, что при этой нагрузке в приконтурных зонах напряжения σ_r и σ_θ не достигают предельных значений. Длительная прочность материала R_{btl} на 15÷20% ниже, чем для кратковременно нагруженных конструкций. k_4 – опытный параметр; $\beta_2 = R_s/R_{bt}$; $\alpha_2 = E_s/E_b$; $\mu = A_s/A$ – коэффициенты приведения; λ – коэффициент упругопластичности для армированного элемента.

Экспериментально исследовалось напряженно-деформированное состояние железобетонной круглой плоскоформируемой тонкой пластины с учетом совместной работы с опорным кольцом [2,6,]. Масштабы моделей из условия физического моделирования принимались равными М1:10, М1:15 и М1:20 [6,9,].

Испытывались модели диаметром 1200 мм и толщиной плиты, равной 5 мм. Размеры опорного кольца составили 100x50 мм.

Испытания моделей плоско формируемых железобетонных тонких плит демонстрировали возможность изготовления и эксплуатации подобных натуральных конструкций [5–8]. Результаты проведенных исследований показали, что с увеличением нагрузок на тонкой плите выявились как геометрические, так и физические нелинейности, возрастающие на различных уровнях нагружения. (рис.2).

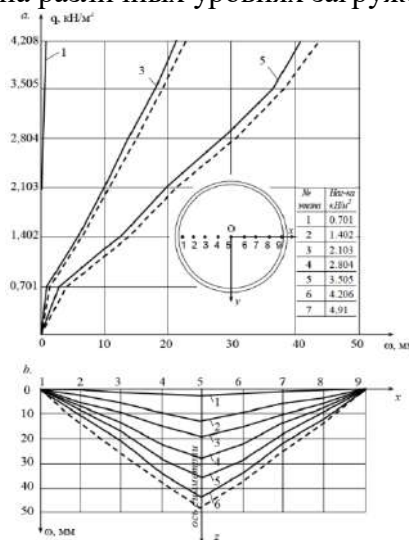


Рис. 2 – Прогобы ω в модели круглой тонкой плиты: а - график зависимости "нагрузка-прогиб"; б - изменение формы поверхности по оси симметрии. Обозначения: 1-7 -этапы нагружения; 1-9 -исследуемые точки. опытный, - - - - теоретический прогиб.

Эпюры прогибов круглой тонкой плиты в центре в осесимметричном направлении близки к параболе (рис. 2). Максимальный прогиб наблюдался в середине ее пролета, минимальный – в приконтурных зонах.

Для реализации предложенного метода решения задачи тонких железобетонных круглых плит с учетом деформации опорного контура, разработан алгоритм и программа расчета. Выполнен численный расчет круглых тонких железобетонных плит пролетами 1,2 и 12 м при различных уровнях разрушающих нагрузок.

Расхождение результатов расчета по предлагаемой методике с данными эксперимента при высоких уровнях разрушающих нагрузок не превышает 17% по прогибам. Качественный анализ показывает, что характер экспериментальных расчетных эпюр прогибов и усилий совпадает не только в середине пролета, но и по всему полю исследуемого покрытия.

Расчетная разрушающая нагрузка испытанной модели тонкой – 4,63 кН/м², разрушающая опытная нагрузка – 4,91 кН/м², расхождение – 6,04%.

Экспериментальными методами моделирования исследован и несущей способности сталебетонных круглых пластин и мембран в эксплуатационной стадии.

Проектируя все силы, действующие в сечении, запишем:

$$\sum X = 0; \sigma_{cd}(t)X(t) - \sigma_s(t)A_s = 0. \quad (6)$$

Откуда

$$X(t) = \sigma_s(t) - A_s / \sigma_{cd}(t) \quad (7)$$

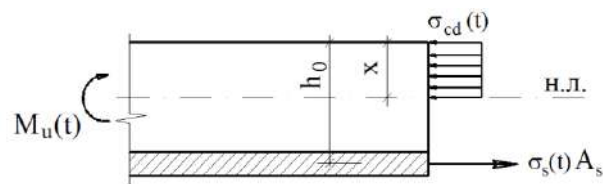


Рис. 3 – Длительное напряженное состояние сталебетонной пластины по линиям пластических шарниров

$$W_q = qV = \frac{q\pi r^2 w(t)}{3}. \quad (8)$$

Работа внешних сил при длительной центрально приложенной сосредоточенной силе

$$WF = Fw(t). \quad (9)$$

Работа внутренних сил от длительных загрузений

$$A = -M_u 2\pi w. \quad (10)$$

Приравнявая работу внешних и внутренних сил, получим выражения для определения предельной длительной нагрузки при разрушении плиты по нормальному сечению:

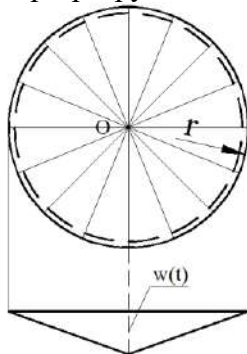


Рис 4 – Напряженно– деформированное состояние и разрушения сталебетонной плиты при длительной нагрузке

$$q_d(t) = \frac{6M_u(t)}{r^2}. \quad (16)$$

При длительной центрально приложенной сосредоточенной силе

$$F_d(t) = M_u(t) 2\pi. \quad (17)$$

Если пластинка заделана по контуру, то в формулу работы следует добавить работу сил в шарнирах, расположенных по контуру.

Следуя [10, 11], получим выражения для распределенной и сосредоточенной длительной нагрузки:

$$q_d(t) = \frac{6(M_u(t) + M'_u(t))}{r^2}, \quad (18)$$

$$F_d = (M_u(t) + M'_u(t))2\pi, \quad (19)$$

где $M'_u(t)$ – продольный момент при изгибе пластинки.

В заключение следует отметить, что настоящее время нет возможности в монтажных условиях выполнять равнопрочные с основным металлом сварные швы тонкого металлического листа, поэтому эффективный способ образования провисающих поверхностей из плоских дисков не может быть рекомендован. Подобный прием можно использовать при образовании поверхностей из переплетенных длинно-размерных лент. Применение сварных металлических мембран может быть рекомендовано при условиях, что сварка выполняется в заводских условиях и для упругой стадии работы материала.

Список литературы

1. Вольмир Л. С. Устойчивость деформируемых систем. – М.: Наука, 1960. 984 с.
2. Илин В.П., Карпов В.В., Масленников А.М. Численные методы решения задач строительной механики. – Минск. Высшая школа, 1990. 349 с.
3. Раззаков С.Р. Нелинейное деформирование железобетонных составных оболочек при длительном действии нагрузок/ Пространственные конструкции зданий и сооружений. Вып.7. – М., 1991. С.54–58.
4. Гвоздев А.А. Расчет несущей способности конструкций по методу предельного равновесия / Гвоздев А.А. – М.: Стройиздат, 1949. –280 с.
5. Еремеев В.Г., Картвелашвили В.М. Расчет и оптимизация круглых в плане мембранных покрытий. Строительная механика и расчет сооружений. 1984. №1, с. 16–21.
6. Раззаков С.Р. Составные железобетонные оболочки покрытий зданий в условиях длительной эксплуатации и сейсмических воздействий. – Ташкент. Издательство Академии наук Республики Узбекистан. Фан, 2004. –380 с.
7. Ватуля Г.Л., Шевченко А.А. Предельное состояние сталебетонных круглых плит по нормальному сечению/ Строительные конструкции. Выпуск 78. – Киев 2013. – с. 137–143.
8. Воронков Р.В. Железобетонные конструкции с листовой арматурой. Ленинград. Стройиздат. 1975. –144 с.
9. Razzakov S.R., Razzakov KH.S., Razzokov J.S. Limit state of steel reinforced concrete round plates in the operational stage /Modeling and methods of structural analysis. JOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf: Series: 1425(2020) 012101 doi: 10.1088/1742–6596/1425/1/012101.
10. Мембранные конструкции зданий и сооружений: //Под.общ. ред. В.И. Трофимова, П.Г. Еремеева ч. I. -248 с. и II. -198 с. –М.: Стройиздат. 1990.
11. Хилл Р. Теория пластического выпучивания металлических мембран при боковом давлении. -М.: Стройиздат. 1977.
12. Карпов В.В. Геометрически нелинейные задачи для пластин и оболочек и методов решения. Санкт-Петербург 1999.154с.

¹Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет, PhD,
доцент

²Научно-производственное объединение «Пространственные конструкции,
сейсмостойкость зданий и сооружений», г. Жамбай, Узбекистан
старший научный сотрудник. npl-spk@list.ru

ПОПЕРЕЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЛАСТИНОК И МЕМБРАН

Аннотация: В статье решена задача о гармонических поперечных колебаниях упругой многослойной пластинки и мембраны. Полученные численные результаты представлены в виде графиков зависимостей частоты колебаний от волнового числа для различных материалов несущих слоев пластинки и мембраны. Расчеты проводились для стальных, алюминиевых, сталебетонных несущих слоев и различных материалов (полимер, сталебетон, стеклопластик, древесный пластик, текстолит) для заполнителя. По результатам численных расчетов сделаны соответствующие выводы.

Abstract. The article solves the problem of harmonic transverse vibrations of an elastic three-layer plate. The obtained numerical results are presented in the form of graphs of the dependences of the oscillation frequency on the wave number for various materials of both the middle and the supporting layers of the plate. The calculations were carried out for steel and aluminum bearing layers and various materials (polymer, fiberglass, wood plastic, textolite) for the aggregate. According to the results of numerical calculations, the corresponding conclusions are made.

Ключевые слова: многослойной пластинка, мембрана, колебание, перемещение, напряжение, волновое число.

Keywords: multilayer plate, membrane, vibration, displacement, voltage, wave number

Многослойные пластины и мембраны нашли широкое применение в различных областях техники. Сфера применения многослойных пластин чрезвычайно широка. Она включает в себя такие области, как строительство, авиастроение, приборостроение и др. Поэтому, расчет таких пластин и мембран на действие различных динамических нагрузок находят широкое применение в проектировании и эксплуатации инженерных конструкций, работающих зачастую в экстремальных условиях на действия сейсмических и других нагрузок [1-2].

Существуют различные теории, разработанные как обобщение теории Рейсснера-Миндлина на слоистые анизотропные пластины и мембран принадлежащие С.А. Амбарцумяну [3], Mantari J.L., Oktem A.S., Soares C.G. [4], Karama M, Afaq K.S., Mistou S.[5], Т.Н.Даоуаджи, А.Н.Нени, А.Тounsi, А. В. El Abbes. [6]. Другая группа теорий расчета многослойных пластин основанных на гипотезах С.Г.Лехницкого [7] получены Z.G.Repom[8], К.Н.Lee [9] и другими [10].

Количество опубликованных исследований, посвященных разработке новых моделей и теорий нестационарного колебания, многослойных пластин и мембран, подвергнутых воздействию внешних динамических нагрузок, малы по сравнению со случаем статики. Одному из направлений решения этой проблемы посвящены работы [9,10]. Данные работы основаны на методе общих решений в преобразованиях, которые используются для удовлетворения условий, заданных на поверхностях пластин и мембран. Логическим продолжением этих исследований являются исследования [7,8], в которых предложены новые математические модели нестационарных колебаний

пластин и оболочек, исходя из точного решения соответствующих трехмерных задач вязкоупругости. Разработанные в этих работах методы разработки теории колебаний пластин и мембран применены затем для исследования слоистых конструкций [2,3].

Анализ большого числа опубликованных работ по колебаниям слоистых пластин показывает, что наиболее изученными являются изгибные колебания. Эти исследования продолжаются и в настоящее время. Вместе с тем изучение исследований по нестационарным колебаниям многослойных пластин с учетом новых требований современной техники, позволяет сделать вывод о том, что остается ещё много проблем, далеких от своего решения и поэтому, новые исследования в этом направлении актуальны.

Рассмотрим многослойную, бесконечную в плане, упругую пластинку. Будем считать, что пластинка состоит из двух несущих слоев с толщинами h_1 и h_2 и срединного слоя толщиной $2h_0$ (рис.1). При выводе уравнений колебания в [2] читается, что как пластинка в целом, так и каждый ее слой в отдельности строго подчиняются математической линейной теории упругости и в точной постановке описываются трехмерными ее уравнениями. Учитывая неограниченность размеров пластинки, в дальнейшем будем считать, что она находится в условиях плоской деформации. Поэтому, пластинку будем рассматривать в системе прямоугольных координат Oxz и направим ось Ox по срединной линии поперечного сечения, а ось Oz –вверх, перпендикулярно оси Ox .

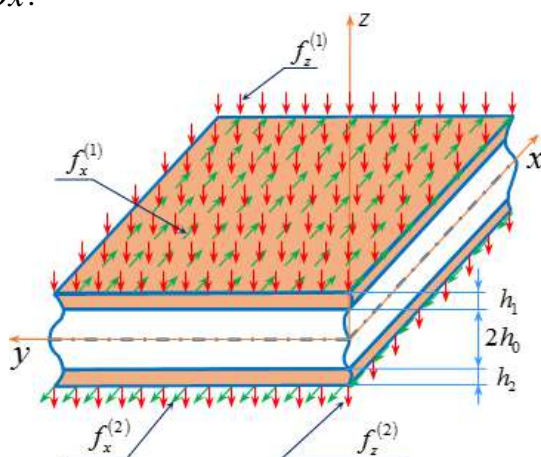


Рис.1. Загруженный элемент многослойной пластинки

Несущие слои пластинки назовем первым и вторым (в соответствии с их толщинами h_1 и h_2) слоями, а срединный слой нулевым. Требуется исследовать гармонические колебания такой пластинки.

В качестве разрешающих уравнений, будем принимать общие уравнения поперечных колебаний многослойной пластинки, предложенных в работе [2]. Эти уравнения имеют бесконечно высокие порядки по производным. Будем считать, что выполнены условия усечения бесконечных рядов, указанных в работе [13] и будем ограничиваться нулевым или первым приближениями в разложении гиперболических функций в степенные ряды по степеням поперечной координаты. В результате получим приближенные уравнения колебания многослойной пластинки, мембраны пригодных для решения прикладных задач [1-3],

На основе приближенных уравнений колебания рассмотрим задачу о поперечных гармонических колебаниях многослойной пластины. При этом следует считать, что поверхности пластинки свободны от внешних нагрузок. Решение дифференциальных

уравнений приведенной в работах [1-3] с нулевыми правыми частями будем искать в виде

$$W_0^{(0)} = \bar{W}_0 e^{\omega x - kz}, \quad U_0^{(0)} = U_0 e^{\omega x - kz}, \quad (1)$$

где ω - круговая частота колебаний; k – волновое число. Подставляя (1) в уравнения колебания будем иметь систему двух однородных алгебраических уравнений относительно \bar{W}_0 и \bar{U}_0

$$a_{11}\bar{W}_0 + a_{12}\bar{U}_0 = 0, \quad a_{21}\bar{W}_0 + a_{22}\bar{U}_0 = 0, \quad (2)$$

где

$$\begin{aligned} a_{11} &= \frac{b_0^2 h_0^3}{b_1^2 l^3} \omega^4 - \frac{b_0^2 h_0^3}{b_1^2 l^3} \omega^2 k^2, \\ a_{22} &= \frac{1}{\xi} \left[\frac{b_0^2 h_0^2}{2b_2^2 l^2} \omega^4 - \frac{b_0^2 h_0^2}{2b_2^2 l^2} (1+2q_0) \omega^2 k^2 - \frac{4h_0^2}{3l^2} q_2 (1+h_2)^2 k^4 + \frac{b_0^2}{b_2^2} \omega^2 \right], \\ a_{12} &= -\frac{k}{\xi} \left[\frac{b_0^2 h_0^3}{6b_1^2 l^3} \left(\frac{b_0^2}{a_0^2} - 2 \right) \omega^4 - \frac{b_0^2 h_0^3}{6b_1^2 l^3} (1+2q_0) \omega^2 k^2 - \frac{4h_0^3}{3l^3} q_1 (1+h_1)^2 k^4 - \frac{b_0^2 h_0}{b_1^2 l} \omega^2 \right], \\ a_{21} &= -k \left[\frac{4h_0^4}{3l^4} q_2 (1+h_2)^2 k^4 + \frac{b_0^2 h_0^2}{b_2^2 l^2} \omega^2 + \frac{b_0^2 h_0^4}{2b_2^2 l^4} (1-2q_0) \omega^4 - \frac{b_0^2 h_0^4}{2b_2^2 l^4} (1-2q_0) \omega^2 k^2 \right]. \end{aligned}$$

Из (2) следует частотное уравнение

$$a_{11} \cdot a_{22} - a_{21} \cdot a_{12} = 0. \quad (3)$$

Последнее уравнение (2) решалось численно с помощью пакета прикладных программ «Maple 17». При этом расчеты проводились для стальных и алюминиевых несущих слоев пластины. Значения физико-механических их параметров материалов следующие: стал - $E=2,0 \cdot 10^{11}$ Па; $\nu=0,25$; $\rho=7850$ кг/м³; алюминий - $E=0,7 \cdot 10^{11}$ Па; $\nu=0,35$; $\rho=2750$ кг/м³. В качестве заполнителя принят следующий материал значения физико-механических параметров которого следующие: полимер - $E_0=5,5 \cdot 10^{10}$ Па; $\nu=0,4$; $\rho=1700$ кг/м³; стеклопластик - $E_0=1,8 \cdot 10^{10}$ Па; $\nu=0,35$; $\rho=1400$ кг/м³; древесный пластик - $E_0=1,2 \cdot 10^{10}$ Па; $\nu=0,35$; $\rho=1200$ кг/м³ и текстолит - $E_0=0,4 \cdot 10^{10}$ Па; $\nu=0,35$; $\rho=1300$ кг/м³.

Геометрические характеристики многослойной пластины, следующие: толщины внешних слоев $h_1 = h_2 = 0,001$ м; толщина заполнителя - $h_0 = 0,03; 0,05; 0,1$ м.

Результаты проведенных расчетов приведены на Рис.2-3 в виде зависимостей наименьшей частоты ω от волнового числа k . На рис.2 представлены кривые зависимости $\omega \sim k$ многослойной пластинки при одинаковых толщинах стальных несущих слоев (рассматривается пластинка симметричной структуры), равных $h_1 = h_2 = 0,001$ м. При этом рассмотрены три значения толщины заполнителя из полимера, для которых $h_0 = 0,03; 0,05; 0,1$ м. Легко увидеть, что для всех случаев значения толщины зависимость $\omega \sim k$ прямо пропорциональная. Из графиков следуют, что при фиксированном значении волнового числа, увеличение толщины срединного слоя пластинки приводит к росту частоты колебаний. Например, значения частоты, соответствующие значениям $h_0 = 0,03; 0,05; 0,1$ м при отличаются от значения при $h_0 = 0,03$ на 61% и 178%, соответственно. С увеличением волнового числа, т.е. с переходом на более высокочастотную область, эти различия увеличиваются все больше.

Сравнение рис.2 и рис.3 показывает, что при одинаковых условиях частота колебаний пластинки со стальными несущими слоями всегда меньше чем у пластинки с алюминиевыми несущими слоями. Но, разница небольшая.

Например, при $k=10$ указанная разность составляет 0,05, что в процентном отношении равно 4%. Вместе с тем, частота колебаний пластинки сильно зависит от материала заполнителя, которая видна из сравнения графиков на рис.3 и рис.4. У пластинки с заполнителем с большим значением модуля упругости (полимер рис.3) частота колебаний меньше, чем с заполнителем с меньшим значением модуля упругости (стеклопластик рис.4). Например, при $k=7$ разность составляет: для $h_0 = 0,1 - 0,98$ ($\approx 120\%$); для $h_0 = 0,05 - 0,2$ ($\approx 42\%$); для $h_0 = 0,03 - 0,15$ ($\approx 52\%$).

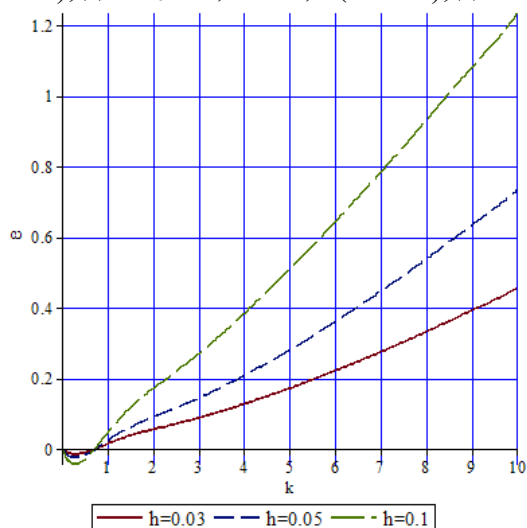


Рис.2. Зависимости ω от k при $h_1 = h_2 = 0,001$ и различных h_0 . Материалы несущих слоев – сталь, а заполнителя – полимер.

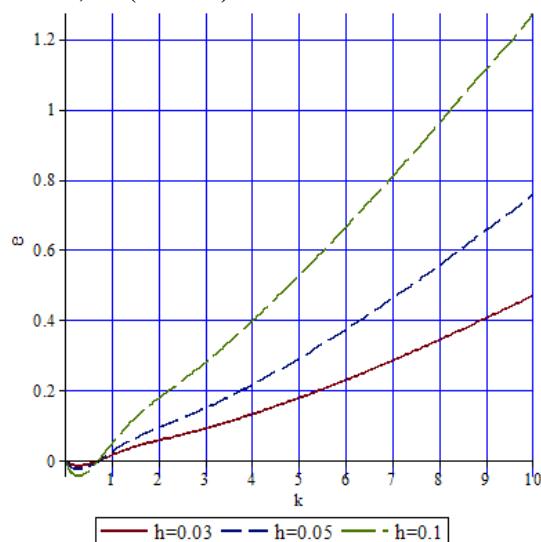


Рис.3. Зависимости ω от k при $h_1 = h_2 = 0,001$ и различных h_0 . Материалы несущих слоев – алюминий, а заполнителя – полимер.

В заключение следует отметить

- из сравнительного анализа полученных численных результатов следует, что примененные в работе уравнения колебания и формулы для определения НДС позволяют высокой степенью достоверности определять частоты антисимметричных колебаний многослойных пластин и мембран. При этом частотный анализ, выполненный на основе представленной модели, требует минимальных вычислительных ресурсов;

- независимо от значения толщины срединного слоя зависимость частоты от волнового числа прямо пропорциональна. При фиксированном значении волнового числа, увеличение толщины срединного слоя пластинки приводит к росту частоты колебаний, которая сильно зависит от материала заполнителя. У пластинки с заполнителем с большими значениями модуля упругости и плотности частота колебаний меньше, чем с заполнителем с меньшими значениями модуля упругости и плотности.

Список литературы

1. Sayyad S., Ghugal Y.M. On the free vibration analysis of laminated composite and sandwich plates: A review of recent literature with some numerical results. Composite Structures 129 (2015) 177–201
2. Худойназаров Х.Х., Скрипняк В.А., Яхшибоев Ш. Нестационарные поперечные колебания многослойной вязкоупругой пластинки. Узбекский журнал Проблемы Механики, №2, 2018.- С.27-32
3. Амбарцумян С.А. Теория анизотропных пластин. – М.: Наука, 1987. – 493с.
4. Mantari J.L., Oktem A.S., Soares C.G. A new higher order shear deformation theory for sandwich and composite laminated plates. Composites: Part B 2012;43: 1489-99.
<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2011.07.017> Get rights and content

5. Karama M, Afaq K.S., Mistou S. A new theory for laminated composite plates. Proc IMechE Part L: J Mater: Des Appl 2009;223: 53-62.
<https://doi.org/10.1243/14644207JMDA189>
6. T.H.Daouadji, A.H.Henni, A.Tounsi, A. B. El Abbes. A New Hyperbolic Shear Deformation Theory for Bending Analysis of Functionally Graded Plates. Model Simul Eng 2012;2013:1- <https://doi.org/10.1155/2012/159806>.
7. Carrera E. Historical review of zig – zag theories for multilayered plates and shells.// J.Appl Mech Review, vol. 56, №3, 2003. – 287-308 pp.
8. Ren, J. G., A New Theory of Laminated Plate. Composite Science and Technology, 26,3, 1986, pp. 225-239. [https://doi.org/10.1016/0266-3538\(86\)90087-4](https://doi.org/10.1016/0266-3538(86)90087-4) Get rights and content
9. Lee, K. H., Kin, W. Z., and Chow, S. T., "Bi-Directional Bending of Laminated Composite Plates Using an Improved Zig-Zag Model," Composite Structures, 28, 283-294 (1994). [https://doi.org/10.1016/0263-8223\(94\)90015-9](https://doi.org/10.1016/0263-8223(94)90015-9) Get rights and content
10. Carrera E., Brischetto S. A Survey with Numerical Assessment of Classical and Refined Theories for the Analysis of Sandwich Plates // Z. Appl. Mech. Rew. V.62, 2009.–010803–1–17 pp.

DIANA FE modeling of fluid-structures interaction for underwater structures.

DIANA КЭ моделирование взаимодействия между жидкостью и конструкциями под водой.

Seymur Bashirzade ^{*, a}, <https://orcid.org/0000-0002-0870-6345>
Rafail Garibov ^b, <https://orcid.org/0000-0001-9500-2874>

^a Department of Civil Engineering, Akdeniz University, Antalya, Turkey

^b Institute of Forensic Construction and Technical Expertise, Russia

^{*} Corresponding author: E-mail address: srbashirzade@gmail.com

Abstract: The analysis of structures engaged in fluid-structure interactions poses a complex challenge and is crucial for ensuring the safety of integrated modeling. Particularly, in the determination of structural behavior and the design of underwater structures, the selection of an appropriate Finite Element (FE) method is of paramount importance in accurately predicting this interaction. This study endeavors to showcase the accurate modeling of a structure interacting with a fluid using the FE method. To validate the reliability of the outcomes, various cross-sectional structures, the frequencies of which were previously determined analytically, were replicated using the FE method. This research aimed to establish the level of correspondence between the proposed FE model and the analytical results, thereby ensuring the accuracy of the findings for the purpose of safety verification.

Key words: fluid-structures interaction, underwater structures, frequency, DIANA.

Аннотация: Анализ конструкций, участвующих в взаимодействии с жидкостью, представляет собой сложную задачу и является ключевым моментом для обеспечения безопасности интегрированного моделирования. В частности, при определении поведения конструкций и проектировании подводных сооружений выбор подходящего метода конечных элементов (КЭ) имеет первостепенное значение для точного прогнозирования этого взаимодействия. Настоящее исследование нацелено на демонстрацию точного моделирования структуры, взаимодействующей с жидкостью с использованием метода КЭ. Для подтверждения достоверности результатов различные поперечные структуры, частоты которых ранее были определены аналитически, были воссозданы с использованием метода КЭ. Целью данного исследования было установить

соответствие между предложенной моделью КЭ и аналитическими результатами, обеспечив тем самым точность результатов для целей проверки безопасности.

Ключевые слова: взаимодействие конструкций и жидкости, подводные сооружения, частота, DIANA.

Introduction

In academic research, the incorporation of fluid-structure interaction (FSI) into finite element (FE) models represents a critical aspect, facilitating a comprehensive understanding of the intricacies involved. The integration of FSI into FE models necessitates the implementation of a diverse array of well-defined methods, each of which plays a significant role in advancing our understanding of this multifaceted phenomenon. Notably, the academic underscored the importance of various strategies that effectively address FSI-related challenges [1-4]. Recognizing the complexity of FSI, researchers have identified a series of effective approaches that prove instrumental in effectively managing this intricate interaction. These approaches encompass a range of methodologies that have demonstrated their efficacy in unraveling the nuances associated with fluid-structure interactions.

When modeling a fluid under the assumption of incompressibility, a viable strategy involves the utilization of specialized joints that are fortified with additional mass effects. This particular method facilitates a highly accurate depiction of the intricate behavior of water within a finite element (FE) model. By implementing these specialized joints effectively, it is possible to establish robust interfaces between fluid and structural components, thereby ensuring seamless integration within the computational framework. The incorporation of gap links is a valuable approach to enable seamless integration of incompressible fluids with solid structures. These gap links play a pivotal role in connecting specialized joints to structural elements, thereby fostering a cohesive and smooth interaction between the incompressible fluid and solid structure. Acknowledging the contributions of previous research, notable studies underscored the significance of employing these specialized joints and gap links to successfully address the complexities associated with fluid-structure interactions under the assumption of incompressibility. [5-7]

For more intricate cases demanding a comprehensive depiction of the fluid, a comprehensive modeling method can be employed. In this approach, the structural components of the framework are defined using a combination of frames, areas, and solid elements constructed from isotropic materials. To effectively account for the dynamic interaction between the fluid and structure, specialized fluid-structure interface elements were strategically integrated onto the surfaces of the structural elements, with particular emphasis on the areas in direct contact with the fluid medium. The utilization of these interface elements necessitates careful adherence to specific requirements. A crucial aspect is ensuring accurate sequencing of nodes in the connection specification, thereby effectively distinguishing between the fluid and structural aspects of the element. Moreover, it is imperative that the normal direction of the fluid-structure interface element point outward into the fluid domain. Consequently, the interaction should be confined to the submerged boundaries of the structure rather than to the fluid surfaces in direct contact with the structure. Following these prescribed guidelines, the nodes on the remaining edge of the interface are promptly linked to the corresponding nodes on the fluid interface, ensuring a cohesive representation of the fluid-structure interaction. It is worth noting that this method streamlines the overall modeling procedure, providing researchers with a systematic approach to effectively manage the complexities inherent in fluid-structure interaction studies. Notable contributions in this domain have been made underscoring the significance of this approach in advancing our understanding of fluid-structure interactions within complex systems. [8,9]

In this study, verification was conducted to accurately model the fluid-structure interaction using DIANA Finite Element Analysis (FEA) software. During the study, a realistic fluid model

was created, and the structural components were embedded within the fluid medium. Subsequently, the existing frequency data and mode shapes were compared to assess the accuracy of the model. This study aims to confirm the fidelity of the DIANA FEA program for simulating the interaction between the fluid and structure. To achieve this, a comprehensive fluid model was constructed, and the structural element was immersed in the fluid medium. Following this, a detailed comparison was performed between the obtained frequency data and mode shapes and the actual values, thus evaluating the effectiveness of the model in replicating the real-world behavior of fluid-structure interactions.

Parametric study

Han (1996) investigated the realms of computational fluid dynamics and structural mechanics. The primary objective of this study was to enhance our understanding and proficiency in the analytical modeling of fluid-structure interaction (FSI) phenomena, emphasizing the incorporation of supplementary mass effects. The consideration of the added mass induced by the inertia of the fluid assumes pivotal significance in accurately predicting the dynamic response of structures that interact with a fluid medium. This research aims to shed light on the intricate interplay between fluid dynamics and structural mechanics, thereby contributing to the advancement of knowledge in the field of fluid-structure interaction analysis.

The parametric analysis conducted in this research encompasses a systematic evaluation designed to validate the analytical formulations previously discussed. This study extensively explored the free and forced vibration responses of a structurally flexible cylinder positioned underwater. The primary aim was to thoroughly scrutinize the reliability and accuracy of the collected data. Through this investigation, we aimed to provide a comprehensive comparison of the obtained results with existing findings concerning the vibrational characteristics of the same structure under vacuum conditions. This meticulous examination of vibrational behavior serves to enhance our understanding of the intricate dynamics governing fluid-structure interactions, thereby contributing to the refinement of analytical models and methodologies within this domain. The fluid density within the water medium denoted as $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$, the material density of the cylinder represented as $\rho = 2450 \text{ kg/m}^3$, the Young's modulus $E = 2.94 \times 10^7 \text{ kPa}$, and the characteristic height of the structure denoted as $h = 20 \text{ m}$ and $a/h = (0.003 \div 0.050)$. The resulting frequencies of vibration, comprising the first three eigenfrequencies, as computed utilizing Eq. (1), are systematically presented and recorded within Figure 1 for subsequent analysis and comparison. Their corresponding mode shapes, calculated from Eq. (2) and presented in Table 1.

$$\Delta = \begin{vmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} \\ K_{31} & K_{32} & K_{33} \end{vmatrix} = 0 \quad (1)$$

$$= \quad (2)$$

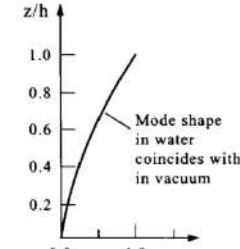
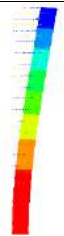
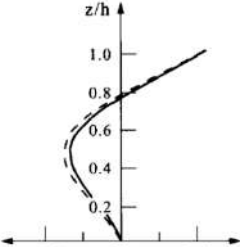
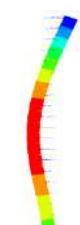
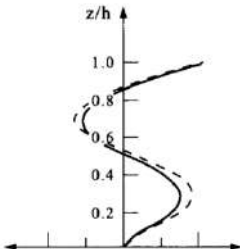
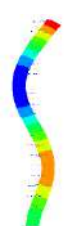
A realistic fluid model was constructed during the DIANA modeling process, and the interaction between the fluid and the structure was defined. Although the fluid was modeled as a solid with certain dimensions, it was considered to be fully restrained from below and infinitely bounded from all other sides. The material model was selected in accordance with the properties of the structure and fluid, while the element model was computed as a solid for both components. This approach facilitated a comprehensive representation of the complex fluid-structure interaction within the simulation, ensuring a thorough analysis of the dynamic behavior and response of the system. The initial phase of the structural modal response analysis entails conducting an eigenvalue analysis, which identifies eigenmodes that fall within a predefined frequency range. These eigenvalues were subsequently utilized for the frequency response analysis.

To ensure the precision of the results, the periodic force is incrementally applied in

sequential frequency steps, with a specific refinement of the incremental step sizes focused on the first three eigenvalues of the structure. The exclusion of the other two eigenvalues, which fall outside the frequency range of the periodic force, is justified on these grounds. The frequency step sizes have been specified as 0.03 Hz to maintain the accuracy and reliability of the analysis.

Result and Discussion

The results obtained from the analysis provide valuable insights into the behavior of the structural system under varying environmental conditions, particularly in relation to fluid-structure interactions. Table 1 serves as an informative tool, presenting a comprehensive visualization of the mode shapes, thereby facilitating a nuanced examination of the key differentiating factors between fundamental vibration modes in the transition from a water to a vacuum medium. It is important to note that the fundamental vibration modes demonstrate a remarkable degree of similarity in both of environments, underscoring the robustness of the underlying structural dynamics.

Mode	Analitical	DIANA FEM
I		
II		
III		
	<p>— Cylinder in water - - - Cylinder in vacuum</p>	
<p>Table 1. Mode shapes of the structure</p>		

However, a noteworthy observation is shown in Figure 1, which reveals a distinct metamorphosis in the higher vibration modes, aligned with our theoretical expectations. This transformation is indicative of the intricate interplay between the inherent characteristics of a cylindrical structure submerged in water and the absence of a surrounding medium, such as in a vacuum. The discernible shift in the higher vibration modes can be primarily attributed to the altered vibrational frequency of the cylinder within a liquid medium, such as water, compared to its behavior in vacuum. This notable disparity in the vibrational frequencies is a critical

determinant in shaping the observed differences between the two environments.

Moreover, the relative frequency differences, which are contingent on the aspect ratio (a/h) of the structure, delineated a discernible trend. Notably, as the aspect ratio decreased, implying a slender structure, there was a conspicuous increase in the magnitude of the relative frequency difference. This empirical finding underscores the sensitivity of the structural response to variations in the geometric proportions, further emphasizing the critical role played by the structural dimensions in influencing the dynamic behavior of the system under fluid-structure interaction scenarios. The interplay of these factors highlights the intricate nature of the fluid-structure interaction phenomena and emphasizes the necessity for meticulous consideration of such aspects in the design and analysis of submerged structural elements.

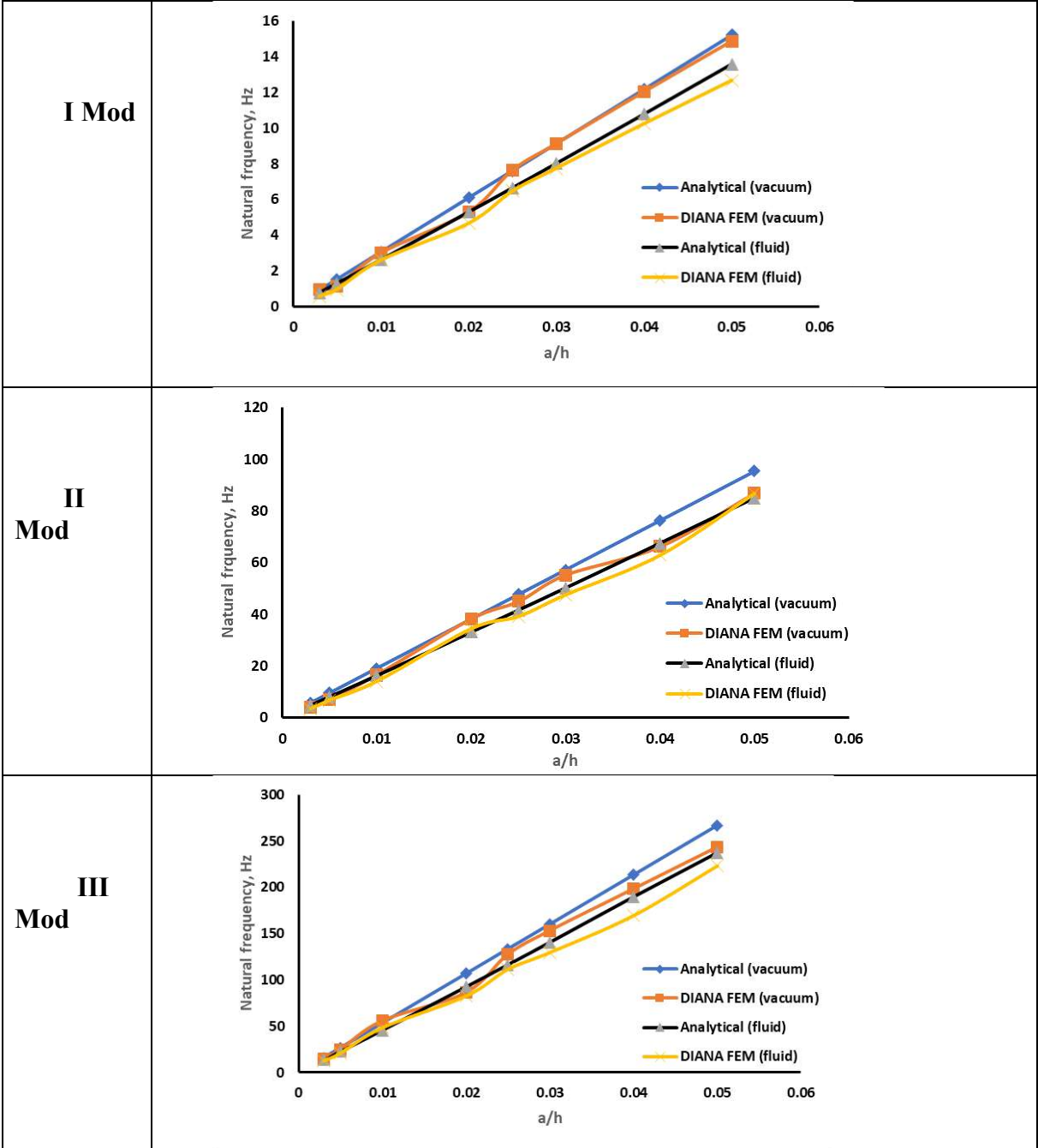


Fig. 1 Comparison of natural frequency predictions for vibrations in vacuum and in water

CONCLUSION

This study delved into the accurate modeling of a structure interacting with a fluid medium using DIANA Finite Element Analysis (FEA) software. The reliability and effectiveness of the proposed FE model were established by replicating various cross-sectional structures and comparing the outcomes with analytical results. The investigation emphasized the pivotal role of specialized joints and gap links in the modeling process, particularly when dealing with incompressible fluids and solid structures. By employing these components effectively, robust interfaces were successfully established, ensuring seamless integration and accurate depiction of the fluid-structure interaction within the computational framework.

In conclusion, these findings contribute to the advancement of knowledge in the field of fluid-structure interactions, emphasizing the significance of accurate modeling, comprehensive analysis, and meticulous consideration of structural and fluid dynamics. The study underscores the importance of leveraging advanced computational tools, such as DIANA FEA software, for in-depth investigations into the intricate interplay between fluid and structural elements. These findings serve as a stepping stone for further research aimed at enhancing the predictive capabilities and safety standards in the domain of fluid-structure interactions, particularly in the context of underwater structures and related applications.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное исследование затронуло точное моделирование взаимодействия структуры с средой воды с использованием программного обеспечения DIANA для анализа конечных элементов. Надежность и эффективность предложенной модели КЭ были установлены путем воссоздания различных поперечных структур и сравнения результатов с аналитическими данными. Исследование подчеркнуло решающую роль специализированных соединений и зазорных соединений в процессе моделирования, особенно при работе с несжимаемыми жидкостями и твердыми структурами. Эффективное использование этих компонентов позволило успешно создать прочные интерфейсы, обеспечивая бесперебойную интеграцию и точное изображение взаимодействия жидкости и структуры в рамках вычислительного каркаса.

В заключение, результаты этого исследования вносят свой вклад в развитие знаний в области взаимодействия жидкости и структуры, подчеркивая важность точного моделирования, всестороннего анализа и тщательного рассмотрения структурной и динамики жидкости. Исследование подчеркивает важность использования передовых вычислительных инструментов, таких как программное обеспечение DIANA FEA, для глубоких исследований сложного взаимодействия между жидкостью и структурными элементами. Эти результаты служат отправной точкой для дальнейших исследований с целью улучшения прогностических возможностей и стандартов безопасности в области взаимодействия жидкости и структуры, особенно в контексте подводных структур и связанных приложений.

References

- [1] Bungartz, Hans-Joachim, and Michael Schäfer, eds. Fluid-structure interaction: modelling, simulation, optimisation. Vol. 53. Springer Science & Business Media, 2006.
- [2] Souli, Mohamed, A. Ouahsine, and L. Lewin. "ALE formulation for fluid-structure interaction problems." *Computer methods in applied mechanics and engineering* 190.5-7 (2000): 659-675.
- [3] Maity, Damodar, and Sriman Kumar Bhattacharyya. "A parametric study on fluid-structure interaction problems." *Journal of Sound and Vibration* 263.4 (2003): 917-935.
- [4] Pocock, *An Information-Theoretic Exploration of Multi-Body Fluid-Structure Interactions*. MS thesis. University of Waterloo, 2019.

- [5] Han, Ray PS. "A simple and accurate added mass model for hydrodynamic fluid—Structure interaction analysis." *Journal of the Franklin Institute* 333.6 (1996): 929-945.
- [6] Van Brummelen, E. Harald. "Added mass effects of compressible and incompressible flows in fluid-structure interaction." (2009): 021206.
- [7] Idelsohn, Sergio R., et al. "Fluid–structure interaction problems with strong added-mass effect." *International journal for numerical methods in engineering* 80.10 (2009): 1261-1294.
- [8] Barone, Matthew Franklin, and Jeffrey L. Payne. *Methods for simulation-based analysis of fluid-structure interaction*. No. SAND2005-6573. Sandia National Laboratories (SNL), Albuquerque, NM, and Livermore, CA (United States), 2005.
- [9] Ryzhakov, P. B., et al. "Fast fluid–structure interaction simulations using a displacement-based finite element model equipped with an explicit streamline integration prediction." *Computer methods in applied mechanics and engineering* 315 (2017): 1080-1097.
- [10] Ferreira, D., & Manie, J. (2022). DIANA —Finite Element Analysis: DIANA Documentation—Release 10.4. DIANA FEA BV.

SEYSMİK TƏHLÜKƏLİ ƏRAZİLƏRDƏ BORU KƏMƏRİNİN MÜDAFİƏSİ ÜSULLARI

Bəşirzadə Samir Rafail oğlu¹
Ovçinnikov İqor Georgiyeviç²

^{1,2}. A.Y. Qaqarin adına Saratov Dövlət Texniki Universiteti

Xülasə: Məqalə, zəlzələlərin əsas səbəblərini və zəlzələ zamanı meydana gələn seysmik dalğaların xüsusiyyətlərini izah edir. Bu dalğaların boru kəmərlərinə təsiri və seysmik təhlükəli ərazilərdə boru kəmərlərinin yerüstü və yeraltı quraşdırılmasının üstünlükləri və çatışmazlıqları ətraflı şəkildə müzakirə edilir. Boru kəməri konstruksiyalarının seysmik müqavimətini artırmağa yönəlmiş strukturların və texnologiyaların istifadəsinin təsnifatı verilir. Mövcud konstruksiyaların və texnologiyaların təhlili nəticəsində görülür ki, boru kəmərlərinin ən effektiv şəkildə qorunmasının üsulları boş, əzilmiş torpaqla doldurulması və sürüşmə dayaqlarının və kompensasiya qurğularının istifadəsi ilə əldə olunur.

Açar sözlər: zəlzələlər, boru kəmərləri, seysmik dalğalar, seysmik müqavimət.

Abstract: The article explains the main causes of earthquakes and the characteristics of seismic waves occurring during earthquakes. It discusses the impact of these waves on pipeline structures and elaborates on the advantages and conflicts of above-ground and underground installation of pipelines in seismic hazard zones. The classification of structures and technologies aimed at enhancing the seismic resistance of pipeline constructions is provided. The analysis of existing constructions and technologies reveals that the most effective methods for protecting pipelines involve filling them with loose, compacted soil and utilizing frictional supports and compensators.

Keywords: earthquakes, pipelines, seismic waves, seismic resistance.

Аннотация: В работе приведены основные причины возникновения землетрясений и характеристики появляющихся в процессе землетрясений сейсмических волн. Рассмотрены воздействия этих волн на трубопроводы, преимущества и недостатки надземной и подземной прокладки трубопроводов в сейсмически опасных зонах. Приведена классификация применения конструкций и технологий, направленных на увеличение сейсмостойкости трубопроводных конструкций. Анализ существующих конструкций и технологий показал, что наиболее эффективными методами защиты трубопровода являются засыпка несвязным, измельченным грунтом и применение скользящих опор и компенсирующих устройств.

Ключевые слова: землетрясения, трубопроводы, сейсмические волны, сейсмостойкость.

Zəlzələnin səbəbləri arasında vulkanlar, partlayışlar, karst əraziləri üzərindəki sərdabələrin dağılması kimi təbii proseslər mövcud ola bilər, lakin burada yalnız tektonik mənşəli zəlzələ halları nəzərə alınmaqdadır. Bu maraqlı bir şəkildə təbii zəlzələlərin dövriliyi, ayrılan enerji və təsirin radiusu ilə əlaqələndirilir. Tektonik zəlzələlərin baş vermə mexanizmi üçün, geoloji qırılmalar boyunca yerdəyişmələr nəzəriyyəsi ən geniş yayılmış hesab olunur [6]. Əhəmiyyətli zəlzələlər zamanı, sürüşmə yarığının uzunluğu boyunca bir zəncirvari reaksiya meydana gəlir, lakin zəlzələnin mənbəyi bir nöqtədə yerləşir, yəni qırılma anında. Digər seysmoloqlar, tektonik zəlzələlərin əsas mexanizmi kimi, yer qabığının nisbətən kiçik sahələrində həcm dəyişiklikləri ilə müşayiət olunan süxurlarda faza çevrilmələrini hesab edirlər [6]. Bu nəzəriyyələri təsdiq edən inandırıcı məlumat yoxdur və müxtəlif tipli tektonik zəlzələlərin eyni baş vermə mexanizminə sahib olma ehtimalı azdır [6].

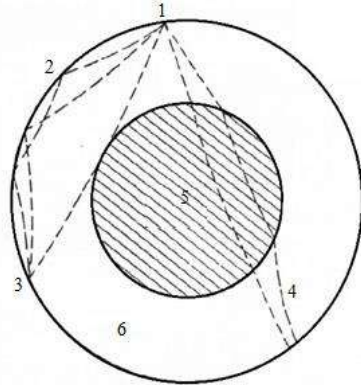
Faza çevrilmələri nəzəriyyəsinin tərəfdarları, yüksək temperatur və təzyiq şəraitində bir neçə yüz kilometr dərinlikdə kəsilmələrin olması ehtimalının az olduğunu iddia edirlər. Lakin mövcud məlumatlar, zəlzələ ocaqlarının dərinliyinin 600-dən çox, hətta 800 km-ə qədər olduğunu göstərir. Buna əsasən, bəzi zəlzələlərin qırılmalarla əlaqəli olmadığı nəticəsinə çıxmaq mümkündür. Seysmometrik qeydlərin təhlili isə zəlzələlərin baş verməsinin əsas mexanizmi kimi qırılmalar üzrə dəqiq yerdəyişmələri göstərir [6].

Seysmik dalğalar üç əsas qrupa və ya fazaya bölünür:

- Uzununa (ilkin) dalğalar P;
- Eninə (ikinci dərəcəli) dalğalar S;
- Səth dalğaları L;

Bu qruplara əlavə olaraq, L səth dalğalarına Reyleigh, Love və s. dalğaları daxildir.

Seysmik dalğaların boru kəmərinin strukturuna ilk çatması P dalğaları olur, çünki onlar ən yüksək sürətə sahibdirlər. Daha sonra S dalğaları qeydə alınır; onların sürəti azalır, lakin təsirin intensivliyi daha böyük olur [2]. Yer kürəsində quraşdırılmış bir çox stansiyada dalğaların mənbədən gəlmə müddətindəki fərqi ölçülməsi nəticəsində mənbənin mövqeyi və dalğaların qaya sərhədlərindən əks olunma və sınma xarakterini müəyyən etmək mümkündür (Şəkil 1) [7].



Şəkil 1. Uzununa P dalğalarının mənbəyindən yayılma marşrutu.

1-zəlzələ fokusu; 2-səthin əks olunması; 3-seysmoloji stansiya; 4-nüvədən əks; 5-nüvə; 6-mantiya.

Uzununa P-dalğaları, torpağın üfüqi hərəkətlərinə səbəb olur və boru kəməri boyunca sürüklənir. Bu proses nəticəsində dartılma və ya sıxılma gərginliyi yaranır.

Transvers S dalğaları isə hərəkəti şaquli müstəvidə yeraltı boru kəmərinin uzununa oxuna perpendikulyar olan bir yükün təsiri ilə yaranan dalğalardır.

Səth L dalğaları isə sürüşmə və çökmələrin meydana gəlməsinə səbəb olur ki, bu, mühəndislik müdafiəsi üsulları ilə öyrənilmiş və boru kəmərinin tikintisi zamanı təhlükəsizliyin təmin edilməsində əhəmiyyətli rol oynayır [5].

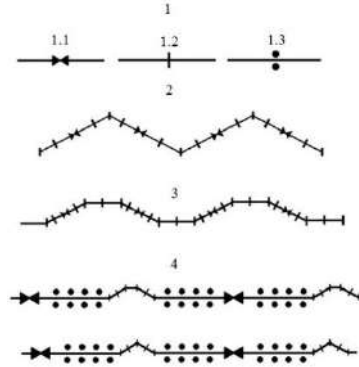
Boru kəməri strukturunun seysmik təhlükəsizliyi üzrə işlər layihələndirilmə mərhələsində əsas vəzifə, texniki məqsədəuyğunluq, iqtisadi məqsədəuyğunluq və ən əsası təhlükəsizlik

baxımından ən uğurlu marşrutun seçilməsidir. Məsələn, boru kəmərinin tektonik qırılma zamanı çəkilməsi nöqtəsində sərbəst hərəkət edən dayaqları olan yerüstü üsulları istifadə etməkdir.

İstifadə olunan kompensasiya cihazlarının növündən asılı olaraq, yerüstü boru kəmərlərinə seysmik təsirlərin azaldılması üsullarını aşağıdakılara bölmək mümkündür:

- Sürüşmə dayaqlarının istifadəsi;
- Kompensatorların istifadəsi;
- Boru kəmərinin ziqzaq şəklində və ya kompensasiya bölmələri ilə çəkilməsi.

Deformasiyaların öz-özünə kompensasiyasını təmin edən boru kəmərlərinin çəkilməsi üsulları Şəkil 2-də göstərilmişdir.



Şəkil 2. Deformasiyaların öz-özünə kompensasiyasını təmin edən boru kəmərlərinin çəkilməsi üsulları. 1-dayaq növləri; 1.1-hərəkətsiz dayaq; 1.2-sərbəst hərəkət edən dayaq; 1.3-uzununa hərəkət edən dayaq; 2-Z-formalı kompensasiya bölmələri ilə boru kəmərinin çəkilməsi; 3-ziqzaq çəkmə; 4-zəif əyilmiş kompensasiya sahələri ilə düz xəttli çəkmə.

Uzun boru kəmərlərində seysmik yükləri kompensasiya etmək üçün müxtəlif növ kompensatorlar tətbiq olunur. Bu məqsədlə, boru kəmərinin düz və əyri hissələrinə müxtəlif dizaynı körüklü genişləndirici birləşmələr quraşdırılır. Həmçinin, bu genişləndirici birləşmələr, fərqli xüsusiyyətlərə malik iki qırt qatının sərhədini keçən boru kəməri hissələrinə tətbiq olunur. Körüklü genişləndirici birləşmələr, dartılma və sıxma qüvvələrinin yaratdığı hərəkətləri effektiv şəkildə absorblayaraq, eyni zamanda boruda baş verən əyilmə anlarını da nəzərə alır. Şəkildə göstərilən körüklü genişləndirici birləşmələr 3 büzməli (dalğalı) boru kəməri elementlərini təmsil edir və əlavə uzadılma və ya fırlanma hallarında məhdudlaşdırıcılar tətbiq edilə bilər [3].

Boru kəmərinin yerüstü quraşdırılması zamanı, boru kəməri konstruksiyasının dayaq hissəsini layihələndirmək vacibdir. Bu layihələndirmədə, boru kəməri həm uzununa, həm də eninə istiqamətdə sərbəst hərəkət edə bilməlidir. Dayaq çarpazlarının özündə isə borunun müəyyən bir dəyərdən yuxarı hərəkətini məhdudlaşdırmaq üçün xüsusi dayanacaq təşkil edilməlidir.



Şəkil 3. Aksenal körüklü genişləndirici birləşmələrin quraşdırılması diaqramları
(Mənbə: <https://marilend.by/osevye-kompensatory/>)

Uzun boru kəmərlerinin seysmik vibrasiyaların enerjisini davamlı olaraq azaltmaq məqsədilə, boru kəməri üzərində kompensasiya hissələri yerləşdirilir. Bu hissələr, uzununa istiqamətdə sürüşmələr və eninə üfüqi istiqamətdə titrəyişlər zamanı seysmik yükün təsiri ilə boru kəmərinin davranışını tənzimləyir. Kompensasiya sürüşmələri və istiqamətləndirici sıxac, boru kəmərinin dayaq dizaynında istifadə olunur və şəkil 4-də göstərilmişdir. Bu düzənləmə, boru kəmərini seysmik vibrasiyaların təsirindən müdafiə edərək strukturun dayanıqlığını və təhlükəsizliyini artırmağa nail olur.



Şəkil 4. Kompensasiya sürgüsü və bələdçi sıxaclı boru kəməri dəstəyi (Mənbə: <https://www.liseqa.de/en/products/structural-attachments-slide-plates/?model=structuralattachments#credentials-4>)

Bu dayaq, statik yüklənmə altında boru kəmərini normal işləməsini, layihə üzrə əməliyyat yüklərində boru kəmərini uzununa hərəkətlərini, həmçinin seysmik vibrasiyaları təmin edir. Beləliklə, yaranan deformasiya yüklərini kompensasiya etmək üçün bu dayaq, boru kəmərini iki ölçülü hərəkətini təmin edir. Seysmik dalğaların şaquli komponenti vəziyyətində, Şəkil 1-də göstərilən boru kəməri dayaqlarının dizaynını nəzərdən keçirmək mümkündür. Şəkil 5-də, elastik polad lövhələr tək beton əsaslar üzərində boru kəmərini dəstək verir və boruların bərk bərkidilməsinin olmaması eninə və uzununa hərəkət azadlığını təmin edir [5].

Müxtəlif meyarlara uyğun olaraq, yeraltı boru kəmərini seysmik təsirləri azaltmağın bir neçə yolu mövcuddur [3]:

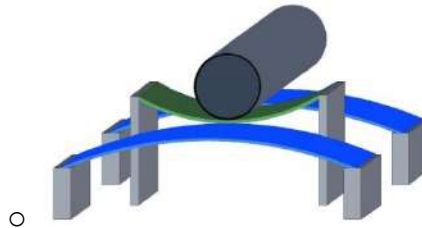
1. Contanın dizayn xüsusiyyətlərinə görə:
 - Yumşaq yamacları olan xəndəklərin istifadəsi;
 - Amortizasiya astarının istifadəsi;
 - Yumşaq torpaqdan doldurma.
2. Torpaqda boru kəmərini sıxılma dərəcəsini azaltmaq üçün:
 - Boru kəmərini xüsusi sarğılarının istifadəsi;
 - Xəndəyin boş torpaqla doldurulması;
 - Xüsusi suya davamlı xəndək texnologiyasından istifadə.

Boru kəmərini materialına görə:

- Polad borunun divar qalınlığının artırılması;
- Polimer möhkəmləndirilmiş boruların istifadəsi;
- Polimer boruların istifadəsi.

Kompensasiya cihazlarının istifadəsi haqqında:

- Kompensatorların istifadəsi;
- Xüsusi yerüstü kompensasiya hissələrinin tikintisi.



Şəkil 5. Seysmik dalğaların şaquli komponentindən qoruyan boru kəmərini dayaq diaqramı [2]

Təəssüf ki, boru kəmərinin divarlarının qalınlığının artırılması layihənin maliyyə büdcəsinin artmasına səbəb olmayan, bəzən hətta texniki cəhətdən mümkün olmayan bir prosedurdur. Boru divarının qalınlaşdırılması seysmik gərginliklərin azaldılmasının başqa üsullarla həyata keçirilməsinin qeyri-mümkün olduğu və ya iqtisadi cəhətdən mümkün olmadığı hallarda nəzərə alınır. Yeraltı boru kəmərlərində seysmik yükləri genişləndirici birləşmələrdən və ya yerüstü genişləndirici hissələrdən istifadə etməklə əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq olar. Körüklü genişləndirici birləşmələrin zavod kompensasiya xüsusiyyətlərini saxlamaq və körük boşluqlarının torpaqla çirklənməsinin qarşısını almaq üçün boru kəmərlərində xüsusi kamera və ya korpus quraşdırılmışdır [1].

Məlumdur ki, zəlzələlər zamanı boru kəməri qalxır və onunla birlikdə borunun torpaqda sıxılması artır. Zəlzələyə meyilli ərazilərdə xüsusi boru kəmərlərindən istifadə edərək və ya xəndəyin boş torpaqla doldurulması ilə boru kəmərinə qoruya və torpaqda boru kəmərinin sıxılma dərəcəsini azalda bilərsiniz [4].

Bir xəndəyi doldurmaq üçün çınqıl və ya çınqıl torpaq kimi istifadə edilməlidir, çünki xəndəyə tökülən incə qum və torf yağış və ya yaz daşqınları ilə xəndəkdən yuyula bilər. Xəndəyin içərisində quru şəraiti təmin etmək üçün geomembranları bükərək və bir-birinə qaynaq etməklə qumla doldurulmuş və möhürlənmiş xüsusi suya davamlı xəndəyə malik texnologiya da mövcuddur.

1,5 metr və ya daha çox yerdəyişmə ilə dalğalanmaların mümkün olduğu yerlərdə boru kəmərinin sərbəst sürüşməsinə imkan verəcək yumşaq yamacları olan xəndəklərdə çəkilməsinə üstünlük verilir [1].

Qaya birləşmələrində boru kəməri yumşaq qruntların dolğunluğuna çəkilir, lakin dolğun qalınlığı 10-15 sm-dən çox olarsa, zəlzələ zamanı pik sürətlənmələr kəskin şəkildə arta bilər ki, bu da müəyyən şərtlərdə maksimum əyilməni aşmasına səbəb ola bilər, gərginliklər və uzununa seysmik qüvvələr.

Seysmik aktivliyi olan ərazilərdə yeraltı boru kəmərlərinin konstruksiyalarının dezavantajı ondan ibarətdir ki, seysmik tədqiqatların qısa müddətləri zamanı yalnız partlayışlara və ya daşınan məhsulun böyük sızmasına səbəb olan qırılmalar aşkar edilə bilər. Marşrutun ən təhlükəli hissələrində boru kəmərinin qəza hissələrinin monitorinqi və bağlanması üçün avtomatik sistem quraşdırılmalıdır.

Boru kəmərlərinin seysmik mühafizə üsullarının təhlili göstərmişdir ki, boş və əzilmiş qrunla doldurulması, sürüşmə dayaqlarının və kompensasiya qurğularının istifadəsi kimi tədbirlərin digər seysmik mühafizə üsulları ilə müqayisədə üstünlükləri vardır. Bununla belə, hər bir konkret metodun effektivliyi marşrut hissəsinin şəraitindən (tektonik, torpaq) asılı olaraq müəyyən edilir və iqtisadi hesablamalarla da təsdiqlənir.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреева Е.В. Разработка методики оценки несущей способности подземных магистральных трубопроводов в сейсмически опасных зонах. URL: <http://www.disscat.com/content/razrabotka-metodiki-otsenki-nesushcheisposobnosti-podzemnykh-magistralnykh-truboprovodov-v-> (дата обращения: 30.10.2019).

2. Валеев А.Р., Зотов А.Н. Новые конструктивные методы повышения сейсмостойкости трубопроводов // Нефтегазовое дело. 2010. № 1. URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Valeev/Valeev_2.pdf (дата обращения: 30.10.2019)

3. Валеев А.Р., Ялалов Д.В. Анализ способов сейсмозащиты магистральных трубопроводов // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2017. – С. 38-42.

4. Наваретте Д.Д. Особенности строительства трубопроводов в районах с высокой сейсмичностью. URL: <http://earthpapers.net/osobennosti-stroitelstva-truboprovodov-v-rayonah-s-vysokoy-seysmichnostyu#ixzz4cdVnjFBQ> (дата обращения: 01.11.2019).

5. Напетваридзе Ш.Г., Гехман А.С. и др. Сейсмостойкость магистральных трубопроводов и специальных сооружений нефтяной и газовой промышленности. М.: Наука, 1980. 172 с.

6. Ньюмарк Н., Розенблюэт Э. Основы сейсмостойкого строительства: Сокр. пер. с англ./Под ред. Я.М. Айзенберга. М.: Стройиздат, 1980 – 344 с., ил.-Перевод изд.: Fundamentals of earthquake Engineering / N.M. Newmark, Rosenblueth.

7. Туманов А.В. Анализ сейсмологических данных для строительства / А. В. Туманов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2015. – № 3 (15). – С. 151–158.

HƏLQƏVİ EN KƏSKLİ SIXILAN DƏMİRBETON ELEMENTLƏRİN MÜHƏNDİS HESABLAMA METODİKASI

t.e.d.prof. Muxlis Əhməd oğlu Hacıyev, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti,
<https://ORCID.ID:0000-0001-6872-0941>, hajiyevmuxlis@mail.ru

baş müəllim Məsil MəhİR oğlu Dəmirov, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti,
<https://ORCID.ID:0000-0002-3779-4305>, damirovmasil@gmail.com

Xülasə: Məqalədə betonun sıxılmada avrokod tərəfindən təklif olunmuş kəsir-rasional diaqramının tətbiqi ilə həlqəvi en kəsikli mərkəzdən xaric sıxılan dəmirbeton elementin ümü halda gərginliyi deformasiya halının və yüklənmə qabiliyyətinin təyini üçün effektiv ədədi metodika təklif olunmuşdur. Təklif olunan hesablama metodikası həm sıxıcı qüvvənin eksentrisitetinin istənilən qiyməti və yüklənmənin istənilən səviyyəsi üçün gərginlikli deformasiya halını tədqiq etməyə imkan yaradır. Ədədi eksperimentlərin nəticəsi kimi göstərilmişdir ki, materialların deformasiya diaqramları elementin yüklənmə qabiliyyətinə ciddi təsir göstərir.

Açar sözlər: beton, armatur, yüklənmə qabiliyyəti, eksentrisitet.

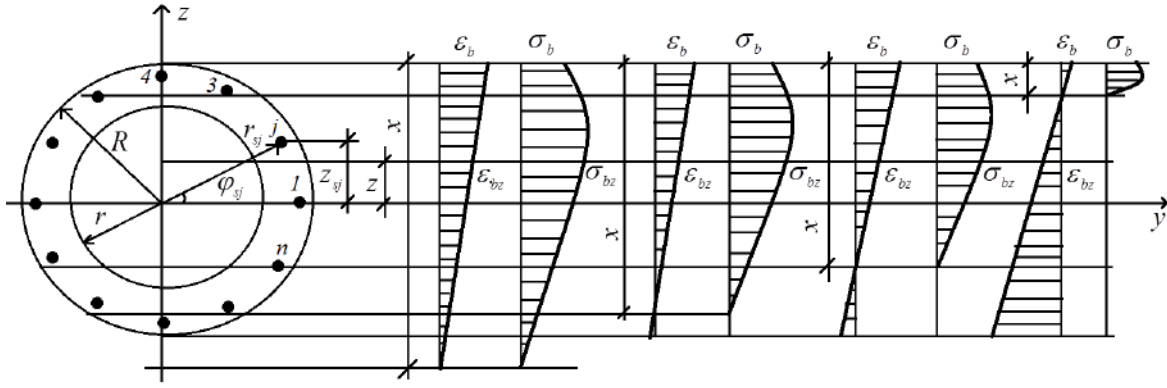
Аннотация: В статье с применением для бетона при сжатии диаграммы деформирования, предложенной еврокодом в общем случае разработана эффективная численная методика исследования напряженно деформированного состояния. Предложенная расчетная методика позволяет при любом значении эксцентриситета приложения сжимающей силы и для любого уровня нагружения определить напряженно деформированное состояние. Как результат численных экспериментов показано, что вид диаграммы деформирования материалов сильно влияют на несущую способность.

Ключевые слова: бетон, арматура, несущая способность, эксцентриситет.

Betonun sıxılmada deformasiya diaqramı avrokod tərəfindən təklif olunmuş aşağıdakı kəsir-rasional funksiya şəklində qəbul olunur [1,3,4]

$$\sigma_b = R_b \cdot \frac{k \cdot \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_R} - \left(\frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_R} \right)^2}{1 + (k - 2) \cdot \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_R}} \quad (1)$$

Kompleks kəsik üçün müstəvi kəsiklər hipotezini tətbiq etməklə [2] elementi sıxan qüvvənin eksentrisitetinin qiymətindən, başqa sözlə neytral oxun vəziyyətin asılı olaraq, sxem 1, kəsiyin sıxılan zonasında betonda yaranan sıxıcı gərginliklərin hesabına yaranan daxili normal qüvvə və əyici moment üçün aşağıdakı bərabərliklər alınmışdır:



Sxem 1. Sıxılan elementin en kəsiyinin hesabi sxemi.

$$N_b = 2 \cdot R^2 \cdot R_b \cdot N_b^*(\beta, \xi) \quad \text{və} \quad M_b = 2 \cdot R^3 \cdot R_b \cdot M_b^*(\beta, \xi) \quad (2)$$

Burada aşağıdakı işarələmələr daxil edilmişdir

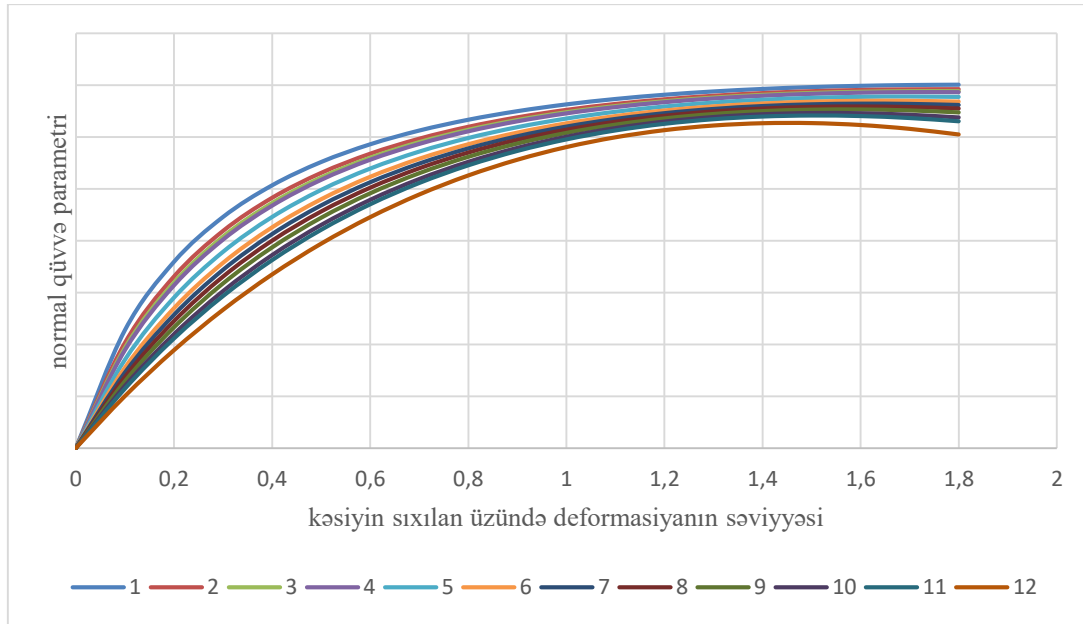
$$N_b^*(\beta, \xi) = \begin{cases} Y_{Nb}(\beta, \xi, -1, 1) - Y_{Nb}(\beta, \xi, -\gamma, \gamma); & \xi \geq 2 \text{ olduqda} \\ Y_{Nb}(\beta, \xi, 1 - \xi, 1) - Y_{Nb}(\beta, \xi, -\gamma, \gamma); & 1 + \gamma \leq \xi < 2 \text{ olduqda} \\ Y_{Nb}(\beta, \xi, 1 - \xi, 1) - Y_{Nb}(\beta, \xi, 1 - \xi, \gamma); & 1 - \gamma \leq \xi < 1 + \gamma \text{ olduqda} \\ Y_{Nb}(\beta, \xi, 1 - \xi, 1); & 0 < \xi < 1 - \gamma \text{ olduqda} \end{cases}$$

$$M_b^*(\beta, \xi) = \begin{cases} M_{Nb}(\beta, \xi, -1, 1) - M_{Nb}(\beta, \xi, -\gamma, \gamma); & \xi \geq 2 \text{ olduqda} \\ M_{Nb}(\beta, \xi, 1 - \xi, 1) - M_{Nb}(\beta, \xi, -\gamma, \gamma); & 1 + \gamma \leq \xi < 2 \text{ olduqda} \\ M_{Nb}(\beta, \xi, 1 - \xi, 1) - M_{Nb}(\beta, \xi, 1 - \xi, \gamma); & 1 - \gamma \leq \xi < 1 + \gamma \text{ olduqda} \\ M_{Nb}(\beta, \xi, 1 - \xi, 1); & 0 < \xi < 1 - \gamma \text{ olduqda} \end{cases}$$

$$Y_{Mb}(\beta, \xi, a, b) = \int_a^b f(\beta, \xi, \bar{z}) \cdot \bar{z} \cdot \sqrt{a^2 - \bar{z}^2} \cdot d\bar{z}$$

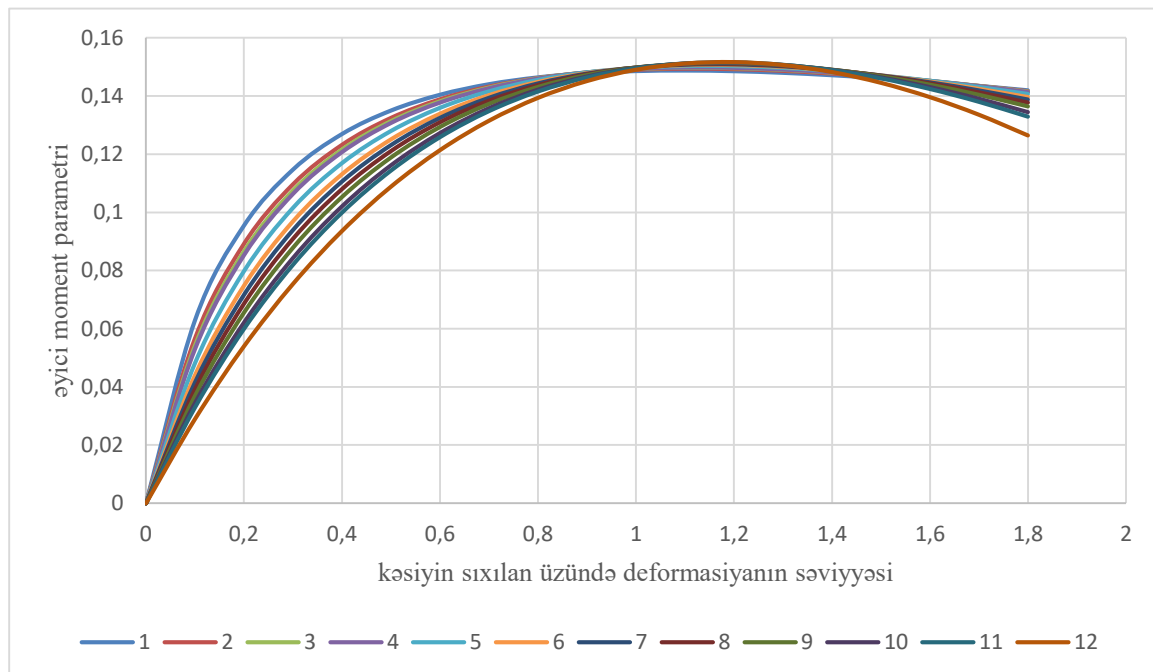
$$f(\beta, \xi, \bar{z}) = \frac{k \cdot \frac{\beta}{\xi} \cdot (\xi - 1 + \bar{z}) - \left(\frac{\beta}{\xi}\right)^2 \cdot (\xi - 1 + \bar{z})^2}{1 + (k - 2) \cdot \frac{\beta}{\xi} \cdot (\xi - 1 + \bar{z})}. \quad (3)$$

Alınmış ifadələrdən aydınca görünür ki, daxili qüvvələrin elementar funksiyalarla ifadə olunan analitik ifadələrinin qurulması mümkün deyildir, ona görə də həmin interqrolların istənilən dəqiqliklə hesablanmasını trapesiya üsulu ilə [5] realizə edən proqram modulu tərtib olunmuş və ədədi eksperimentlərlə göstərilmişdir ki, integrallama oblastının təxminən iyirmi bərabər hissəyə bölünməsi yüksək dəqiqliklə nəticələr əldə etməyə imkan verir.

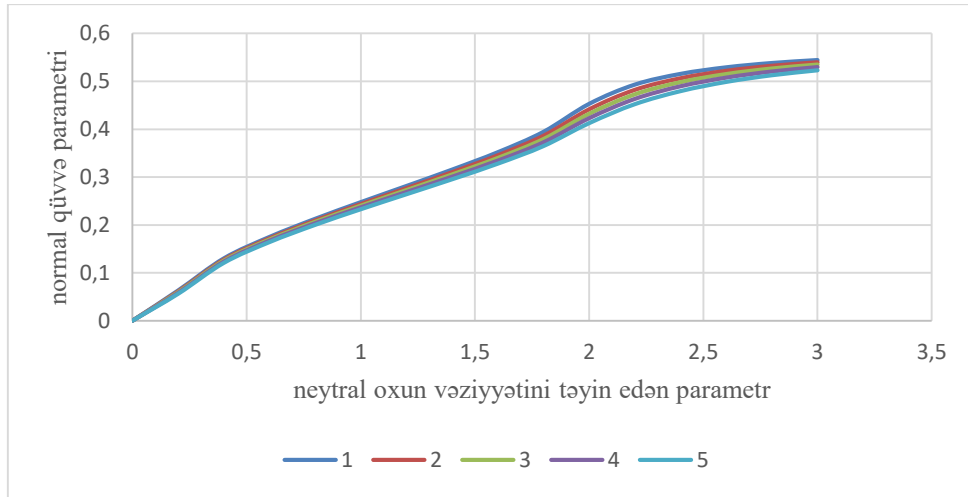


Qrafik 1. Normal qüvvə parametrinin kəsiyin sıxılan üzündə feformasiyanın səviyyəsindən asılı olaraq dəyişmə qrafiki.

Bu parametrlərin hesablanması üçün tərtib olunmuş proqram modulu əsasında betonun 1 - B 10; 2 - B 12,5; 3 - B 15; 4 - B 20; 5 - B 25; 6 - B 30; 7 - B 35; 8 - B 40; 9 - B 45; 10 - B 50; 11 - B 55; 11 - B 60 sinifləri üçün $\xi = 3,5$ və $\gamma = 0,8$ olduqda inteqrallama oblastının 100 bərabər hissəyə bölünməklə hesablanmaların nəticələri aşağıdakı qrafik 1 və qrafik 2-də verilmişdir.

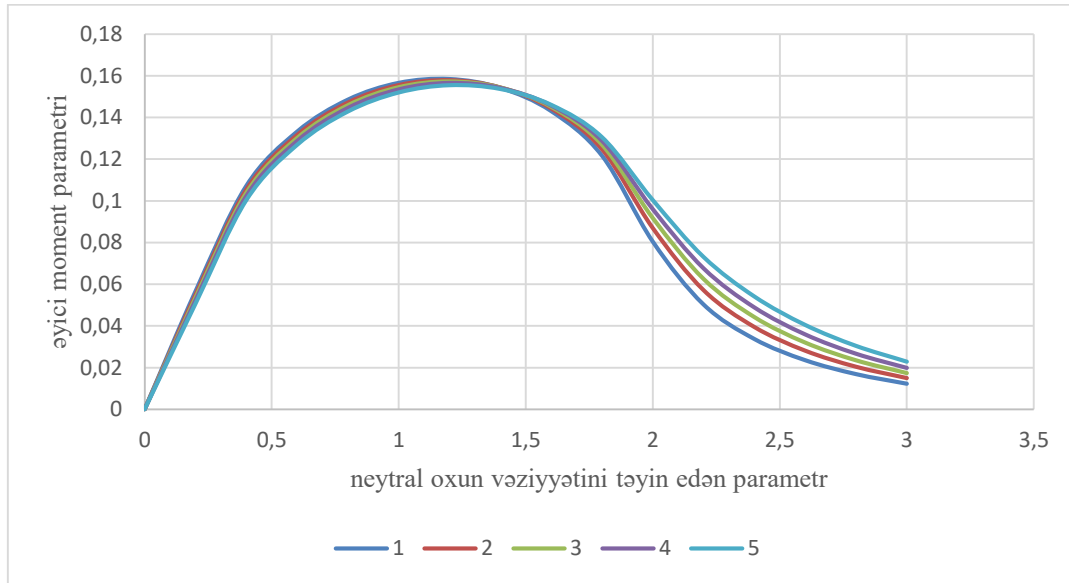


Qrafik 2. Əyici moment parametrinin kəsiyin sıxılan üzündə feformasiyanın səviyyəsindən asılı olaraq dəyişmə qrafiki.



Qrafik 3. Daxili qüvvə parametrinin neytral oxun vəziyyətindən asılı olaraq dəyişməsi.

Eyni qayda ilə kəsiyin kənar sıxılan üzündə deformasiyanın səviyyəsi $\beta = 1,3$ və daxili və xarici dairələrin radiuslarının nisbəti $\gamma = 0,8$ olduqda inteqrallama oblastının yüz bərabər hissəyə bölündüyü halda uyğun olaraq betonun $B 20$, $B 30$, $B 40$, $B 50$ və $B 60$ siniflərində daxili qüvvə və əyici moment parametrlərinin neytral oxun vəziyyətini təyin edən parametrin qiymətinin dəyişməsindən asılılıq qrafikləri verilmişdir. Qrafiklərdən görüldüyü kimi bu parametrin qiymətinin böyüməsi ilə qüvvə parametri artdığı halda, əyici moment parametri əvvəlcə artır, sonra isə azalır. Həmçinin qrafiklərdən aydınca görünür ki, bu kəmiyyətlərin dəyişməsi kifayət qədər mürəkkəbdir və onların sadə funksiyalarla approksimə olunma imkanları azdır.



Qrafik 4. Əyici moment parametrinin neytral oxun vəziyyətindən asılılıq olaraq dəyişməsi.

Bu bir daha onu göstərir ki, həlqəvi en kəsikli dəmirbeton elementlərin hesablanmasında sadə mühəndis düstrurlarının alınması demək olar ki, mümkün deyildir və praktikada rast gəlinən bütün halları özündə əks etdirə bilən hesablama metodikası məhz ədədi hesablama metodikaları onların praktik tətbiqini realizə edən isə müvafiq proqram modullarıdır.

Analoji olaraq armatur millərindəki gərginliklərdən formalaşan normal qüvvə və əyici moment üçün alınmışdır ki,

$$N_s = \sum_{j=1}^m \sigma_{sj} \cdot A_{sj} \quad \text{və} \quad M_s = \sum_{j=1}^m \sigma_{sj} \cdot A_{sj} \cdot r_{sj} \cdot \sin \varphi_{sj} \quad (4)$$

$$\text{Burada } \sigma_{sj} = \begin{cases} E_{sj} \cdot \frac{\beta \cdot \varepsilon_R}{\xi} \cdot \left(\xi - 1 + \frac{r_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} \right); & \left| \frac{\beta \cdot \varepsilon_R}{\xi} \cdot \left(\xi - 1 + \frac{r_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} \right) \right| \leq \varepsilon_{sj,ax} \text{ olduqda} \\ R_{sj}; & \frac{\beta \cdot \varepsilon_R}{\xi} \cdot \left(\xi - 1 + \frac{r_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} \right) > \varepsilon_{sj,ax} \text{ olduqda} \\ -R_{sj}; & \frac{\beta \cdot \varepsilon_R}{\xi} \cdot \left(\xi - 1 + \frac{r_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} \right) < -\varepsilon_{sj,ax} \text{ olduqda} \end{cases} \quad (5)$$

Bu bərabərliklər əsasında sıxılma elementin əsas həlledici tənliklər sistemi aşağıdakı kimi yazılır

$$2 \cdot R^2 \cdot R_b \cdot N_b^*(\beta, \zeta) + N_s^*(\beta, \zeta) = P \quad \vee \quad 2 \cdot R^3 \cdot R_b \cdot M_b^*(\beta, \zeta) + M_s^*(\beta, \zeta) = P \cdot (e + f) \quad (6)$$

Bu tənliklərə daxil olan maksimal əyinti parametri $f = \rho_* \cdot \frac{\beta}{\xi}$; $\rho_* = \frac{\varepsilon_R \cdot l_0^2}{\pi \cdot R^2}$ kimi kəsiyin kənar üzündə deformasiyanın səviyyəsi β və neytral oxun vəziyyətini təyin edən ξ parametrləri ilə ifadə olunur.

Yuxarıdakı bərabərliklərdə e ilə sıxıcı qüvvənin eksentrisiteti işarə olunmuşdur. (6) bərabərliyindən β və ξ parametrləri arasında əlaqə yaradan aşağıdakı bərabərlik alınır:

$$\Phi(\beta, \zeta) = 2 \cdot R^3 \cdot R_b \cdot M_b^*(\beta, \zeta) + M_s^*(\beta, \zeta) - \left(e + \rho_* \cdot \frac{\beta}{\xi} \right) \cdot \left[2 \cdot R^2 \cdot R_b \cdot N_b^*(\beta, \zeta) + N_s^*(\beta, \zeta) \right] = 0 \quad (7)$$

Kəsiyin sıxılan üzündə deformasiyanın səviyyəsi qabaqcadan bəlli olduğundan bu parametri müəyyən addımla onun dəyişmə oblastında dəyişərək (7) bərabərliyindən neytral oxun vəziyyətini təyin edən parametr və bundan sonra məlum qiymətlər əsasında əyinti parametri və sıxıcı qüvvə təyin oluna bilir ki, bu da öz növbəsində “yük-əyinti” qrafikini qurmağa imkan yaradır. Bu qrafik əsasında sıxılan elementin yükqötürmə qabiliyyəti təyin olunur.

Ədədi eksperiment olaraq həlqəvi en kəsikli mil ağırlıq mərkəzlərinin radiusları $r_{sj} = 0,1575 m$, hər birinin en kəsik sahəsi $A_{sj} = 4,9087 \cdot 10^{-4} m^2$, elastiklik modulu $E_{sj} = 2 \cdot 10^5 MPa$, dartılma-sıxılmada möhkəmliyi isə $R_{sj} = 350 MPa$ olan kəsik üzrə müntəzəm paylanmış $k_s = 12$ ədəd A 400 sinifli $\varnothing 25$ armaturla armirlənmişdir. Beton B 25, sıxılmada möhkəmliyi $R_b = 14,5 MPa$, uzunluğun isə $l_0 = 3 m$, $l_0 = 4 m$, $l_0 = 6 m$, $l_0 = 9 m$, $l_0 = 12 m$ və $l_0 = 15 m$ qiymətləri üçün sıxıcı qüvvənin eksentrisitetinin şərti mərkəzi sıxılmaya uyğun olan $e = 1 sm$ qiymətində hesablamalar aparılaraq yükqötürmə anının itirilməsinə uyğun nəticələr aşağıdakı cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl.1

l_0, m	β	ξ	f, m	P, kN	$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E_b J_{red}}{l_0^2}, kN$	$\frac{P_{cr}}{P}$	$\lambda = l_0 \cdot \sqrt{\frac{A_{red}}{J_{red}}}$
3	1,2	3,1708	0,0035	2940,44	49164,11	16,72	21,804
4	1,1	3,2621	0,0055	2873,17	27654,81	9,63	29,072
6	1,0	2,8936	0,0126	2637,08	12291,03	4,66	43,608
9	1,0	1,9892	0,0413	2086,34	5462,68	2,62	65,412
12	0,8	1,7052	0,0684	1491,75	3072,76	2,06	87,216
15	0,5	1,7658	0,0646	1098,55	1966,56	1,79	109,020

Bu cədvəlin müvafiq qrafasında elastiklik həddinə uyğun olan böhran qüvvəsinin sıxılan milin materialların real deformasiya diaqramlarının tətbiqi ilə qeyri xətti deformasiya modeli əsasında alınmış yüklənmə qabiliyyətinə nisbəti verilmişdir. Bu qrafa aydın göstərir ki, dəmirbeton sıxılan elementlərin yüklənmə qabiliyyətinin təyində Huk qanunu əsasında alınan nəticələr qəbul oluna bilən deyildir, çünki bu həllər həqiqi həllərdən elementin çevikliyindən asılı olaraq dəfələrlə fərqlənə bilər. Məhz bu baxımdan sıxılan elementlərin hesablanması üçün qeyri xətti deformasiya modelinin tətbiqi həm praktik, həm də nəzəri cəhətdən önəmlidir. Mühəndis dəqiqliyi ilə ilkin hesablamalar üçün təbrihi hesablama asılılıqları kimi aşağıdakı yarımempirik asılılıq təklif oluna bilər:

$$P = \frac{P_{cr}}{\delta(\lambda)}$$

Bu asılılıqda $\delta(\lambda)$ əmsalı Eyler düsturu əsasında elastiklik həddi daxilində böhran qüvvəsinə uyğun qüvvənin real yüklənmə qabiliyyətinə çevirən təqribi əmsal kimi başa düşülə bilər. Bu əmsalın qiyməti aydındır ki, sıxıcı qüvvənin eksentrisitetindən və milin çevikliyindən asılı olmalıdır. Baxılan ədədi eksperimentdə eksentrisitet şərti mərkəzi sıxılmaya bərabər götürülərək sabit saxlandığından bu ədədi eksperimentin nəticələrinə əsasən bu əmsalın çeviklikdən asılılığı müəyyən oluna bilər. Baxılan misal üçün yeni daxil edilmiş δ parametrinin çeviklikdən asılılıq qrafiki aşağıdakı qrafikdə 1 rəqəmi ilə işarə olunaraq verilmişdir. Göründüyü kimi bu qrafik təxminən hiperbolik asılılıq təsvir edir. Baxılan misal üçün δ parametri çeviklikdən asılı olaraq ən kiçik kvadratlar üsulu ilə $\delta = \frac{301,53}{\lambda}$ kimi approksimə alınmışdır.

Əlavə olaraq onu da qeyd edək ki, çevikliyin kiçik qiymətində yüklənmə qabiliyyətinin itirilməsi əsasən möhkəmlik və ya sərtlik şərtindən təyin olunduğundan dayanıqlığın itirilməsi anında armatur millərinin bəziləri axma həddinə çatır. Məsələn, baxılan misalda birinci ikincin və üçüncü hallarda armaturların kəsikdə nömrələnməsi sxem 1-də olduğu kimi olduqda üçüncü, dördüncü və beşinci armaturlar axma həddinə çatırlar, qalan armaturlar elastiklik həddi daxilində işləyir. Dördüncü halda, ancaq dörd nömrəli armatur axma həddinə çatır. Bütün digər hallarda isə yüklənmə qabiliyyətinin itirilməsi anında bütün armaturlar elastiklik həddi daxilində işləyir. Bu bir daha onu göstərir ki, çevik elementlərdə yüklənmə qabiliyyəti dayanıqlıq şərtindən, qısa elementlərdə isə möhkəmlik və ya sərtlik şərtindən təyin olunur.

Ədəbiyyat

1. Колмогоров, А.Г., Плевков. В.С. Расчет железобетонных конструкций по российским и зарубежным нормам. Москва : Изд-во АСВ, 2011. – 496 с.
2. Гаджиева У.М. Расчет сжатых железобетонных элементов круглого поперечного сечения по нелинейной деформационной модели//Эксперт:Теория и практика,2021, №5, с.13-20.
3. Санжаровский Р.С., Веселов А.А. Теория расчета строительных конструкций на устойчивость и современные нормы. - СПб-М.: АСВ, 2001. 126 с.
4. Беглов А.Д., Санжаровский Р.С. Теория расчета железобетонных конструкций на прочность и устойчивость. Современные нормы и Евростандарты. - СПб-М.: АСВ, 2006. 222 с.
- 5.Тарасов В.Н.,Бахарева Н.Ф.Численные методы. Теория, алгоритмы, программы. Самара, 2006, 266 с.

DAİRƏVİ EN KƏSİKLİ DƏMİRBETON ELEMENTLƏR ÜÇÜN ÇATADAVAMLILIQ MƏSƏLƏSİNİN HƏLLİ.

*t.e.d.prof. Muxlis Əhməd oğlu Hacıyev, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti,
<https://ORCID.ID:0000-0001-6872-0941>, hajiyevmuxlis@mail.ru*

*doktorant Şirazi Azad oğlu İsmayilov, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti,
sirazi_ismayilov@mail.ru*

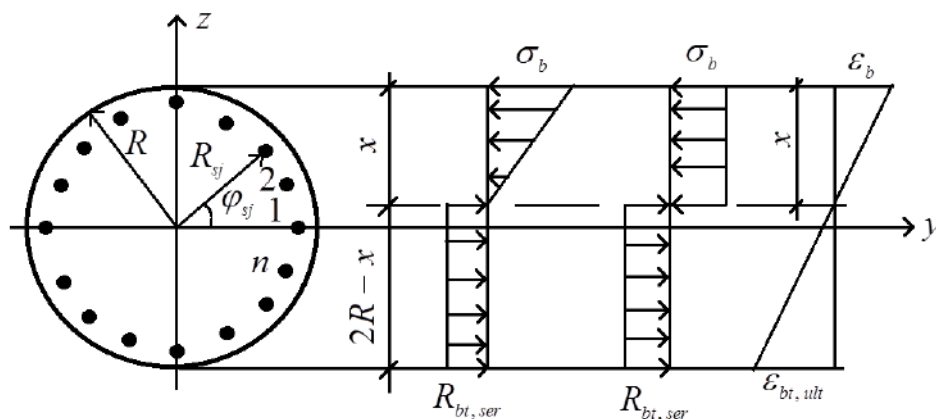
Xülasə: Müasir mühəndis hesablama metodikalarında çatdavamlılıq məsələsi həll olunarkən kəsiyin sıxılan zonasının elastik və elastik-plastik mərhələdə işlədiyi iki baxılır. Məqalədə hər iki halda dairəvi en kəsikli əyilən element üçün armirlənmənin ümumi halı üçün M_{crc} momentinin təyini metodikası verilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, dairəvi en kəsik forması üçün neytral oxun vəziyyəti və ya kəsiyin sıxılan zonasının nisbi hündürlüyü transendent tənliyin kökü kimi təyin olunur.

Açar sözlər: çat, çatdavamlılıq, elastik, elastik-plastik

Анотация: При расчете изгибаемых железобетонных элементов на трещиностойкость, когда реализуется инженерный подход, рассматривается упругая и упруго-пластическая работа сжатой зоны сечения. В статье для каждого из этих случаев получены соответствующие формулы для вычисления M_{crc} . Надо отметить, что для круглого поперечного сечения положение нейтральной оси или относительная высота сжатой зоны находится как решение трансцендентного уравнения.

Ключевые слова: трещина, трещиностойкость, упругое, упруго-пластическое

Müasir elmi təsəvvürlərə görə dəmirbeton elementlərin çatdavamlılığa hesablanmasında kəsiyin sıxılan zonasında betonun elastiki və elastiki-plastiki deformasiya hallara baxılır [1,3,4]. Müasir inşaat konstruksiyalar nəzəriyyəsinə görə hər hansı bir həll metodikası qurularkən materialların möhkəmlik ehtiyatından maksimum dərəcədə istifadəyə imkan verən metodikalara üstünlük verilməlidir [2]. Qeyd etmək lazımdır ki, hətta sadə kəsik formalarında belə M_{crc} çatdavamlılıq momentinin ifadəsi kifayət qədər mürəkkəb alınır. Məqalədə az araşdırılmış dairəvi en kəsikli dəmirbeton elementin çatdavamlılıq məsələsinə baxılır. İlk olaraq ən sadə hal olan sıxılan zonanın elastiklik həddi daxilində işlədiyi halı araşdıraraq, sxem 1.



Sxem 1. Kəsiyin hesabi sxemi.

Üçbucaqların oxşarlığından sxemə əsasən sıxılan üzün deformasiyasını aşağıdakı kimi ifadə edə bilərik

$$\varepsilon_b = \frac{x}{2R-x} \cdot \varepsilon_{bt,ult} = \frac{2x}{2R-x} \cdot \frac{R_{bt,ser}}{E_b} = \frac{2\xi}{2-\xi} \cdot \frac{R_{bt,ser}}{E_b}; \quad \xi = \frac{x}{R} \quad (1)$$

Bu halda sıxılan üzdə betonda yaranan gərgionliyin qiyməti

$$\sigma_b = E_b \cdot \varepsilon_b = \frac{2x}{2R-x} \cdot R_{bt,ser} = \frac{2\xi}{2-\xi} \cdot R_{bt,ser} \quad (2)$$

olacaqdır. Müstəvi kəsiklər hipotezinə görə deformasiyanın kəsik üzrə paylanması üçün yazmaq olar ki, $\varepsilon_z = \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (z + x - R)$. Onda sıxılan zona elastiklik həddi daxilində işlədiyindən bu zonada sıxıcı gərginliklərin paylanması üçün alırıq ki, $\sigma_{bz} = \frac{\sigma_b}{x} \cdot (z + x - R)$. Ona görə də kəsikdəki sıxıcı gərginliklərdən formalaşan normal qüvvə üçün yazmaq olar ki,

$$N_b = 2 \cdot \frac{\sigma_b}{x} \cdot \int_{R-x}^R (z + x - R) \cdot \sqrt{R^2 - z^2} dz = \frac{2}{3} \cdot R^2 \cdot \sigma_b \cdot (1 - \xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} + R^2 \cdot \sigma_b \cdot \frac{1}{\xi} \cdot \left[\frac{\pi}{2} - \arcsin(1 - \xi) - (1 - \xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} \right] \quad (3)$$

Eyni qayda ilə kəsikdə betonda yaranan dartıcı qüvvə üçün alırıq ki,

$$N_{bt} = 2R_{bt,ser} \cdot \int_{-R}^{R-x} \sqrt{R^2 - z^2} dz = \left[\arcsin(1 - \xi) + 2(1 - \xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} + \frac{\pi}{2} \right] \cdot R^2 \cdot R_{bt,ser} \quad (4)$$

Armatür millərinin deformasiyası $\varepsilon_{sj} = \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (R_{sj} \cdot \sin \varphi_{sj} + x - R)$ olduğu üçün armatür millərində formalaşan gərginlik $\sigma_{sj} = \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot E_s \cdot (R_{sj} \cdot \sin \varphi_{sj} + x - R)$ olur və buna görə də armatür millərindəki gərginliklərdən yaranan normal qüvvə və moment üçün uyğun olaraq yazıla bilər:

$$N_s = \sum_{j=1}^n \sigma_{sj} = R^2 \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \sum_{j=1}^n E_{sj} \cdot \left(\frac{R_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} + \xi - 1 \right); \quad (5)$$

$$M_s = \sum_{j=1}^n \sigma_{sj} \cdot z_{sj} = R^3 \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot \sum_{j=1}^n E_{sj} \cdot \frac{R_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} \cdot \left(\frac{R_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} + \xi - 1 \right). \quad (6)$$

Eyni qayda ilə betonda formalaşan gərginliklərin yaratdığı əyici moment üçün yazıla bilər

$$M_b = 2 \cdot \frac{\sigma_b}{x} \cdot \int_{R-x}^R (z + x - R) \cdot z \cdot \sqrt{R^2 - z^2} dz = R^3 \cdot \sigma_b \cdot \left[\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4} \cdot \arcsin(1 - \xi) + \frac{1}{4} \cdot (2\xi^3 - 6\xi^2 + 5\xi - 1) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} \right] + \frac{2}{3} \cdot R^3 \cdot \sigma_b \cdot (\xi - 1) \cdot (2 - \xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} \quad (7)$$

$$M_{bt} = -2R_{bt,ser} \cdot \int_{-R}^{R-x} z \cdot \sqrt{R^2 - z^2} dz = \frac{1}{3} \cdot (2\xi - \xi^2) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} \cdot R^3 \cdot R_{bt,ser}. \quad (8)$$

Kəsiyin müvazinət şərtinə görə

$$N_b + N_s = N_{bt} \quad \text{və} \quad M_b + M_s + M_{bt} = M_{crc} \quad (9)$$

Müvazinət tənliklərində (1) və (2) bərabərlikləri nəzərə alındıqdan sonra yekun olaraq yazıla bilər ki,

$$\frac{4}{3} \cdot \frac{\xi}{2 - \xi} \cdot (1 - \xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} + \frac{2}{2 - \xi} \cdot \left[\frac{\pi}{2} - \arcsin(1 - \xi) - (1 - \xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} \right] + \frac{2}{2 - \xi} \cdot \frac{1}{E_b} \cdot \sum_{j=1}^n E_{sj} \cdot \left(\frac{R_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} + \xi - 1 \right) - \arcsin(1 - \xi) - 2(1 - \xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} - \frac{\pi}{2} = 0 \quad (10)$$

$$\begin{aligned}
M_{crc} = & R^3 \cdot \frac{2\xi}{2-\xi} \cdot R_{bt,ser} \cdot \left[\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4} \cdot \arcsin(1-\xi) + \frac{1}{4} \cdot (2\xi^3 - 6\xi^2 + 5\xi - 1) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} \right] + \\
& + \frac{2}{3} \cdot R^3 \cdot \frac{2\xi}{2-\xi} \cdot R_{bt,ser} \cdot (\xi-1) \cdot (2-\xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} + \\
& + R^3 \cdot \frac{2\xi}{2-\xi} \cdot \frac{R_{bt,ser}}{E_b} \cdot \frac{1}{\xi} \cdot \sum_{j=1}^n E_{sj} \cdot \frac{R_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} \cdot \left(\frac{R_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} + \xi - 1 \right) + \\
& + \frac{1}{3} \cdot (2\xi - \xi^2) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} \cdot R^3 \cdot R_{bt,ser}
\end{aligned} \tag{11}$$

Beləliklə, (10) bərabərliyindən müvafiq sadələşmələr apardıqdan sonra kəsiyin sıxılan zonasında beton elastiklik həddi daxilində işlədiyi halda neytral oxun vəziyyətinin təyini üçün aşağıdakı transcendent tənliyi almış oluruq:

$$\begin{aligned}
& \frac{4\xi}{3} \cdot (1-\xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} + \pi - 2 \cdot \arcsin(1-\xi) - 2 \cdot (1-\xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} + \\
& + \frac{2}{E_b} \cdot \sum_{j=1}^n E_{sj} \cdot \left(\frac{R_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} + \xi - 1 \right) - (2-\xi) \cdot \left[\arcsin(1-\xi) + 2(1-\xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} + \frac{\pi}{2} \right] = 0
\end{aligned} \tag{12}$$

Bu tənliyin kökü kimi olan ξ parametri təyin olunduqdan sonra çatdavamlılıq momenti aşağıdakı kimi hesablanır:

$$M_{crc} = \bar{W}_{pl}(\xi) \cdot R^3 \cdot R_{bt,ser} \tag{13}$$

Burada elastik-plastik müqavimət momenti parametri aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\begin{aligned}
M_{crc} = & \frac{2\xi}{2-\xi} \cdot \left[\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4} \cdot \arcsin(1-\xi) + \frac{1}{4} \cdot (2\xi^3 - 6\xi^2 + 5\xi - 1) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} \right] + \\
& + \frac{2}{3} \cdot \frac{2\xi}{2-\xi} \cdot (\xi-1) \cdot (2-\xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} + \\
& + \frac{2\xi}{2-\xi} \cdot \frac{1}{E_b} \cdot \frac{1}{\xi} \cdot \sum_{j=1}^n E_{sj} \cdot \frac{R_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} \cdot \left(\frac{R_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} + \xi - 1 \right) + \\
& + \frac{1}{3} \cdot (2\xi - \xi^2) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2}
\end{aligned} \tag{14}$$

Analoji olaraq kəsiyin sıxılan zonasının elastik-plastik mərhələdə işlədiyi hala baxılır. Bu zaman sadəcə sıxılan zonada formalaşan normal gərginliklərdən yaranan normal qüvvə və əyici momentin ifadələri dəyişir. Bu halda həmin parametrlər üçün alırıq ki,

$$\begin{aligned}
N_b = & 2 \cdot \sigma_b \cdot \int_{R-x}^R \sqrt{R^2 - z^2} dz = R^2 \cdot \sigma_b \cdot \left[\frac{\pi}{2} - \arcsin(\xi - \xi) - (1-\xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} \right] = \\
= & R^2 \cdot \frac{2\xi}{2-\xi} \cdot R_{bt,ser} \cdot \left[\frac{\pi}{2} - \arcsin(\xi - \xi) - (1-\xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} \right]
\end{aligned} \tag{15}$$

$$\begin{aligned}
M_b = & 2 \cdot \sigma_b \cdot \int_{R-x}^R z \cdot \sqrt{R^2 - z^2} dz = \frac{2}{3} \cdot R^2 \cdot \sigma_b \cdot (2\xi - \xi^2) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} = \\
= & \frac{2}{3} \cdot R^2 \cdot \frac{2\xi}{2-\xi} \cdot R_{bt,ser} \cdot (2\xi - \xi^2) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2}
\end{aligned} \tag{16}$$

Bu bərabərlikləri (9) müvazinət tənliklərində nəzərə almış olsaq çatıyanma mərhələsində kəsiyin sıxılan zonasının elastik-plastik işlədiyi hal üçün yazıla bilər ki,

$$R^2 \cdot \frac{2\xi}{2-\xi} \cdot R_{bt,ser} \cdot \left[\frac{\pi}{2} - \arcsin(\xi - \xi) - (1-\xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} \right] +$$

$$+ R^2 \cdot \frac{2\xi}{2-\xi} \cdot \frac{R_{bt,ser}}{E_b} \cdot \frac{1}{\xi} \cdot \sum_{j=1}^n E_{sj} \cdot \left(\frac{R_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} + \xi - 1 \right) = \quad (17)$$

$$= \left[\arcsin(1-\xi) + 2(1-\xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} + \frac{\pi}{2} \right] \cdot R^2 \cdot R_{bt,ser}$$

$$M_{crc} = \frac{2}{3} \cdot R^3 \cdot \frac{2\xi}{2-\xi} \cdot R_{bt,ser} \cdot (2\xi - \xi^2) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} +$$

$$+ R^3 \cdot \frac{2\xi}{2-\xi} \cdot \frac{R_{bt,ser}}{E_b} \cdot \frac{1}{\xi} \cdot \sum_{j=1}^n E_{sj} \cdot \frac{R_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} \cdot \left(\frac{R_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} + \xi - 1 \right) + \quad (18)$$

$$+ \frac{1}{3} \cdot (2\xi - \xi^2) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} \cdot R^3 \cdot R_{bt,ser}$$

Burada müvafiq çevirmələr apardıqdan sonra baxılan halda neytral oxun vəziyyətini təyin edən ξ parametri üçün aşağıdakı transcendent tənlik alınmış olur

$$\frac{2\xi}{2-\xi} \cdot \left[\frac{\pi}{2} - \arcsin(\xi - \xi) - (1-\xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} \right] +$$

$$+ \frac{2}{2-\xi} \cdot \frac{1}{E_b} \cdot \sum_{j=1}^n E_{sj} \cdot \left(\frac{R_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} + \xi - 1 \right) -$$

$$- \arcsin(1-\xi) - 2(1-\xi) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} - \frac{\pi}{2} = 0 \quad (19)$$

Bu transcendent tənliyin kökü hesablandıqdan sonra çatıyaranma momenti aşağıdakı bərabərlik əsasında hesablanacaqdır

$$M_{crc} = R^3 \cdot \bar{W}_{pl}(\xi) \cdot R_{bt,ser} \cdot \quad (20)$$

Burada elastik-plastik müqavimət momenti parametri aşağıdakı kimi hesablanır

$$\bar{W}_{pl}(\xi) = \frac{2}{3} \cdot \frac{2\xi}{2-\xi} \cdot (2\xi - \xi^2) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} + \frac{1}{3} \cdot (2\xi - \xi^2) \cdot \sqrt{2\xi - \xi^2} +$$

$$+ \frac{2}{2-\xi} \cdot \frac{1}{E_b} \cdot \sum_{j=1}^n E_{sj} \cdot \frac{R_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} \cdot \left(\frac{R_{sj}}{R} \cdot \sin \varphi_{sj} + \xi - 1 \right) \quad (21)$$

Əsas nəticə olaraq qeyd edək ki, kəsiyin sıxılan zonasında betonun elastik və elastik-plastik mərhələdə işlədiyi hallarda kəsikdə çat yaranma ərəfəsində kəsiyin sıxılan zonasının nisbi hündürlüyü təyini üçün transcendent tənlik qurulmuş və M_{crc} momentinin hesablanma düsturu alınmışdır.

Ədəbiyyat

1. Филиппов В.А., Тошин Д.С. Основы расчета железобетона. Толянти, 2017-216 с.
2. Беглов Д.А., санжаровский Р.С. Теория расчета железобетонных конструкций на прочность и устойчивость, современные нормы и евростандарты. Санкт-петербург-Москва, АСВ, 2006-221 с.
3. Методическое пособие. Расчет железобетонных конструкций без предварительного напряжения арматуры. Федеральное автономное учреждение «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве». Под редакцией Н.Н.Трекина, Москва, Министерство Строительства и жилищно-коммунального хозяйства, 2015, 294 с.
4. Кодыш Э.Н., Никитин И.К., Трекин Н.Н. Расчет железобетонных конструкций из тяжелого бетона по прочности, трещиностойкости и деформациям. Москва, АСВ, 2010-342 с.

AĞACIN QEYRİ XƏTTİ DEFORMASIYA DİAQRAMININ TƏTBİQİ İLƏ MÜXTƏLİF EN KƏSİK FORMALI ELEMENTLƏR ÜÇÜN MOMENT-ƏYRİLİK DİAQRAMLARININ QURULMASI.

*t.e.d.prof. Muxlis Əhməd oğlu Hacıyev, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti,
<https://ORCID.ID:0000-0001-6872-0941>, hajiyevmuxlis@mail.ru*

doktorant Natiq Vilayət oğlu Bağırzadə, FHN, Tikintidə Təhlükəsizliyə Nəzarət Dövlət Agentliyi, Dövlət baş Ekspertiza İdarəsinin mütəxəssisi, <https://orcid.org/0000-0001-9510-6622>, natiq.bagirzade@gmail.com

Xülasə: Ağac elementlər üçün sərtlik məsələləri həll olunarkən onların müxtəlif təsirlərdən yerdəyişmələrinin təyini önəmli rol oynayır. Əyilən ağac elementlərdə əyintilərin etibarlı təyini, ancaq material üçün real qeyri xətti deformasiya diaqramı əsasında qurulan “moment-əyrilik” diaqramlarının mövcudluğu zamanı mümkün olur. Məqalədə ağac materialın dartılma – sıxılmada deformasiya diaqramının kvadratik parabola şəklində approksimasiyası zamanı düzbucaqlı və dairəvi en kəsikli əyilən elementlər üçün “moment-əyrilik” asılılığının cədvəl şəkilli diaqramının ədədi qurulma metodikası işlənmiş və həmin diaqramları yüksən dəqiqliklə approksimə edən analitik ifadələr təklif olunmuşdur.

Açar sözlər: gərginlik, deformasiya, əyinti, “moment-əyrilik” diaqramı.

Анотация: При решении задач жесткости деревянных элементов, важную роль играет определение перемещений этих элементов при различных воздействиях. Надежное определение прогибов изгибаемых деревянных элементов возможно при наличии диаграмм «момент-кривизна», полученных с применением реальных нелинейных диаграмм деформирования материала. В статье с применением для дерева квадратичной зависимости диаграммы деформирования разработана эффективная численная методика построения табличной формы диаграммы «момент-кривизна» для прямоугольного и кругового сечения и предложены различные аналитические зависимости, которые с высокой точностью аппроксимируют табличные диаграммы.

Ключевые слова: напряжение, деформация, прогиб, диаграмма «момент-кривизна».

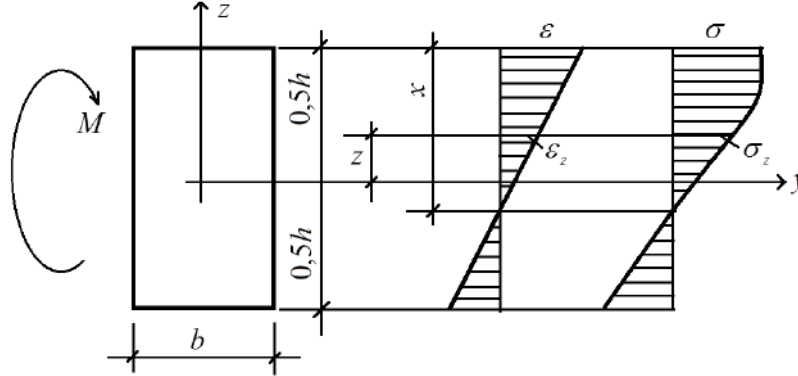
Müasir elmi təsəvvürlərə görə ağac elementlərin birdəfəlik statik yükləmələrdə qeyri xətti modellər əsasında hesablanmasında istifadə olunan deformasiya diaqramlarının analitik ifadələrinin qurulmasında çalışılır ki, həmin ifadələrə daxil olan parametrlər materialın xassələrini daha dəqiq ifadə etsin və həmin asılılıqlara daxil olan parametrlərin qiyməti mümkün qədər stabil xarakter daşsın [8,9,10]. Başqa sözlə onların eksperimental olaraq laboratoriya şəraitində təyini zamanı xətlər minimuma endirilə bilən olsun, yəni bu baza parametrləri adlandırılan parametrlərin qiymətləri daha dayanıqlı olsun. Müasir elmi ədəbiyyatda ən çox tətbiq olunan asılılıqlardan biri vaxtilə Qerstner tərəfindən təklif olunmuş parabolik asılılıqdır [2,10,11]. Qeyd etmək lazımdır ki, ağac dartılma və sıxılmada müqaviməti müxtəlif olan anizotrop materialdır [3,4,6]. Kvadratik parabola qanunauyğunluğunun qəbul olunması bu xüsusiyyəti nəzərə almağa şərait yaradır. Belə ki, eksperimental tədqiqatlar göstərir ki, ağacın dartılmada işi xətti asılılığa yaxın olduğu halda, onun sıxılmada işi güclü qeyri xətti olur [8,9]. Buradan aydın olur ki, ağac materialların dartılma və sıxılmadakı deformasiya diaqramları da müxtəlif olmalıdır. Bu bir daha onu göstərir ki, ağac materialların hesablanmasında dartılma və sıxılmada simmetrik deformasiya diaqramlarının tətbiqi eksperimental tədqiqatlarla uzlaşmayan nəticələrin alınmasına gətirib çıxara bilər. Ağac konstruksiyaların əyintilərinin normativ təyininin [5,7] də dəqiqləşdirilməsinə ehtiyac duyulur. Qeyd olunan kvadratik parabola qanunauyğunluğunda ağacın dartılma və sıxılmada müxtəlif müqavimət göstərməsi nəzərə alınabilir və həmin asılılığın analitik ifadəsi aşağıdakı kimi qəbul olunur [10,11].

$$\sigma = A_1 \cdot \varepsilon - A_2 \cdot \varepsilon^2 \quad (1)$$

Bu asılılığın normirlənən parametrlərlə aşağıdakı kimi ifadə olunur

$$\sigma = E_0 \cdot \varepsilon - \frac{E_0^2}{4\sigma_u} \cdot \varepsilon^2 \quad (2)$$

Bu asılılığın tətbiqi ilə düzbucaqlı en kəsikli ağac elementin əyilməsini öyrənək, sxem 1.



Sxem. Əyilən düzbucaqlı en kəsikli əyilən ağac elementin kəsiyinin hesabi sxemi.

Qeyri xətti deformasiya modeli əsasında inşaat konstruksiya elementlərinin hesablama metodikalarının qurulmasında müstəvi kəsiklər hipotezinin doğruluğu qəbul olunur [11]. Bu hipotez əsasında deformasiyanın kəsik üzrə paylanması üçün yaza biulərik ki,

$$\varepsilon_z = \frac{\varepsilon}{x} \cdot \left(x - \frac{h}{2} + z \right) = \frac{\beta \cdot \varepsilon_u}{\xi} \cdot \left(\xi + \bar{z} - \frac{1}{2} \right) \quad (3)$$

Onda gərginliyin kəsik üzrə paylanması üçün alırıq ki,

$$\sigma_z = E_0 \cdot \frac{\beta \cdot \varepsilon_u}{\xi} \cdot \left(\xi + \bar{z} - \frac{1}{2} \right) - \frac{E_0^2 \cdot \varepsilon_u^2}{4\sigma_u} \cdot \frac{\beta^2}{\xi^2} \cdot \left(\xi + \bar{z} - \frac{1}{2} \right)^2$$

Çox asanlıqla göstərmək olar ki, $E_0 \cdot \varepsilon_u = 2\sigma_u$, bunu nəzərə alaraq gərginliklərin paylanması üçün yekun olaraq yazmaq olar ki,

$$\sigma_z = 2\sigma_u \cdot \frac{\beta}{\xi} \cdot \left(\xi + \bar{z} - \frac{1}{2} \right) - \sigma_u \cdot \frac{\beta^2}{\xi^2} \cdot \left(\xi + \bar{z} - \frac{1}{2} \right)^2 \quad (4)$$

Bu bərabərlik əsasında daxili normal qüvvə üçün aşağıdakı bərabərliyi yazmaq mümkündür

$$N = b \cdot \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \sigma_z dz = 2b \cdot h \cdot \sigma_u \cdot \frac{\beta}{\xi} \cdot \left(\xi - \frac{1}{2} \right) - b \cdot h \cdot \sigma_u \cdot \frac{\beta^2}{\xi^2} \cdot \left(\xi^2 - \xi + \frac{1}{3} \right) \quad (5)$$

Xalis əyilmədə kəsikdə normal qüvvə yaranmadığından bu bərabərlik əsasında kəsiyin sıxılan üzündə deformasiyanın səviyyəsini neytral oxun vəziyyəti ilə əlaqələndirən aşağıdakı bərabərliyi yazmaq mümkündür. Bu bərabərlik əsasında parametrlərdən biri məlum olduqda digəri asanlıqla hesablanı bilər:

$$(12 - 3k \cdot \beta) \cdot \xi^2 - 3 \cdot (2 - k \cdot \beta) \cdot \xi - k \cdot \beta = 0 \quad \text{və ya} \quad \beta = \frac{1}{k} \cdot \frac{12\xi^2 - 6\xi}{3\xi^2 - 3\xi + 1} \quad (6)$$

Eyni qayda ilə kəsikdəki normal gərginliklərdən formalaşan daxili əyici moment üçün alınır ki,

$$M = b \cdot h^2 \cdot \sigma_u \cdot \frac{\beta}{6\xi} - b \cdot h^2 \cdot \frac{\sigma_u}{12} \cdot \frac{\beta^2}{\xi^2} \cdot (2\xi - 1) \quad (7)$$

Alınmış (6) və (7) bərabərlikləri əsasında əyilməyə işləyən düzbucaqlı en kəsikli ağac elementlərin gərginlikli deformasiya halı öyrənilə bilər və bu tənliklər baxılan məsələnin həlledici tənliklər sistemi olurlar. Əyilməyə işləyən sistemlərdə materialın deformasiya diaqramına əsasən sıxılmada deformasiyanın səviyyəsini dəyişmə intervalı qabaqcadan bəlli

olduğundan neytral oxun vəziyyətini təyin edən parametri bu parametrlə ifadə etmək daha əlverişlidir:

$$\xi = \frac{3 - 3\beta + \sqrt{9 + 6\beta - 3\beta^2}}{12 - 6\beta} \quad (8)$$

Bunu əyici momentin (7) bərabərliyində nəzərə alaraq düzbucaqlı en kəsikli ağac elementin en kəsiyində formalaşan əyici momenti kəsiyinm sıxılan üzünün düformasiyası ilə aşağıdakı kimi ifadə etmək mümkün olur:

$$\bar{M} = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot \sigma_u} = \frac{3\beta^3 - 12\beta^2 + 9\beta + 6 - (\beta^2 - 3\beta + 2) \cdot \sqrt{9 + 6\beta - 3\beta^2}}{24 \cdot (2 - \beta)} \quad (9)$$

Beləliklə, alınmış (8) və (9) bərabərlikləri ağacın deformasiya diaqramı kvadratik parabola ilə approksimasiya olunan halda əyilməyə işləyən düzbucaqlı en kəsikli ağac elementlərin gərginlikli deformasiya halını tədqiq etmək üçün əsas həllidici tənliklər olurlar. Qeyd edək ki, kəsiyin sıxılan üzündə deformasiyanın səviyyəsi sıfırdan birə qədər dəyişdiyi bəlli olduğu üçün bu parametri həmin intervalda müəyyən addımla dəyişməklə digər parametrlərin necə dəyişdiyi izləyə bilər. Yada salmaq ki, əyrilik sxem 1-ə əsasən $\chi = \frac{\varepsilon}{x} = \frac{\beta \cdot \varepsilon_u}{\xi \cdot h}$.

Burada ölçüsüz parametrlə $\chi = \frac{\varepsilon}{x} = \frac{\beta \cdot \varepsilon_u}{\xi \cdot h}$.

keçməklə yazmaq ki, $\bar{\chi} = \frac{\chi \cdot h}{\varepsilon_u} = \frac{\beta}{\xi}$ (10). Beləliklə, yuxarıda alınmış bərabərliklər

əsasında baxılan düzbucaqlı en kəsikli ağac element üçün “moment-əyrilik” diaqramının qurulma alqoritmi aşağıdakı kimi olur. $\beta \in [0; 1]$ parçasında kəsiyin kənar sıxılan üzündə deformasiyanın səviyyəsini ifadə edən β parametrinə qiymət verərək (8) bərabərliyi əsasında kəsikdə neytral oxun vəziyyətini təyin edən ξ parametri, (10) bərabərliyi əsasında əyrilik parametri və (9) bərabərliyi əsasında isə əyici moment parametri hesablanır. Bu isə axtarılan “moment-əyrilik” diaqramının koordinatlarının hesablanması deməkdir. Aparılmış hesablamalar nəticəsində cədvəl 1-də verilmiş qiymətlər alınmışdır. Bu cədvəl axtarılan “moment-əyrilik” diaqramının cədvəl formasıdır. Bu cədvəldən aydınca görünür ki, neytral oxun vəziyyətini təyin edən ξ parametrinin qiyməti β parametrdən demək olar ki, xətti asılıdır.

Cədvəl 1.

β	ξ	\bar{M}	$\bar{\chi}$	$\bar{\chi}$ (14)-ə əsasən
0	0,5	0	0	0
0,1	0,5082	0,0327	0,1968	0,1973
0,2	0,5162	0,0642	0,3875	0,3902
0,3	0,5240	0,0941	0,5725	0,5785
0,4	0,5317	0,1224	0,7523	0,7634
0,5	0,5393	0,1489	0,9271	0,9442
0,6	0,5469	0,1734	1,0971	1,1195
0,7	0,5545	0,1959	1,2625	1,2885
0,8	0,5620	0,2163	1,4234	1,4491
0,9	0,5697	0,2343	1,5799	1,5974
1,0	0,5774	0,2500	1,7321	1,7321

Əyanilik xətinə aşağıdakı qrafik 1.1-də “moment-əyrilik” diaqramı qurulmuş və 1 rəqəmi ilə işarə olunmuşdur.

Qeyd etmək lazımdır ki, ağac elementlər üçün materialın real qeyri xətti deformasiya diaqramı əsasında qurulmuş “moment-əyrilik” diaqramının mövcudluğu həmin elementlərin

yerdəyişmələrinin və ümumilikdə deformasiyalarının yüksək dəqiqliklə təyin olunmasına imkan yaradır. Ağac elementlər üçün sərtlik məsələləri həll olunarkən bu tip məsələlərin dəqiq həlli konstruksiyanın etibarlı təminatla layihələndirməsi üçün şərait yaradır. İşlənmiş hesablama metodikası ölçüsüz parametrlərlə ifadə olunduğundan ümumi xarakter daşıyır və konstruksiyanın yükləmə səviyyəsini mərhələlərə bölmədən məsələyə ümumi yanaşmağa şərait yaradır. Bu baxımdan təklif olunan hesablama metodikasının həm də mühüm praktiki əhəmiyyəti vardır. Ağac tirlərin yerdəyişmələrinin analitik olaraq hesablanmasını təmin etmək məqsədilə “moment-əyrilik” diaqramının analitik ifadəsinin mövcudluğu da vacibdir, çünki bu zaman mühəndislərə yaxşı tanış olan materiallar müqavivətinin müvafiq düsturlarının tətbiqinə şərait yaratmaqla bərabər mühəndis hesablamalarında önəmli rol oynayan sadə düsturların da əldə olunmasına şərait yaranır.

İlkin yaxınlaşmada ağac elementlər üçün digər materiallardan olan elementlər üçün olduğu kimi “moment-əyrilik” diaqramını aşağıdakı kubik parabola şəklində approksimə edək

$$\bar{\chi} = A_1 \cdot \bar{M} + A_2 \cdot \bar{M}^3 \quad (11)$$

Bu bərabərliyə daxil olan naməlum A_1 və A_2 parametrlərini təyin etmək üçün qəbul edək ki, approksiməedici funksiya ilə verilmiş qrafik və ya cədvəl şəkilli diaqramların koordinat başlanğıcında çəkilmiş toxunanları absis oxu ilə eyni bucaq təkil etdirlər, yəni

$$\left. \frac{d\bar{\chi}}{d\bar{M}} \right|_{\bar{M}=0} = A_1 = \frac{\bar{\chi}_1}{\bar{M}_1} \quad (12)$$

şərti ödənilir. Burada $\bar{\chi}_1$ və \bar{M}_1 cədvəl şəkilli “moment-əyrilik” diaqramının koordinat başlanğıcına ən yaxın nöqtədə hesablanmış qiymətləridir. İkinci şərt kimi qəbul olunur ki, $\bar{M} = \bar{M}_u$ olduqda $\bar{\chi} = \bar{\chi}_u$ olmalıdır, yəni, aşağıdakı şərt ödənməlidir

$$\bar{\chi}_u = A_1 \cdot \bar{M}_u + A_2 \cdot \bar{M}_u^3 \quad (13)$$

Burada \bar{M}_u və $\bar{\chi}_u$ uyğun olaraq cədvəl şəkilli “moment-əyrilik” diaqramının dağılma anına uyğun əyici moment və əyrilik parametrlərinin qiymətidir. Cədvəl 1-ə əsasən ölçüsüz parametrlər üçün aşağıdakı $\bar{\chi}_1 = 0,1968$; $\bar{M}_1 = 0,0327$; $\bar{\chi}_u = 1,7321$; $\bar{M}_u = 0,2500$ qiymətlərini qeyd edə bilərik. Onda (12)-dan alırıq ki, $A_1 = \frac{\bar{\chi}_1}{\bar{M}_1} = \frac{0,1968}{0,0327} = 6,0184$. Bundan sonra (13)-dən də ikinci parametr üçün alırıq ki,

$$A_2 = \frac{\bar{\chi}_u - A_1 \cdot \bar{M}_u}{\bar{M}_u^3} = \frac{1,7321 - 6,0184 \cdot 0,2500}{0,2500^3} = 14,5600$$

Parametrlərin tapılmış qiymətlərini (11)-də nəzərə almış olsaq approksiməedici funksiyanın analitik ifadəsi aşağıdakı kimi konkretləşmiş olar

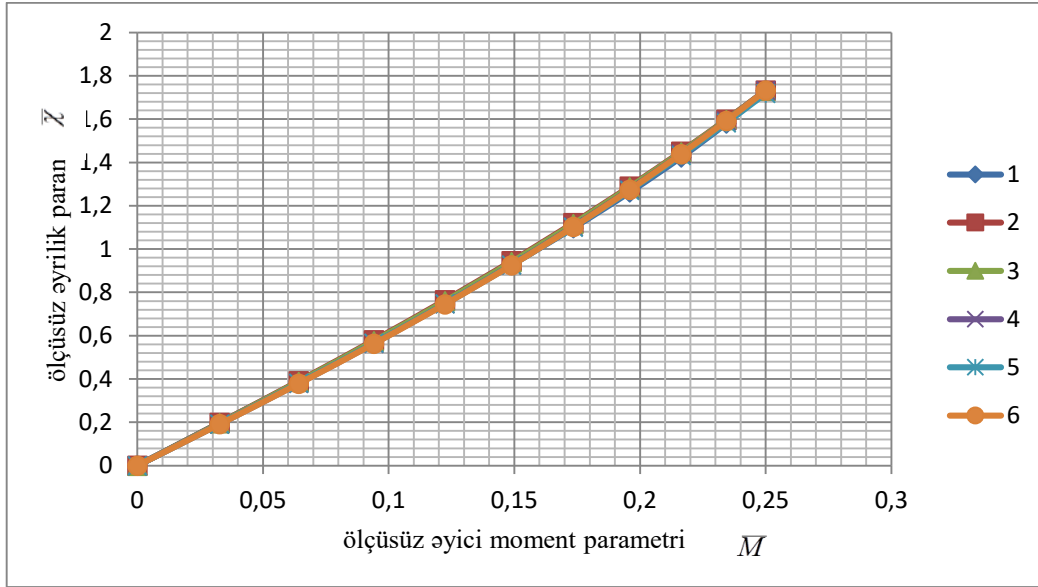
$$\bar{\chi} = 6,0184 \cdot \bar{M} + 14,5600 \cdot \bar{M}^3 \quad (14)$$

Bu ifadə əsasında hesablanmış “moment-əyrilik” diaqramının ordnatları cədvəl 1-də verilmiş və əyanilik üçün qrafik 1-də həmin hesablamaların nəticələrini əks etdirən qrafik 2 nömrəli qrafik kimi təsvir olunmuşdur. Qrafiklərin müqayisəsi göstərir ki, kubik parabola ilə approksimə yüksək dəqiqliyə malikdir.

(11)-də daxil edilmiş parametrlərin təyini üçün cədvəl və approksiməedici funksiyaların qiymətlərinin $(\bar{M}_u = 0,2500, \bar{\chi}_u = 1,7321)$ nöqtəsində və hər hansı $(\bar{M}_k, \bar{\chi}_k)$ nöqtəsində üst-üstə düşdüyünü qəbul edək. Məsələn, $(\bar{M}_k, \bar{\chi}_k)$ nöqtəsi kimi $(\bar{M}_2 = 0,0642, \bar{\chi}_2 = 0,3875)$ nöqtəsi götürüldükdə axtarılan parametrlərin təyini üçün tənliklər

sistemi $\begin{cases} \bar{\chi}_k = A_1 \cdot \bar{M}_k + A_2 \cdot \bar{M}_k^3 \\ \bar{\chi}_u = A_1 \cdot \bar{M}_u + A_2 \cdot \bar{M}_u^3 \end{cases}$ kimi olur. Onda bu sistemdən axtarılan parametrlər üçün

$A_1 = 5,9728$ və $A_2 = 15,2895$ alınır və bu zaman approksiməedici funksiya $\bar{\chi} = 5,9728 \cdot \bar{M} + 15,2895 \cdot \bar{M}^3$ kimi konkretləşir. Bu asılılığa uyğun qrafik qrafik 1-də 3 nömrəli qrafik kimi verilib. Göründüyü kimi approksimasiya kifayət qədər dəqiqdir.



Qrafik 1. Düzbucaqlı en kəsikli ağac elementinin “moment-əyrili” diaqramı.

Dəqiqliyi artırmaq üçün aralıq nöqtə kimi ($\bar{M}_5 = 0,1489$, $\bar{\chi}_5 = 0,9271$) nöqtəsini götürmüş olsaq müvafiq hesablamalardan sonra axtarılan parametrlər üçün $A_1 = 5,8404$ və $A_2 = 17,4087$ alınır və bu zaman approksiməedici funksiya $\bar{\chi} = 5,8404 \cdot \bar{M} + 17,4087 \cdot \bar{M}^3$ kimi konkretləşir. Bu asılılığa uyğun əyri qrafik 1-də 4 nömrəli qrafik kimi verilib. Göründüyü kimi bu asılılıq cədvəl diaqramına daha dəqiq ifadə edir və mühəndis hesablamalarında istifadə oluna bilər. Əgər (11) asılılığına daxil olan parametrləri məlum ən kiçik kvadratlar üsulu ilə təyin etmiş olsaq yekun olaraq approksiməedici funksiya üçün $\bar{\chi} = 5,8644 \cdot \bar{M} + 16,2209 \cdot \bar{M}^3$ alarıq. Bu asılılığa uyğun qrafik 5 nömrəsi ilə işarə olunmuşdur. Bu asılılıq da “moment-əyrilik” diaqramını kifayət qədər dəqiqliklə approksimə etsə də dağılma anına uyğun əyrilik $\frac{1,7321 - 1,7179}{1,7321} \cdot 100\% = 0,82\%$ xəta ilə təyin olunmuş olur. Burada da dəqiqliyi artırmaq

məqsədlə (11) bərabərliyində (13) şərtinin ödəndiyini qəbul edək. Bu zaman əsas asılılıq aşağıdakı kimi yazılır:

$$\bar{\chi} = A_1 \cdot \left(\bar{M} - \frac{\bar{M}^3}{\bar{M}_u^2} \right) + \bar{\chi}_u \cdot \frac{\bar{M}^3}{\bar{M}_u^3} \quad (15)$$

Yeganə qalan A_1 parametrlərini ən kiçik kvadratlar metodu ilə təyin etmiş olsaq yazıla bilər ki,

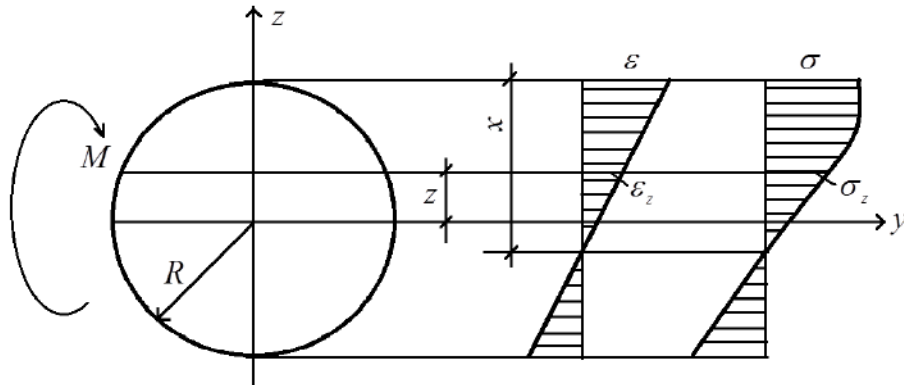
$$A_1 = \frac{\sum_{i=0}^{i=10} \left(\bar{\chi}_i - \bar{\chi}_u \cdot \frac{\bar{M}_i^3}{\bar{M}_u^3} \right) \cdot \left(\bar{M}_i - \frac{\bar{M}_i^3}{\bar{M}_u^2} \right)}{\sum_{i=0}^{i=10} \left(\bar{M}_i - \frac{\bar{M}_i^3}{\bar{M}_u^2} \right)^2} \quad (16)$$

Bu zaman axtarılan parametrlər üçün $A_1 = 5,8209$ və $A_2 = 17,7206$ alınır və approksimədedici funksiya aşağıdakı kimi konkretləşir

$$\bar{\chi} = 5,8209 \cdot \bar{M} + 17,7206 \cdot \bar{M}^3 \quad (17)$$

Bu asılığa uyğun əyri qrafik 1-də 6 nömrə ilə qeyd olunub. Göründüyü kimi qurulmuş əyriyə içərisində bu ən dəqiqidir. Beləliklə də əyilməyə işləyən ağac elementlərin yerdəyişmələrinin təyininə bu asılılığın tətbiq olunması məqsədə uyğundur.

İndi də eyni metodika əsasında dairəvi en kəsikli ağac elementin əyilmə məsələsinə baxaq, sxem 2. Ağacın dartılma-sıxılmada deformasiya diaqramını (2) kvadratik parabola şəklində qəbul edirik (1)



Sxem 2. Dairəvi en kəsikli ağac elementin en kəsiyinin hesabi sxemi.

Koordinat başlanğıcından z məsafəsində qalınlığı dz olan üfiqi zolağın sahəsi üçün çevrənin kanonik tənliyi nəzərə alınaraq yazıla bilər ki,

$$dA = b_z \cdot dz = 2 \cdot \sqrt{R^2 - z^2} \cdot dz = 2 \cdot R^2 \cdot \sqrt{1 - \bar{z}^2} \cdot d\bar{z}, \quad (17)$$

onda müstəvi kəsiklər hipotezi əsasında deformasiyanın kəsiyin hündürlüyü boyunca paylanması üçün aşağıdakı ifadə yazıla bilər:

$$\varepsilon_z = \frac{\varepsilon}{x} \cdot (x - R + z) = \frac{\beta \cdot \varepsilon_u}{\xi} \cdot (\xi + \bar{z} - 1) \quad (18)$$

Deməli normal gərginliklərin kəsiyin hündürlüyü boyunca paylanma qanunauyğunluğu (2)-ə əsasən aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$\sigma_z = E_0 \cdot \frac{\beta \cdot \varepsilon_u}{\xi} \cdot (\xi + \bar{z} - 1) - \frac{E_0^2 \cdot \varepsilon_u^2}{4\sigma_u} \cdot \frac{\beta^2}{\xi^2} \cdot (\xi + \bar{z} - 1)^2 \quad (19)$$

Alınmış bərabərliklər əsasında kəsikdə formalaşan daxili normal qüvvə və əyici moment üçün son olaraq aşağıdakı ifadələr alınmışdır

$$N = \pi \cdot R^2 \cdot E_0 \cdot \varepsilon_u \cdot \left[\frac{\beta}{\xi} \cdot (\xi - 1) - \frac{E_0 \cdot \varepsilon_u}{4\sigma_u} \cdot \frac{\beta^2}{\xi^2} \cdot (\xi - 1)^2 - \frac{E_0 \cdot \varepsilon_u}{16\sigma_u} \cdot \frac{\beta^2}{\xi^2} \right], \quad (20)$$

$$M = \pi \cdot R^3 \cdot E_0 \cdot \varepsilon_u \cdot \left[\frac{\beta}{4\xi} - \frac{E_0 \cdot \varepsilon_u}{8\sigma_u} \cdot \frac{\beta^2}{\xi^2} \cdot (\xi - 1) \right]. \quad (21)$$

Əgər sonuncu bərabərliklərdə qəbul olunmuş deformasiya diaqramına əsasən $2\sigma_u = E_0 \cdot \varepsilon_u$ olduğunu diqqətə almış olsaq yuxarıdakı (20) və (21) bərabərliklərini aşağıdakı kimi də yazmaq olar

$$N = \pi \cdot R^2 \cdot \sigma_u \cdot \left[\frac{2\beta}{\xi} \cdot (\xi - 1) - \frac{\beta^2}{\xi^2} \cdot (\xi - 1)^2 - \frac{\beta^2}{4\xi^2} \right], \quad (22)$$

$$M = \pi \cdot R^3 \cdot \sigma_u \cdot \left[\frac{\beta}{2\xi} - \frac{\beta^2}{2\xi^2} \cdot (\xi - 1) \right]. \quad (23)$$

Xalis əyilmədə kəsikdə formalaşan daxili normal qüvvə sıfır olduğu üçün (22) bərabərliyindən əyilmədə dairəvi en kəsikli ağac elementlərin en kəsiyində neytral oxun vəziyyətini təyin edən ξ parametri ilə kəsiyin sıxılan üzündə deformasiyanın səviyyəsi β parametri arasında əlaqə yaradan bərabərlik alınır:

$$(8 - 4\beta) \cdot \xi^2 - (8 - 8\beta) \cdot \xi - 5\beta = 0 \quad (24)$$

Buradan son olaraq dairəvi en kəsikli əyilən ağac elementlər üçün aşağıdakı asılılıqları almış oluruq:

$$\xi = \frac{2 - 2\beta + \sqrt{4 + 2\beta - \beta^2}}{4 - 2\beta} \quad (25)$$

$$M = \pi \cdot R^3 \cdot \sigma_u \cdot \frac{\sqrt{4 + 2\beta - \beta^2} + 2\beta - 2}{5} \cdot \left[1 - (\xi - 1) \cdot \frac{2\sqrt{4 + 2\beta - \beta^2} + 4\beta - 4}{5} \right] \quad (26)$$

Beləliklə, dairəyi en kəsikli əyilən ağac elementlərin en kəsiyində əyici momentin təyini üçün həm ümumi şəkildə ξ və β parametrlərindən asılı olan, həm də tək cə dəyişmə intervalı $\beta \in [0, 1]$ aralığı olan β parametrindən asılı düsturlar, əlavə olaraq kəsikdə neytral oxun vəziyyətini təyin edən ξ parametrinin də bu parametrdən asılılığı üçün analitik ifadələr alınmışdır ki, bu da paraktik məsələlərin həlli üçün çox önəmlidir. Aparılmış hesablamalar göstərmişdir ki, dairəvi en kəsik formasında da ξ parametri β parametrindən xətti asılı olur və bu asılılıq $\xi = 1 + 0,1180 \cdot \beta$ kimi yüksək dəqiqliklə ifadə oluna bilər.

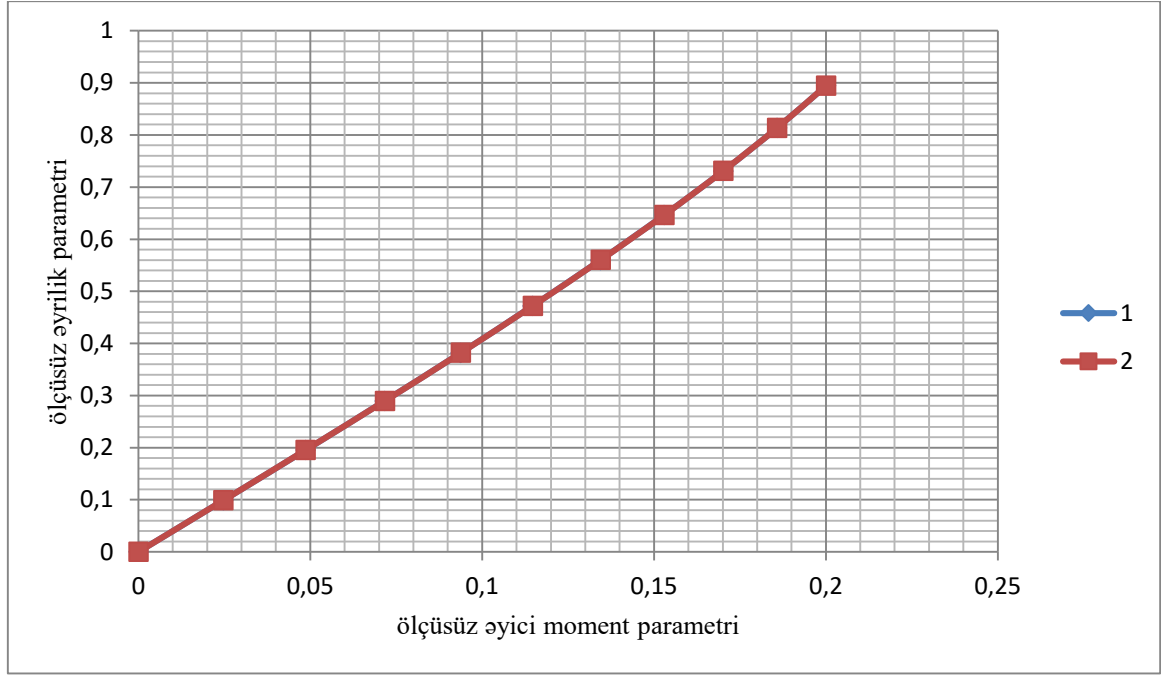
Kəsiyin çevrilmiş ölçüsüz əyriliyi üçün $\bar{\chi} = \frac{\beta}{\xi}$ və ölçüsüz əyici momenti isə

$$\bar{M} = \frac{M}{\pi \cdot R^3 \cdot E_0 \cdot \varepsilon_u} \quad \text{daxil edilməklə alınmış ifadələr əsasında qrafik 2-də əyrilik parametri } \bar{\chi} -$$

nın \bar{M} əyici momentdən parametrindən asılılıq qrafiki göstərilib və bu qrafik 1 rəqəmi ilə işarə olunub. Başqa sözlə dairəvi en kəsikli ağac element üçün ölçüsüz parametrlərlə “moment-əyrilik” diaqramı verilib. Bu diaqramdan aydınca görünür ki, ağac üçün qəbul olunmuş deformasiya diaqramının güclü qeyri-xətti olmasına baxmayaraq “moment-əyrilik” diaqramı xətti diaqrama yaxındır. Bu da imkan yaradır ki, təqribi hesablama üsulları işlənərkən bu fakt diqqətə alınsın. Qeyd edək ki, eyni dəyişmə xarakterini əyici moment parametrinin kəsiyin sıxılan üzündə deformasiyanın səviyyəsindən asılı olaraq dəyişməsində də müşahidə etmək mümkündür. Bununla belə qeyd etməliyik ki, “moment-əyrilik” diaqramlarının zəif fiziki xəttliliyi belə fiziki qeyri xətti deformasiya edən sistemlərin yerdəyişmələrinin qiymətinə kifayət qədər ciddi təsir göstərə bilər və bu özünü xüsusilə sıxılan elementlərdə daha çox biruzə verir.

İndi də dairəvi en kəsikli ağac elementlərin yerdəyişmələrinin təyində önəmli rol oynayan “moment-əyrilik” əyrilik diaqramının analitik ifadəsini tərtib edək. Düzbucaqlı elementlərin yerdəyişmələrinin təyində olduğu kimi “moment-əyrilik” diaqramını aşağıdakı kimi apparoksimə edək

$$\bar{\chi} = A_1 \cdot \bar{M} + A_2 \cdot \bar{M}^3 \quad (27)$$



Qrafik 2. Ölçüsüz əyrilik parametri $\bar{\chi} = \frac{\beta}{\xi}$ -nin ölçüsüz əyici moment parametri

$\bar{M} = \frac{M}{\pi \cdot R^3 \cdot E_0 \cdot \varepsilon_u}$ -dən asılılıq qrafiki.

Baxılan halda “moment-əyrilik” diaqramının cədvəl forması aşağıdakı kimi olur:

Cədvəl 2.

	\bar{M}	$\bar{\chi}$	$\bar{\chi}$ (28)-ə əsasən
0	0	0	0
0,1	0,0247	0,0988	0,0980
0,2	0,0486	0,1952	0,1939
0,3	0,0716	0,2895	0,2882
0,4	0,0937	0,3816	0,3816
0,5	0,1146	0,4718	0,4731
0,6	0,1344	0,5600	0,5633
0,7	0,1529	0,6463	0,6513
0,8	0,1701	0,7308	0,7366
0,9	0,1858	0,8135	0,8179
1,0	0,2000	0,8944	0,8944

Naməlum əmsalları təyin etmək üçün qəbul edək ki, $\bar{M} = \bar{M}_u = 0,2$ olduqda $\bar{\chi} = \bar{\chi}_u = 0,8944$ və hər hansı bir aralıq nöqtədə $\bar{M} = \bar{M}_k$ olduqda $\bar{\chi} = \bar{\chi}_k$ olur, yəni aşağıdakı şərt ödənilir:

$$\begin{cases} \bar{\chi}_u = A_1 \cdot \bar{M}_u + A_2 \cdot \bar{M}_u^3 \\ \bar{\chi}_k = A_1 \cdot \bar{M}_k + A_2 \cdot \bar{M}_k^3 \end{cases}$$

Bu şərtədən naməlum əmsallar üçün aşağıdakıları alırıq:

$$A_1 = \frac{\bar{\chi}_u \cdot \bar{M}_k^3 - \bar{\chi}_k \cdot \bar{M}_u^3}{\bar{M}_u \cdot \bar{M}_k^3 - \bar{M}_k \cdot \bar{M}_u^3}; \quad A_2 = \frac{\bar{M}_u \cdot \bar{\chi}_k - \bar{M}_k \cdot \bar{\chi}_u}{\bar{M}_u \cdot \bar{M}_k^3 - \bar{M}_k \cdot \bar{M}_u^3}$$

Məsələn, $\bar{M} = \bar{M}_k = \bar{M}_4 = 0,0937$ və $\bar{\chi} = \bar{\chi}_k = \bar{\chi}_4 = 0,3816$ olduqda

$$A_1 = \frac{0,8944 \cdot 0,0937^3 - 0,3816 \cdot 0,2^3}{0,2 \cdot 0,0937^3 - 0,0937 \cdot 0,2^3} = 3,9602,$$

$$A_2 = \frac{\bar{M}_u \cdot \bar{\chi}_k - \bar{M}_k \cdot \bar{\chi}_u}{\bar{M}_u \cdot \bar{M}_k^3 - \bar{M}_k \cdot \bar{M}_u^3} = \frac{0,2 \cdot 0,3816 - 0,0937 \cdot 0,8944}{0,2 \cdot 0,0937^3 - 0,0937 \cdot 0,2^3} = 12,7938$$

olur və buna görə də “moment-əyrilik” diaqramının analitik ifadəsi aşağıdakı kimi konkretləşir:

$$\bar{\chi} = 3,9602 \cdot \bar{M} + 12,7938 \cdot \bar{M}^3 \quad (28)$$

(28) asılılığına uyğun olan “moment-əyrilik” qrafiki sxem 2-də 2 nömrəli qrafik kimi verilmişdir. Qrafiklərin müqayisəsindən görünür ki, (28) analitik ifadəsi cədvəl şəkilli diaqramı yüksək dəqiqliklə approxsimə edir.

Aparılmış tədqiqatın nəticələri kimi aşağıdakılar qeyd oluna bilər:

1. Ağacın datılma-sıxılmada deformasiya diaqramının kvadratik parabola şəklində approxsimasiyası zamanı düzbucaqlı və dairəvi en kəsikli ağac elementlərin en nəqlilərində formalaşan daxili normal qüvvə və əyici momentin təyini üçün analitik ifadələr alınmışdır.

2. Həm düzbucaqlı, həm də dairəvi en kəsikli ağac elementlər üçün xalis əyilmədə “moment-əyrilik” diaqramının cədvəl formasının qurulma metodikası işlənmişdir.

3. Hər iki kəsik forması üçün cədvəl diaqramlarını yüksək dəqiqliklə approxsimasiya edən əyilməyə işləyən ağac elementlərin yerdəyişmələrinin təyində önəmli rol oynayan “moment-əyrilik” diaqramlarının analitik ifadələri təklif olunmuşdur.

ƏDƏBİYYAT

1. Гиясов Б. И., Серёгин Н. Г. Конструкции уникальных зданий и сооружений из древесины: учебное пособие. - М: Изд-во АСВ, 2018. - 256 с.
2. Запруднов В. И., Стриженко В. В. Механика деревянных строительных элементов и соединений конструкций: Учебник. - М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010.-344 с.
3. Филимонов Э. В., Гаппоев М. М., Гуськов И. М. и др Конструкции из дерева и пластмасс- М.: Изд-во АСВ, 2016.-436 с.
4. СП 64.13330.2011. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. - М.: ОАО ЦПП, 2011. - 87 с.
5. Насонов С. Б. Руководство по проектированию и расчёту строительных конструкций. В помощь проектировщику. - 3-е изд. - М: Изд-во АСВ, 2015.-816 с.
6. Серов Е. Н. и др.Проектирование деревянных конструкций - М: Изд-во АСВ, 2015.-536 с.
7. Гиясов Б. И., Серёгин Н. Г., Серёгин Д. Н. Конструкции из древесины и пластмасс - М.: Изд-во АСВ, 2018.-400 с.
8. Жаданов В.И., Аркаев М.А., Котлов В.Г. Экспериментальные исследования деревянных балок, усиленных витыми крестообразными стержнями. Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 11. С. 5-11.
9. Серов Е.Н., Черных А.Г., Серов А.Е., Соломаха А.Ю., Храмов К.С. Строительные нормы проектирования деревянных конструкций. Состояние, проблемы и перспективы // «Вестник гражданских инженеров», № 3(32). 2012. С.107-114.
10. Вареник, К.А. Аппроксимация диаграммы деформирования древесины / К.А.Вареник// Вестник НовГУ.- 2013.- №75.- С. 60-64.
11. Лукаш П.А. Основы нелинейной строительной механики. М.: Стройиздат, 1978. 208 с.

AĞAC TİRLƏRİN ƏYİNTİLƏRİNİN QEYRİ XƏTTİ MODEL LƏR ƏSASINDA TƏYİNİ METODİKASI.

t.e.d.prof. Muxlis Əhməd oğlu Hacıyev, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti,
<https://ORCID.ID:0000-0001-6872-0941>, hajiyevmuxlis@mail.ru
doktorant Natiq Vilayət oğlu Bağırzadə, FHN, Tikintidə Təhlükəsizliyə Nəzarət Dövlət Agentliyi, Dövlət baş Ekspertiza İdarəsinin mütəxəssisi, <https://orcid.org/0000-0001-9510-6622>, natiq.bagirzade@gmail.com

Xülasə: Məqalədə müəlliflər tərəfindən düzbucaqlı en kəsikli ağac elementlər üçün təklif olunmuş “moment-əyrilik” diaqramının tətbiqi ilə sataik həll olunan və olunmayan ağac tirlərin müxtəlif yükləmələrdə yükləmənin ixtiyari səviyyəsində maksimal əyintinin təyini üçün yüksək dəqiqlikli hesablama düsturları təklif olunmuşdur.

Açar sözləri: tir, əyinti, “moment-əyrilik” diaqramı.

Аннотация: В статье с применением аналитической зависимости диаграммы «момент-кривизна», предложенной авторами приведены простые расчетные формулы, обладающие высокой степенью точности для определения максимальных прогибов деревянных балок при различных уровнях загрузки.

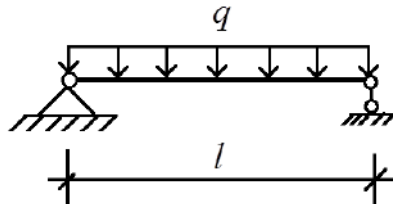
Ключевые слова: балка, прогиб, диаграмма «момент-кривизна».

Ağac konstruksiyaların sərtlik məsələlərinin [1,2,3,4] həllinin təmin olunması üçün həmin konstruksiyaların deformasiyalarının və yerdəyişmələrinin etibarlı təyini metodikasının mövcudluğu vacibdir. Müasir elmi təsəvvürlərə görə inşaat konstruksiya elementlərinin o cümlədən ağac elementlərin sərtlik məsələlərinin etibarlı həllinin təmin olunması üçün materialların real qeyri xətti deformasiya diaqramlarının tətbiqi hesablama metodikalarının işlənməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir [5,6,7]. Məruzədə müəlliflər tərəfindən təklif olunmuş “moment-əyrilik” diaqramının analitik ifadəsinin tətbiqi ilə statik həll olunan və olunmayan ağac tirlərin maksimal əyintilərinin yükləmənin səviyyəsindən asılı olaraq hesablanması üçün sadə düsturlar verilmişdir.

Təqdim olunan birinci məruzədə düzbucaqlı en kəsikli ağac elementlər üçün “moment-əyrilik” diaqramının analitik olaraq aşağıdakı kimi approksimə olunması təklif olunmuşdur.

$$\bar{\chi} = 5,8209 \cdot \bar{M} + 17,7206 \cdot \bar{M}^3 \quad (1)$$

Qeyd edək ki, bu asılılığın tətbiqi zamanı diqqətə alınmalıdır ki, baxılan halda $\bar{M}_u = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot \sigma_u} = 0,2500$ və $\chi_u = \bar{\chi}_u \cdot \frac{h}{\varepsilon_u} = 1,7321 \cdot \frac{h}{\varepsilon_u}$. Bu diaqramın tətbiqi ilə müntəzəm yayılmış q yükü ilə yüklənmiş aşırımı l olan sadə tiri nəzərdən keçirək, sxem 2.1.və bu zaman yükləmə sxeminə görə $\bar{M} = \frac{ql^2}{2b \cdot h^2 \cdot \sigma_u} \cdot (\eta - \eta^2) = \frac{\bar{M}_0}{2} \cdot (\eta - \eta^2)$; $\bar{M}_0 = \frac{ql^2}{b \cdot h^2 \cdot \sigma_u}$ olduğunu nəzərə alaraq baxılan halda məsələnin differensial tənliyi üçün yazmaq olar ki,



Sxem 1. Tirin hesabi sxemi.

$$w''(\eta) \cdot \frac{1}{l^2} \cdot \frac{h}{\varepsilon_u} = -2,9105 \cdot \bar{M}_0 \cdot (\eta - \eta^2) - 2,2151 \cdot \bar{M}_0^3 \cdot (\eta^3 - 3\eta^4 + 3\eta^5 - \eta^6)$$

Bu bərabərliyin hər iki tərəfini iki dəfə inteqralladıqdan sonra və sərhəd şərtlərini nəzərə aldıqdan sonra yekun olaraq tirin əyintilər funksiyası üçün aşağıdakı ifadə alınır

$$w(\eta) \cdot \frac{h}{l^2 \cdot \varepsilon_u} = -2,9105 \cdot \bar{M}_0 \cdot \left(\frac{\eta^3}{6} - \frac{\eta^4}{12} - \frac{\eta}{12} \right) - 2,2151 \cdot \bar{M}_0^3 \cdot \left(\frac{\eta^5}{20} - \frac{\eta^6}{10} + \frac{\eta^7}{14} - \frac{\eta^8}{56} - \frac{\eta}{280} \right) \quad (2)$$

Bu bərabərlikdən aşırımın ortasında tirin maksimal əyintisi üçün alınır ki,

$$w_{\max} = w\left(\eta = \frac{1}{2}\right) = \left(0,0758 \cdot \bar{M}_0 + 0,00287 \cdot \bar{M}_0^3\right) \cdot \frac{l^2 \cdot \varepsilon_u}{h} \quad (3)$$

Burada $\bar{M}_0 = \frac{ql^2}{b \cdot h^2 \cdot \sigma_u}$ olduğunu nəzərə alaraq maksimal əyinti üçün yazıla bilər ki,

$$w_{\max} = \left(0,0758 + 0,00287 \cdot \left(\frac{ql^2}{b \cdot h^2 \cdot \sigma_u} \right)^2 \right) \cdot \frac{ql^4 \cdot \varepsilon_u}{b \cdot h^3 \cdot \sigma_u} \quad (4)$$

Həddi halda $\frac{q_u l^2}{8} = M_u = \bar{M}_u \cdot b \cdot h^2 \cdot \sigma_u$ və $E_0 \cdot \varepsilon_u = 2\sigma_u$ olduğundan maksimal əyintinin həddi qiyməti üçün yazmaq olar ki,

$$w_{\max} = \left(0,0758 + 0,00287 \cdot \left(\frac{ql^2}{b \cdot h^2 \cdot \sigma_u} \right)^2 \right) \cdot \frac{2ql^4}{b \cdot h^3 \cdot E_0} \quad (5)$$

Xətti deformasiya edən tirin aşırımın ortasında maksimal əyintisi məlum olduğu kimi

$$w_{\max, el} = \frac{5ql^4}{384E_0 J} = \frac{5ql^4}{384E_0 \cdot \frac{bh^3}{12}} = \frac{5ql^4}{32E_0 \cdot bh^3}$$

Bu qiyməti (5) bərabərliyində nəzərə alaraq, onda yazıla bilər ki,

$$w_{\max} = \left(1 + 0,0367 \cdot \left(\frac{ql^2}{b \cdot h^2 \cdot \sigma_u} \right)^2 \right) \cdot w_{\max, el}$$

əgər indi bu bərabərliyi aşağıdakı kimi yazmış olsaq

$$w_{\max} = (1 + \lambda_q) \cdot w_{\max, el} \quad (6)$$

harada ki, qeyri xəttiliyi nəzərə alan əmsal

$$\lambda_q = 0,0367 \cdot \delta_q^2; \quad \delta_q = \frac{ql^2}{b \cdot h^2 \cdot \sigma_u} \quad (7)$$

Həddi halda yuxarıda qeyd olunduğu kimi $\frac{q_u l^2}{b \cdot h^2 \cdot \sigma_u} = 8\bar{M}_u$ olduğunu diqqətə almış

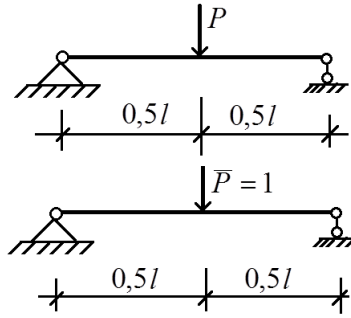
olsaq, söyləyə bilərik ki, δ_q parametrinin qiyməti sıfırdan $8\bar{M}_u = 2$ -yə qədər dəyişir. Deməli, baxılan misalda qeyri xəttiliyin hesabına tirin maksimal əyintisi $1 + \lambda_{q, \max} = 1 + 0,0367 \cdot \delta_q^2 = 1 + 0,0367 \cdot 2^2 = 1,1468$ dəfə artır.

İkinci misal olaraq düzbucaqlı en kəsikli iki dayaqlı üzərində oturan aşırımın ortasında topa qüvvə ilə yüklənmiş sadə tiri nəzərdən keçirək, sxem 2.

Simmetriyanı nəzərə alaraq tirin sol yarısına baxmaq yetərlidir. Xarici yükəndən tirin sol yarısında əyici momentin ifadəsi $M(x) = \frac{P \cdot x}{2} = \frac{P \cdot l \cdot \eta}{2}$ kimi, aşırımın ortasında tətbiq olunmuş

vahid yükəndən isə $\bar{M}(x) = \frac{x}{2} = \frac{l \cdot \eta}{2}$ kimi olur. Ona görə də Mor düsturunu tətbiq etməklə

maksimal əyintinin təyini üçün yazıla bilər ki, $w_{\max} = 2 \cdot \int_0^{0,5l} \chi(x) \cdot \bar{M}(x) dx$



Sxem 2.2. Sadə tirin hesabi sxemi.

Qəbul olunmuş (1.25) “moment-əyrilik” diaqramının analitik ifadəsinə əsasən baxılan hal üçün yazıla bilər ki,

$$\chi = \bar{\chi} \cdot \frac{\varepsilon_u}{h} = \frac{\varepsilon_u}{h} \cdot \left(5,8209 \cdot \bar{M}_0 \cdot \frac{\eta}{2} + 17,7206 \cdot \bar{M}_0^3 \cdot \frac{\eta^3}{8} \right) \quad (8)$$

Burada $\bar{M}_0 = \frac{Pl}{bh^2\sigma_u}$ işarələməsi daxil edilmişdir. (8) bərabərliyi əsasında tirin ortasındakı maksimal əyinti üçün yazmaq olar ki,

$$\begin{aligned} w_{\max} &= 2 \cdot \int_0^{0,5} \frac{\varepsilon_u}{h} \cdot \left(5,8209 \cdot \bar{M}_0 \cdot \frac{\eta}{2} + 17,7206 \cdot \bar{M}_0^3 \cdot \frac{\eta^3}{8} \right) \cdot \frac{l}{2} \cdot \eta \cdot d\eta = \\ &= \frac{\varepsilon_u}{h} \cdot l^2 \cdot \frac{Pl}{bh^2\sigma_u} \cdot \left(0,1213 + 0,0138 \cdot \left(\frac{Pl}{bh^2\sigma_u} \right)^2 \right) \end{aligned}$$

İndi burada qəbul olunmuş deformasiya diaqramına əsasən $\frac{\varepsilon_u}{\sigma_u} = \frac{2}{E_0}$ və düzbucaqlı en

kəşik forması üçün $bh^3 = 12J$ olduğunu diqqətə alaraq maksimal əyinti üçün alınmış ifadəni aşağıdakı kimi göstərmək olar

$$\begin{aligned} w_{\max} &= \frac{\varepsilon_u}{\sigma_u} \cdot \frac{Pl^3}{bh^3} \cdot \left(0,1213 + 0,0138 \cdot \left(\frac{Pl}{bh^2\sigma_u} \right)^2 \right) = \\ &= \frac{Pl^3}{49,54 \cdot E_0 J} \cdot \left(1 + 0,1138 \cdot \left(\frac{Pl}{bh^2\sigma_u} \right)^2 \right) \approx \frac{Pl^3}{48 \cdot E_0 J} \cdot \left(1 + 0,1138 \cdot \left(\frac{Pl}{bh^2\sigma_u} \right)^2 \right) \end{aligned}$$

Burada ikinci toplanan qeyri xəttiliyin hesabına əyintinin artmasını nəzərə alır. Həddi halda $\frac{Pl}{4} = \bar{M}_u \cdot bh^2\sigma_u$ şərti ödəndiyi üçün həddi əyintinin qiyməti elastiklik həddi daxilində alınan əyintidən $\lambda = 1 + 0,1138 \cdot (4\bar{M}_u)^2 = 1 + 0,1138 \cdot 4^2 \cdot 0,25^2 = 1,1138$ dəfə artır. Bu bir daha onu göstərir ki, qeyri xətti deformasiya diaqramlarına tabe olan materiallardan hazırlanan konstruksiyalarda və onların elementlərində yerdəyişmələrində təyinində xətti modellərdən istifadə olunması qeyri dəqiq həllərin alınması ilə müşayiət olunur və bu sonda konstruksiyanın sərtlik məslələrinin həlli düzgün olmayan tənəcələrə gətirir.

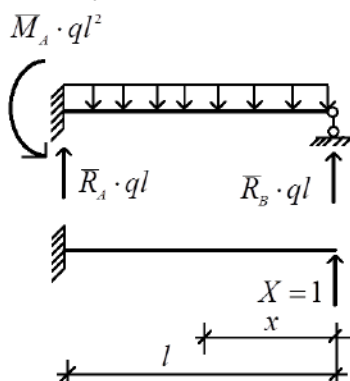
İndi də “moment-əyrilik” diaqramının statik həll olunmayan tirlərin əyintilərinin təyininə tətbiqini göstərək. Statik həll olunmayan tir kimi bir ucu sərt digər ucu isə oynaq bərkidilmiş müntəzəm yayılmış yüklə yüklənmiş tiri nəzərdən keçirək, sxem 3.

Sxem əsasən əyici momentin tirin oxu boyunca dəyişməsi

$$M(x) = \bar{R}_B \cdot ql \cdot x - \frac{qx^2}{2} = ql^2 \cdot \left(\bar{R}_B \cdot \eta - \frac{\eta^2}{2} \right)$$

B nöqtəsində atılmış rabitə istiqamətində tətbiq olunmuş vahid qüvvədən əyici moment üçün $\bar{M}(x) = 1 \cdot x = l \cdot \eta$, onda Mor düsturu əsasında bu nöqtənin yerdəyişməsi üçün yazıla bilər ki,

$$\Delta_B = \int_0^l \chi(x) \cdot \bar{M}(x) dx = 0 \quad (9)$$



Sxem 3. Statik həll olunmayan tirin hesabi sxemi.

(8) bərabərliyinə əsasən baxılan halda əyriliyin tirin oxu boyunca dəyişməsi üçün yazıla bilər ki,

$$\chi(x) = \frac{\varepsilon_u}{h} \cdot \left(5,8209 \cdot \bar{M}_0 \cdot \left(\bar{R}_B \cdot \eta - \frac{\eta^2}{2} \right) + 17,7206 \cdot \bar{M}_0^3 \cdot \left(\bar{R}_B \cdot \eta - \frac{\eta^2}{2} \right)^3 \right) \quad (10)$$

Bunu (9)-da nəzərə alsaq məchul dayaq reaksiyasının təyini üçün yazıla bilər ki,

$$\Delta_B = \frac{\varepsilon_u \cdot l^2}{h} \cdot \int_0^1 \left(5,8209 \cdot \bar{M}_0 \cdot \left(\bar{R}_B \cdot \eta - \frac{\eta^2}{2} \right) + 17,7206 \cdot \bar{M}_0^3 \cdot \left(\bar{R}_B \cdot \eta - \frac{\eta^2}{2} \right)^3 \right) \cdot \eta d\eta = 0$$

Mötərizələri açaraq müvafiq çevirmələr apardıqdan sonra

$$\Delta_B = \frac{\varepsilon_u \cdot l^2}{h} \cdot \int_0^1 \left[5,8209 \cdot \bar{M}_0 \cdot \left(\bar{R}_B \cdot \eta^2 - \frac{\eta^3}{2} \right) + 17,7206 \cdot \bar{M}_0^3 \cdot \left(\bar{R}_B^3 \cdot \eta^4 - \frac{3}{2} \cdot \bar{R}_B^2 \cdot \eta^5 + \frac{3}{4} \cdot \bar{R}_B \cdot \eta^6 - \frac{\eta^7}{8} \right) \right] d\eta = 0$$

Müvafiq cədvəl inteqralları hesablandıqdan sonra məchul dayaq reaksiyasının təyini üçün aşağıdakı kubik tənliyi almış oluruq

$$5,8209 \cdot \left(\frac{\bar{R}_B}{3} - \frac{1}{8} \right) + 17,7206 \cdot \bar{M}_0^2 \cdot \left(\frac{\bar{R}_B^3}{5} - \frac{\bar{R}_B^2}{4} + \frac{3\bar{R}_B}{28} - \frac{1}{64} \right) = 0 \quad (11)$$

Alınmış bərabərlikdən görünür ki, qeyri xəttilik nəzərə alınmayan halda, yəni ancaq birinci toplanan diqqətə alındıqda dayaq reaksiyasının qiyməti $\bar{R}_B = \frac{3}{8}$ alınır ki, bu da materiallar müqaviməti kursundan məlum olan qiymətin əynisidir. (11) bərabərliyində ikinci toplanan qeyri xəttiliyin statik həll olunmazlığa təsirini ifadə edir. Bu tənliyə daxil olan və yükləmənin səviyyəsini müəyyən edən \bar{M}_0 parametrinin dəyişmə intervalını müəyyənləşdirmək üçün

baxılan tirin həddi halında əyici momentin qiymətinin $M_h = \frac{q \cdot l^2}{2 \cdot (3 + 2\sqrt{2})} \approx \frac{ql^2}{11,6568}$

olduğunu diqqətə alaı. Deməli baxılan misalda səpələnmiş yükün həddi qiyməti $q_u \cdot l^2 = \bar{M}_u \cdot (6 + 4\sqrt{2}) \cdot bh^2 \cdot \sigma_u$ olacaqdır. Bu isə o deməkdir ki, (1) tənliyinə daxil olan və yükləmənin səviyyəsini ifadə edən \bar{M}_0 parametrinin həddi qiyməti $\bar{M}_u \cdot (6 + 4\sqrt{2}) = 0,25 \cdot (6 + 4\sqrt{2}) = 2,9142$. Deməli, $\bar{M}_0 \in [0; 2,9142]$. Yükləmənin müxtəlif səviyyələri hesablamalar aparılmış və nəticələri cədvəl 1-də verilmişdir. Cədvəldən aydınca görünür ki, fiziki qeyri xəttilik statik həll olunmayan sistemlərdə qüvvələr üsulunun əsas məchullarının qiymətinə demək olar ki, təsir göstərmir. Məsələn həddi halda dayaq reaksiyası xətti variantla müqayisədə cəmi $\frac{0,3783 - 0,375}{0,375} \cdot 100\% = 0,88\%$ təşkil edir.

Cədvəl 1.

\bar{M}_0	\bar{R}_B	\bar{M}_0	\bar{R}_B
0	0,3750	1,7485	0,3764
0,2914	0,3750	2,0399	0,3768
0,5828	0,3752	2,3314	0,3773
0,8743	0,3754	2,6228	0,3778
1,1657	0,3757	2,9142	0,3783
1,4571	0,3760		

İndi də statik həll olunmayan tirin əyintilərinin təyin edək, baxılan halda tirin əyilmədə differensial tənliyini yazaq

$$w''(\eta) = \frac{\varepsilon_u \cdot l^2}{h} \cdot \left[-5,8209 \cdot \bar{M}_0 \cdot \left(\bar{R}_B \cdot \eta - \frac{\eta^2}{2} \right) - 17,7206 \cdot \bar{M}_0^3 \cdot \left(\bar{R}_B^3 \cdot \eta^3 - \frac{3}{2} \cdot \bar{R}_B^2 \cdot \eta^4 + \frac{3}{4} \cdot \bar{R}_B \cdot \eta^5 - \frac{\eta^6}{8} \right) \right]$$

Bu bərabərliyin hər iki tərəfini iki dəfə inteqrallayıb sərhəd şərtləni nəzərə aldıqdan sonra yekun olaraq əyintilər funksiyası üçün alırıq:

$$w(\eta) = \frac{\varepsilon_u \cdot l^2}{h} \cdot \left[-5,8209 \cdot \bar{M}_0 \cdot \left(\bar{R}_B \cdot \frac{\eta^3 - \eta}{6} - \frac{\eta^4 - \eta}{24} \right) - 17,7206 \cdot \bar{M}_0^3 \cdot \left(\bar{R}_B^3 \cdot \frac{\eta^5 - \eta}{20} - \frac{\eta^6 - \eta}{20} \cdot \bar{R}_B^2 + \frac{\eta^7 - \eta}{56} \cdot \bar{R}_B - \frac{\eta^8 - \eta}{448} \right) \right] \quad (12)$$

İndi yuxarıda daxil edilmiş işarələmələrə və materialın deformasiya diaqramına əsasən $\bar{M}_0 \cdot \frac{\varepsilon_u \cdot l^2}{h} = \frac{ql^4}{6E_0J}$ olduğunu nəzərə alaraq əsas əyintilər funksiyası (12)-ni aşağıdakı kimi göstərək

$$w(\eta) = \frac{q \cdot l^4}{6E_0J} \cdot \left[-5,8209 \cdot \left(\bar{R}_B \cdot \frac{\eta^3 - \eta}{6} - \frac{\eta^4 - \eta}{24} \right) - 17,7206 \cdot \bar{M}_0^2 \cdot \left(\bar{R}_B^3 \cdot \frac{\eta^5 - \eta}{20} - \frac{\eta^6 - \eta}{20} \cdot \bar{R}_B^2 + \frac{\eta^7 - \eta}{56} \cdot \bar{R}_B - \frac{\eta^8 - \eta}{448} \right) \right] \quad (13)$$

Əgər indi bu bərabərlikdə dayaq reaksiyasının yükləmənin səviyyəsindən demək olar ki, asılı olmadığını nəzərə almış olsaq, yəni $\bar{R}_B = \frac{3}{8}$ qəbul etmiş olsaq (13) bərabərliyi daha sadə şəkildə aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$w(\eta) = \frac{q \cdot l^4}{6E_0J} \cdot \left[\frac{5,8209}{48} \cdot (2\eta^4 - 3\eta^3 + \eta) + \frac{17,7206}{71680} \cdot \bar{M}_0^2 \cdot (160 \cdot \eta^8 - 480 \cdot \eta^7 + 504 \cdot \eta^6 - 189 \cdot \eta^5 + 5\eta) \right] \quad (14)$$

Materiallar müqaviməti kursundan bəlli olduğu kimi xətti variantda baxılan tirin maksimal əyintisi $\eta_0 = \frac{1 + \sqrt{33}}{16} = 0,4215$ olduqda alınır. Qeyri xəttiliyin statik həl olunmazlığa təsirinin zəif olduğunu nəzərə alaraq hesab etmək olar ki, qeyri xətti variantda da maksimal əyinti məhz bu kəsikdə formalaşacaqdır. Aydındır ki, yuxarıda alınmış bərabərliklər yükləmənin səviyyəsindən asılı olaraq bu kəsiyin vəziyyətini təyin etməyə imkan, lakin aparılmış ədədi eksperimentlər doğrudan da maksimal əyintinin formalaşdığı kəsiyin stabilliyini göstərmişdir. Ona görə də (14) bərabərliyindən $\eta_0 = 0,4215$ kəsiyində maksimal əyintinin qiyməti üçün alırıq ki,

$$w_{\max} = w(\eta_0) = \frac{q \cdot l^4}{E_0J} \cdot (0,005255 + 0,0000595 \cdot \bar{M}_0^2) = 0,005255 \cdot \frac{q \cdot l^4}{E_0J} \cdot (1 + 0,01132 \cdot \bar{M}_0^2) \quad (15)$$

Buradan görünür ki, həddi halda qeyri xətti xəttilik nəzərə alınmaqla baxılan statik həl olunmayan ağac tirin maksimal əyintisi xətti modellər əsasında təyin olunan əyintiyə nəzərən $1 + 0,0356 \cdot \bar{M}_0^2 = 1 + 0,01291 \cdot 2,9142^2 = 1,1096$ dəfə artır. Beləliklə, söyləyə bilirik ki, işlənmiş hesablama metodikası qeyri xətti modellər əsasında maksimal əyintiləri sadə düsturlar vasitəsilə hesablamağa şərait yaradır ki, bu praktik məsələlərdə önəmlidir. Aşağıdakı cədvəl 2-də yükləmənin səviyyəsindən asılı olaraq statik həl olunmayan tirin əyintilər epürünün ordinatları verilmişdir.

Cədvəl 2

	$\bar{M}_0 = 0$	$\bar{M}_0 = 0,7310$	$\bar{M}_0 = 1,4621$	$\bar{M}_0 = 2,1931$	$\bar{M}_0 = 2,9241$
η	$\frac{w \cdot EJ_0}{ql^4}$	$\frac{w \cdot EJ_0}{ql^4}$	$\frac{w \cdot EJ_0}{ql^4}$	$\frac{w \cdot EJ_0}{ql^4}$	$\frac{w \cdot EJ_0}{ql^4}$
0	0	0	0	0	0
0,1	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031
0,2	0,0101	0,0101	0,0103	0,0105	0,0109
0,3	0,0183	0,0184	0,0187	0,0192	0,0199
0,4	0,0256	0,0258	0,0262	0,0269	0,0279
0,5	0,0303	0,0305	0,0310	0,0319	0,0332
0,6	0,0314	0,0316	0,0322	0,0332	0,0345
0,7	0,0285	0,0287	0,0292	0,0301	0,0313
0,8	0,0217	0,0219	0,0222	0,0229	0,0238
0,9	0,0118	0,0119	0,0121	0,0124	0,0128
1,0	0	0	0	0	0

Aparılmış tədqiqatın əsas nəticələri kimi aşağıdakılar qeyd olunmalıdır.

1. "Moment-əyrilik" diaqramının analitik ifadəsinin tətbiqi ilə müxtəlif yükləmələrdə statik həl olunan və həl olunmayan tirlərin əyintilərinin təyini üçün müvafiq analitik düsturlar alınmışdır.

2. Alınmış analitik düsturlar fiziki qeyri xəttilik nəzərə alınmaqla yükləmənin ixtiyari səviyyəsi üçün əyintiləri yüksək dəqiqliklə təyin etməyə imkan verir.

3. Aparılmış tədqiqatın nəticələri normativ sənədlərin təkmilləşdirilməsində və ağac elementləri qeyri xətti modellər əsasında hesablanmasında istifadə oluna bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. СП 64.13330.2011. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. - М.: ОАО ЦПП, 2011. - 87 с.
2. Насонов С. Б. Руководство по проектированию и расчёту строительных конструкций. В помощь проектировщику. - 3-е изд. - М: Изд-во АСВ, 2015.-816 с.
3. Серов Е. Н. Проектирование деревянных конструкций./ Е. Н. Серов и др. - М: Изд-во АСВ, 2015.-536 с.
4. Гиясов Б. И. Конструкции из древесины и пластмасс: Учеб. пособие / Б. И. Гиясов, Н. Г.Серёгин, Д. Н. Серёгин. - М.: Изд-во АСВ, 2018.-400 с.
5. Вареник К.А. Аппроксимация диаграммы деформирования древесины // вестник Новгородского Государственного Университета. -2013. - №№75 т.1. - с. 60-64.
6. Серов Е.Н., Черных А.Г., Серов А.Е., Соломаха А.Ю., Храмов К.С. Строительные нормы проектирования деревянных конструкций. Состояние, проблемы и перспективы // «Вестник гражданских инженеров», № 3(32). 2012. С.107-114.
7. Лукаш П.А. Основы нелинейной строительной механики. М.: Стройиздат, 1978. 208 с.

V.M.BONDARENKONUN NATAMAM DIAQRAMININ ÜÇXƏTLİ DIAQRAMLA APPROKSİMƏ EDİLMƏSİ VƏ ONUN SIXILAN DAİRƏVİ EN KƏSİKLİ ELEMENTLƏRİN HESABLANMASINA TƏTBİQİ.

Doktorant Hacıyeva Ülviyyə Muxlis qızı, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, ORCID ID:0000-0002-1654-9722, hajiyevmuxlis@mail.ru

Xülasə: Məqalədə betonun sıxılmada V.M.Bondarenko tərəfindən təklif olunmuş natamam diaqramının üçxətli diaqramla approksimasiyası və onun tətbiqi mərkəzdən xaric sıxılan dairəvi en kəsikli dəmirbeton elementlərin gərginlikli deformasiya halının və yüklənmə qabiliyyətinin təyini metodikası işlənmişdir. Ədədi eksperimentlərlə təklif olunan hesablama metodikasının effektivliyi isbatlanmışdır. Göstərilmişdir ki, materialların deformasiya diaqramlarının sıxılan elementlərin gərginlikli deformasiya halına təsiri güclüdür və bu mütləq diqqətə alınmalıdır.

Açar sözlər: dairəvi en kəsik, beton, armatur, diaqram, yüklənmə qabiliyyəti.

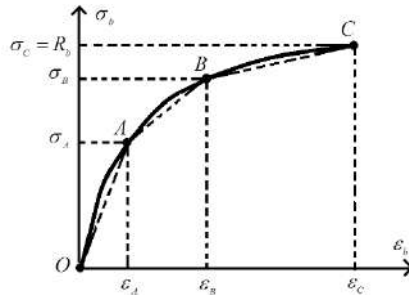
Аннотация: В статье дана методика аппроксимации не полной нелинейной диаграммы деформирования бетона при сжатии, предложенной В.М.Бондаренко разработана и с применением этой диаграммы разработана методика исследования напряженно деформированного состояния и несущей способности внецентренно сжатых железобетонных элементов кругового сечения. В численных экспериментах доказана эффективность предложенной методики. Показано, что влияние вида диаграммы деформирования материалов на напряженно деформированное состояние сжатых элементов сильное и это должно быть учтено.

Ключевые слова: круглое поперечное сечение, бетон, арматура, диаграмма, несущая способность.

V.M.Bondarenkonun betonun sıxılmada natamam diaqramını [1] üçxətli diaqramla approksimə edək, bunun üçün əyrixətli diaqramı OA , AB və BC düz xətt parçaları ilə approksimə edək, sxem.1. Qeyd edək ki, müasir inşaat normaları ilkin qeyri xətti hesablamalar üçün betonun sıxılmada ikixətli və üçxətli diaqramlardan istifadə olunmasına icazə verilir və qeyri xətti hesablama metodikaları işlənərkən inşaat normalarında tam diaqramın üçxətli diaqramla approksimasiyası üçün approksimasiya nöqtələri normirləşdirilib. Belə bir normirləmə natamam diaqram üçün verilməmişdir və burada hesablama metodikası işlənərkən

interpolyasiya nöqtələri metodika müəllifi tərəfindən müəyyən oluna bilər [2,4,5]. Ümumi halda bu nöqtələri A, B, C ilə işarə edərək hesablama metodikasını ümumi şəkildə aparaq. Onda üçxətli diaqrama əsasən betonun sıxılmada deformasiya diaqramının analitik ifadəsi aşağıdakı kimi yazılacaqdır:

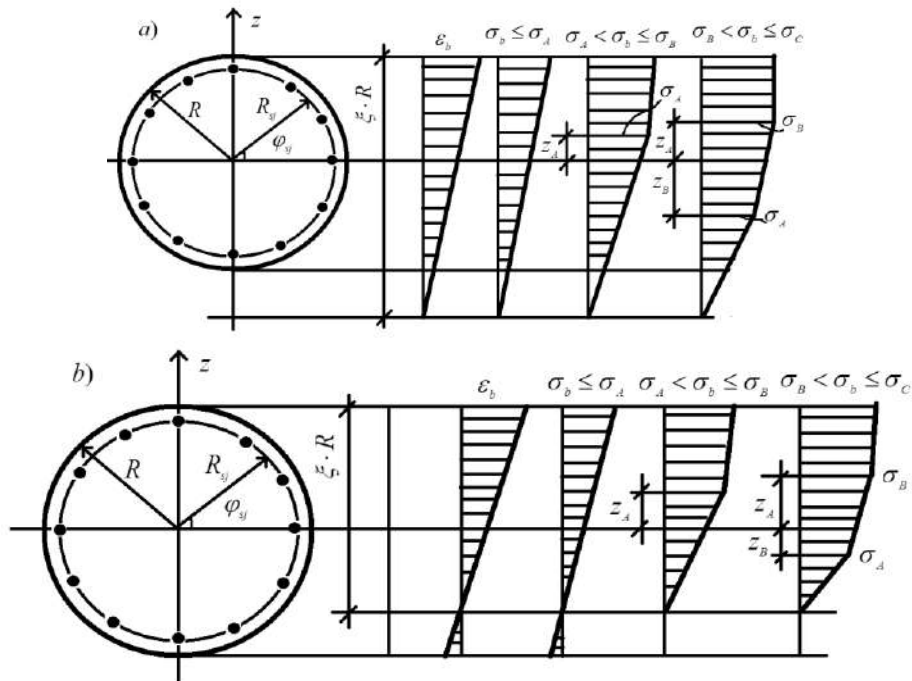
$$\sigma_b = \begin{cases} E_{OA} \cdot \varepsilon_b; & 0 \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_A & \text{olduqda} \\ \sigma_A + E_{AB} \cdot (\varepsilon_b - \varepsilon_A); & \varepsilon_A < \varepsilon_b \leq \varepsilon_B & \text{olduqda} \\ \sigma_B + E_{BC} \cdot (\varepsilon_b - \varepsilon_B); & \varepsilon_B < \varepsilon_b \leq \varepsilon_C & \text{olduqda} \end{cases} \quad (1)$$



Sxem 1. Betonun sıxılmada natamam diaqramının üçxətli diaqramla approssimə edilmə sxemi.

Burada
$$E_{OA} = \frac{\sigma_A}{\varepsilon_A}; \quad E_{AB} = \frac{\sigma_B - \sigma_A}{\varepsilon_B - \varepsilon_A}; \quad E_{BC} = \frac{\sigma_C - \sigma_B}{\varepsilon_C - \varepsilon_B} \quad (2)$$

Qəbul olunmuş üçxətli diaqrama əsasən yükləmənin səviyyəsindən asılı olaraq elementin en kəsiyində aşağıdakı sxem2-də təsvir olunmuş gərginlikli-deformasiya halları mümkündür:



Sxem 2. Üçxətli diaqramın tətbiqi zamanı kəsiyin hesabi sxemi.

Bu halların hər biri aydındır ki, xarici təsir edən yükün qiymətindən və onun tətbiq nöqtəsinin eksentrisitetindən asılı olaraq neytral oxun vəziyyətindən, yəni onun kəsikdən və ya kəsikdən kənardan keçdiyi hallardan, həmçinin kəsiyin sıxılan üzündə deformasiyanın qiymətindən asılı olurlar [3]. Bu hallardan hansının hansı halda yarandığını əvvəlcədən

söylmək mümkün deyildir. Ona görə də bu halların hər biri hesablamalar nəticəsində müəy-
yənləşdirilə bilər. Müstəvi kəsiklər hipotezinə əsasən $\varepsilon_{bz} = \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\bar{z} + \xi - 1)$ olduğundan (1)

bərabərliyinə əsasən gərginliyin kəsiyin hündürlüyü boyunca dəyişməsi üçün yazıla bilər ki,

$$\sigma_{bz} = \begin{cases} E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) + E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \bar{z}; & 0 \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_A & \text{olduqda} \\ \sigma_A - E_{AB} \cdot \varepsilon_A + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \bar{z}; & \varepsilon_A < \varepsilon_b \leq \varepsilon_B & \text{olduqda} \\ \sigma_B - E_{BC} \cdot \varepsilon_B + E_{BC} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) + E_{BC} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \bar{z}; & \varepsilon_B < \varepsilon_b \leq \varepsilon_C & \text{olduqda} \end{cases} \quad (3)$$

Baxılan intervallarda (3) bərabərliyi əsasında daxili normal qüvvə və əyici moment üçün aşağıdakı bərabərliklər yazıla bilər

$0 < \varepsilon_b \leq \varepsilon_A$ olduqda

$$N_b(\varepsilon_b, \xi) = 2 \cdot R^2 \cdot \int_q^1 \left[E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) + E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \bar{z} \right] \cdot \sqrt{1 - \bar{z}^2} d\bar{z};$$

$$M_b(\varepsilon_b, \xi) = 2 \cdot R^3 \cdot \int_q^1 \left[E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) + E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \bar{z} \right] \cdot \bar{z} \cdot \sqrt{1 - \bar{z}^2} d\bar{z}.$$

$\varepsilon_A < \varepsilon_b \leq \varepsilon_B$ olduqda

$$N_b(\varepsilon_b, \xi) = 2 \cdot R^2 \cdot \int_q^{z_A} \left[E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) + E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \bar{z} \right] \cdot \sqrt{1 - \bar{z}^2} d\bar{z} +$$

$$+ 2 \cdot R^2 \cdot \int_{z_A}^1 \left[\sigma_A - E_{AB} \cdot \varepsilon_A + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \bar{z} \right] \cdot \sqrt{1 - \bar{z}^2} d\bar{z} =$$

$$M_b(\varepsilon_b, \xi) = 2 \cdot R^2 \cdot \int_q^{z_A} \left[E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) + E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \bar{z} \right] \cdot \bar{z} \cdot \sqrt{1 - \bar{z}^2} d\bar{z} +$$

$$+ 2 \cdot R^2 \cdot \int_{z_A}^1 \left[\sigma_A - E_{AB} \cdot \varepsilon_A + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \bar{z} \right] \cdot \bar{z} \cdot \sqrt{1 - \bar{z}^2} d\bar{z}$$

$\varepsilon_B < \varepsilon_b \leq \varepsilon_C$ olduqda

$$N_b(\varepsilon_b, \xi) = 2 \cdot R^2 \cdot \int_q^{z_A} \left[E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) + E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \bar{z} \right] \cdot \sqrt{1 - \bar{z}^2} d\bar{z} +$$

$$+ 2 \cdot R^2 \cdot \int_{z_A}^{z_B} \left[\sigma_A - E_{AB} \cdot \varepsilon_A + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \bar{z} \right] \cdot \sqrt{1 - \bar{z}^2} d\bar{z} +$$

$$+ 2 \cdot R^2 \cdot \int_{z_B}^1 \left[\sigma_B - E_{BC} \cdot \varepsilon_B + E_{BC} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) + E_{BC} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \bar{z} \right] \cdot \sqrt{1 - \bar{z}^2} d\bar{z}$$

$$M_b(\varepsilon_b, \xi) = 2 \cdot R^2 \cdot \int_q^{z_A} \left[E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) + E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \bar{z} \right] \cdot \bar{z} \cdot \sqrt{1 - \bar{z}^2} d\bar{z} +$$

$$+ 2 \cdot R^2 \cdot \int_{z_A}^{z_B} \left[\sigma_A - E_{AB} \cdot \varepsilon_A + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \bar{z} \right] \cdot \bar{z} \cdot \sqrt{1 - \bar{z}^2} d\bar{z} +$$

$$+ 2 \cdot R^2 \cdot \int_{z_B}^1 \left[\sigma_B - E_{BC} \cdot \varepsilon_B + E_{BC} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) + E_{BC} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \bar{z} \right] \cdot \bar{z} \cdot \sqrt{1 - \bar{z}^2} d\bar{z}$$

Bu bərabərliklərdə daxil edilmiş intervalların sərhədləri $z_A = \frac{\varepsilon_A}{\varepsilon_b} \cdot \xi - \xi + 1$ və

$z_B = \frac{\varepsilon_B}{\varepsilon_b} \cdot \xi - \xi + 1$ təyin olurlar. Qeyd etmək lazımdır ki, bu inteqrallar cədvəl inteqrallarıdır

və asanlıqla hesablanırlar, onları hesabladıqdan sonra alırıq ki,

$0 < \varepsilon_b \leq \varepsilon_A$ olduqda

$$N_b = 2R^2 \cdot E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \left\{ (\xi - 1) \cdot \left[\frac{\pi}{4} - \frac{1}{2} \cdot \arcsin q + \frac{q}{2} \cdot \sqrt{1 - q^2} \right] + \frac{1 - q^2}{3} \cdot \sqrt{1 - q^2} \right\};$$

$$M_b = 2R^3 \cdot E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \left\{ (\xi - 1) \cdot \frac{1 - q^2}{3} \cdot \sqrt{1 - q^2} + \frac{\pi}{16} - \frac{1}{8} \cdot \arcsin q + \frac{q}{8} \cdot (1 - 2q^2) \cdot \sqrt{1 - q^2} \right\}$$

$\varepsilon_A < \varepsilon_b \leq \varepsilon_B$ olduqda

$$N_b(\varepsilon_b, \xi) = R^2 \cdot E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) \cdot \left[\arcsin z_A + z_A \cdot \sqrt{1 - z_A^2} - \arcsin q - q \cdot \sqrt{1 - q^2} \right] -$$

$$- \frac{2}{3} \cdot R^2 \cdot E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \left[(1 - z_A^2) \cdot \sqrt{1 - z_A^2} - (1 - q^2) \cdot \sqrt{1 - q^2} \right] +$$

$$+ R^2 \cdot \left[\sigma_A - E_{AB} \cdot \varepsilon_A + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) \right] \cdot \left[\frac{\pi}{2} - \arcsin z_A - z_A \cdot \sqrt{1 - z_A^2} \right] +$$

$$+ \frac{2}{3} \cdot R^2 \cdot E_{AB} \cdot (1 - z_A^2) \cdot \sqrt{1 - z_A^2}$$

$$M_b(\varepsilon_b, \xi) = \frac{2}{3} \cdot R^2 \cdot E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) \cdot \left[(1 - q^2) \cdot \sqrt{1 - q^2} - (1 - z_A^2) \cdot \sqrt{1 - z_A^2} \right] +$$

$$+ \frac{1}{4} \cdot R^2 \cdot E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \left[\arcsin z_A - z_A \cdot (1 - 2 \cdot z_A^2) \cdot \sqrt{1 - z_A^2} - \arcsin q + q \cdot (1 - 2q^2) \cdot \sqrt{1 - q^2} \right] +$$

$$+ \frac{2}{3} \cdot R^2 \cdot \left[\sigma_A - E_{AB} \cdot \varepsilon_A + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) \right] \cdot (1 - z_A^2) \cdot \sqrt{1 - z_A^2} +$$

$$+ \frac{1}{4} \cdot R^2 \cdot E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \left[\frac{\pi}{2} - \arcsin z_A + z_A \cdot (1 - 2 \cdot z_A^2) \cdot \sqrt{1 - z_A^2} \right]$$

$\varepsilon_B < \varepsilon_b \leq \varepsilon_C$ olduqda

$$\begin{aligned}
N_b(\varepsilon_b, \xi) = & R^2 \cdot E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) \cdot \left[\arcsin z_A + z_A \cdot \sqrt{1 - z_A^2} - \arcsin q - q \cdot \sqrt{1 - q^2} \right] + \\
& + \frac{2}{3} \cdot R^2 \cdot E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \left[(1 - q^2) \cdot \sqrt{1 - q^2} - (1 - z_A^2) \cdot \sqrt{1 - z_A^2} \right] + \\
& + R^2 \cdot \left[\sigma_A - E_{AB} \cdot \varepsilon_A + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) \right] \cdot \left[\arcsin z_B + z_B \cdot \sqrt{1 - z_B^2} - \arcsin z_A + z_A \cdot \sqrt{1 - z_A^2} \right] - \\
& - \frac{2}{3} \cdot R^2 \cdot E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \left[(1 - z_B^2) \cdot \sqrt{1 - z_B^2} - (1 - z_A^2) \cdot \sqrt{1 - z_A^2} \right] + \\
& + R^2 \cdot \left[\sigma_B - E_{BC} \cdot \varepsilon_B + E_{BC} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) \right] \cdot \left[\frac{\pi}{2} - \arcsin z_B - z_B \cdot \sqrt{1 - z_B^2} \right] + \\
& + \frac{2}{3} \cdot R^2 \cdot E_{BC} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (1 - z_B^2) \cdot \sqrt{1 - z_B^2} \\
M_b(\varepsilon_b, \xi) = & \frac{2}{3} \cdot R^2 \cdot E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) \cdot \left[(1 - q^2) \cdot \sqrt{1 - q^2} - (1 - z_A^2) \cdot \sqrt{1 - z_A^2} \right] + \\
& + \frac{1}{4} \cdot R^2 \cdot E_{OA} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \left[\arcsin z_A - z_A \cdot (1 - 2z_A^2) \cdot \sqrt{1 - z_A^2} - \arcsin q + q \cdot (1 - 2q^2) \cdot \sqrt{1 - q^2} \right] - \\
& - \frac{2}{3} \cdot R^2 \cdot \left[\sigma_A - E_{AB} \cdot \varepsilon_A + E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) \right] \cdot \left[(1 - z_B^2) \cdot \sqrt{1 - z_B^2} - (1 - z_A^2) \cdot \sqrt{1 - z_A^2} \right] + \\
& + \frac{1}{4} \cdot R^2 \cdot E_{AB} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \left[\arcsin z_B + z_B \cdot (1 - 2z_B^2) \cdot \sqrt{1 - z_B^2} - \arcsin z_A + z_A \cdot (1 - 2z_A^2) \cdot \sqrt{1 - z_A^2} \right] + \\
& + \frac{2}{3} \cdot R^2 \cdot \left[\sigma_B - E_{BC} \cdot \varepsilon_B + E_{BC} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot (\xi - 1) \right] \cdot (1 - z_B^2) \cdot \sqrt{1 - z_B^2} + \\
& + \frac{1}{4} \cdot R^2 \cdot E_{BC} \cdot \frac{\varepsilon_b}{\xi} \cdot \left[\frac{\pi}{2} - \arcsin z_B + z_B \cdot (1 - 2z_B^2) \cdot \sqrt{1 - z_B^2} \right]
\end{aligned}$$

Baş vektorun və baş momentin ifadələrini $\beta = \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_{b, \max}}$ kəsiyin kənar sıxılan üzündə

deformasiyanın səviyyəsini daxil etməklə, $\varepsilon_{b, \max} = \frac{R_b}{E_b} \cdot (1 + \eta_1)$, aşağıdakı kimi ölçsüz

parametrlərlə ifadə edək:

$$N_b = 2R^2 \cdot R_b \cdot \tilde{N}_b(\beta, \xi) \quad \text{və} \quad M_b = 2R^3 \cdot R_b \cdot \tilde{M}_b(\beta, \xi).$$

Yuxarıda alınmış ifadələrə əsasən N_b və M_b parametrləri asanlıqla hesablanıla bilər. Alınmış analitik ifadələr bu parametrlərin qiymətlərini dəqiq hesablamağa imkan versələr də onların ifadələrinin mürəkkəbliyi praktik məsələlərin həllini çətinləşdirir. Bununla belə bir dəfə yazılmış proqram modulları bu parametrləri onlara müraciət etməklə hesablamağa imkan verir.

İndi də yuxarıdakı bərabərliklərə daxil olan approksimasiya nöqtələrini xarakterizə edən $\varepsilon_A, \varepsilon_B, \varepsilon_C, \sigma_A, \sigma_B, \sigma_C$ parametrlərinin təyin olunması göstərək və betonun sinfindən asılı olaraq bu parametrlərin qiymətləri cədvəlini verək. Məsələnin fiziki mənasına görə ε_C deformasiyasının qiyməti B.M.Bondarenko bərabərliyində maksimal deformasiyaya, yəni

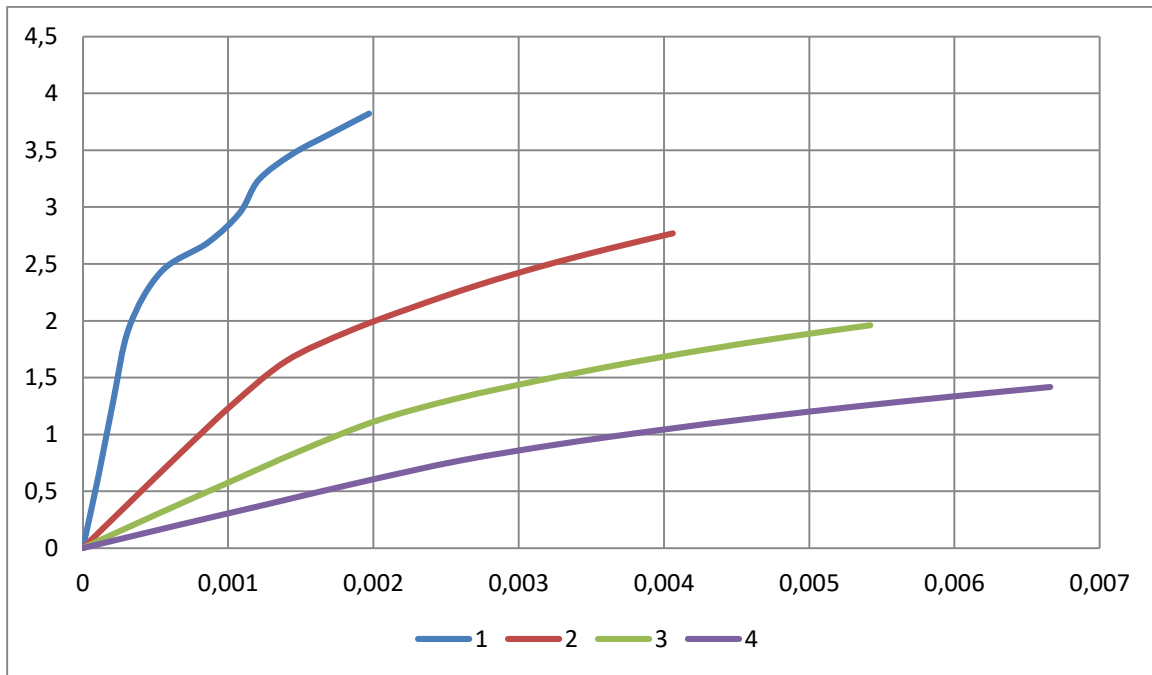
$\varepsilon_C = \frac{R_b}{E_b} \cdot (1 + \eta_1)$ bərabərliyinə və σ_C isə betonun sıxılmada möhkəmliyinə uyğun gəlir, yəni $\sigma_C = R_b$. Digər iki nöqtə kimi deformasiya parçasını üç bərabər hissəyə bölən nöqtələri götürmək məqsədə uyğundur, yəni $\varepsilon_A = \frac{\varepsilon_C}{3}$ və $\varepsilon_B = \frac{2\varepsilon_C}{3}$ götürülür və bu qiymətlərə uyğun olan gərginliklərin qiymətləri natamam diaqramın ifadəsinə əsasən uyğun olaraq aşağıdakı qeyri xətti tənliklərin kökləri kimi təyin olunurlar:

$$\frac{1}{3} \cdot (1 + \eta_1) = \frac{\sigma_A}{R_b} \cdot \left[1 + \eta_1 \cdot \left(\frac{\sigma_A}{R_b} \right)^{m_1} \right] \quad \text{və} \quad \frac{2}{3} \cdot (1 + \eta_1) = \frac{\sigma_B}{R_b} \cdot \left[1 + \eta_1 \cdot \left(\frac{\sigma_B}{R_b} \right)^{m_1} \right].$$

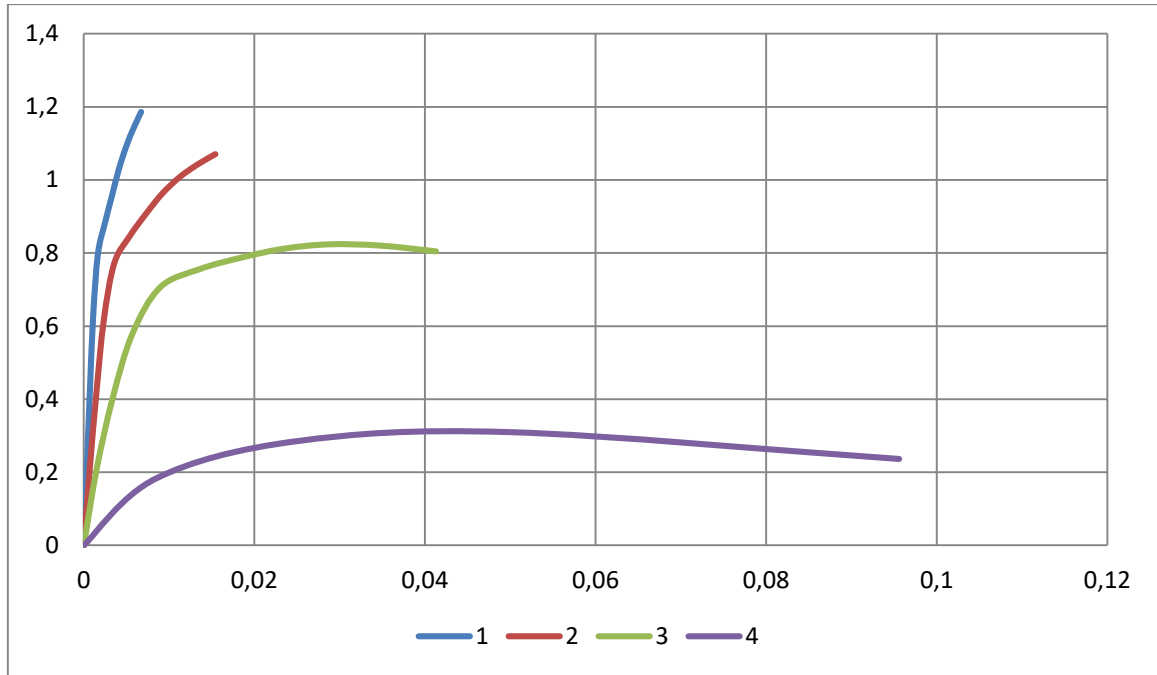
Betonun sinfindən asılı olaraq bu parametrlərin qiymətləri təyin olunmuş və aşağıdakı cədvəldə verilmişdir. Qeyd edək ki, interpolyasiya nöqtələri kimi digər nöqtələr götürüldükdə hesablamalar analogi olaraq aparılır.

Cədvəl 1. natamam diaqramın üçxətli diaqramla approksimasiya parametrləri.

Betonun sinfi	ε_A	ε_B	ε_C	σ_A, MPa	σ_B, MPa	σ_C, MPa
B 15	0.000444	0.000887	0.001330	6.35178	7.74569	8,5
B 20	0.000426	0.000852	0.001278	8.18620	10.35432	11,5
B 30	0.000401	0.000802	0.001203	10.91848	14.93637	17,0
B 40	0.000407	0.000815	0.001222	12.94279	18.85140	22,0
B 50	0.000423	0.000846	0.001269	14.98057	22.99239	27,5
B 60	0.000468	0.000935	0.001403	17.05279	27.01905	33,0



Qrafik 1. “Yük (P, MN)-əyinti (f, m)” qrafikləri. 1 - $e = 1 sm$; 2 - $e = 5 sm$; 3- $e = 10 sm$; 4 - $e = 15 sm$.



Qrafik 2. Şerti mərkəzi sıxılmada "yük-əyinti" qrafikləri. 1 – hər iki ucu sərt bərkidilmiş sütun; 2 – yuxarı ucu oynaq, aşağı ucu isə sərt bərkidilmiş sütun; 3- hər iki ucu oynaq bərkidilmiş sütun; 4 – konsol sütun.

Təklif olunan üçxətli diaqramın tətbiqi ilə ədədi eksperimentlər aparılmış. Məsələn, sütunun hesabi uzunluğu $l_0 = 4 m$, en kəsiyin radiusu $R = 25 sm$, armaturun yerləşdiyi çevrənin radiusu $R_{sj} = 20 sm$, armatur $A 400 12 \varnothing 22$, beton $B 30$ olduqda sıxıcı qüvvənin eksentrisitetinin müxtəlif qiymətləri üçün qrafik 1-də "yük-əyinti" qrafikləri qurulmuşdur. Bu qrafiklərdə aşağı enən qollar yaranmır.

Aparılmış hesablamalar nəticəsində alınmışdır ki, eksentrisitetin verilmiş qiymətlərində böhran anında əyinti və sıxıcı qüvvə üçün müvafiq olaraq $f_1 = 1,97 mm$; $P_{1cr} = 3822,23 kN$; $f_2 = 4,05 mm$; $P_{2cr} = 2768,24 kN$; $f_3 = 5,42 mm$; $P_{3cr} = 1961,40 kN$; $f_4 = 6,66 mm$; $P_{4cr} = 1416,81 kN$ alınmışdır. Göründüyü kimi sıxıcı qüvvənin eksentrisitetinin qiymətinin yükləmə qabiliyyətinə təsiri kifayət qədər böyükdür. Qeyd edək ki, bunu elastik sistem üçün söyləmək mümkün deyildir. Bu fiziki qeyri xətti sistemlərə xas olan əlamətdir.

İkinci misalda beton $B 30$, armatura $A 400 8 \varnothing 16$ və onların ağırlıq mərkəzlərinin yerləşdiyi çevrənin radiusu $R_{sj} = 12 sm$, sütunun en kəsiyinin radiusu $R = 15 sm$ götürülmüşdür. Sütunun hündürlüyü $l = 9 m$ olduqda sütun şərti mərkəzi sıxılması araşdırılmışdır, $e = 1 sm$. Sütunun uclarının bərkidilmə şərtinin yükləmə qabiliyyətinə təsirini öyrənmək məqsədilə müxtəlif hallara baxılmışdır. İlk öncə hər iki ucun oynaq bərkidildiyi hala baxılmışdır. Bu zaman sütunun əyilmiş oxunun ifadəsi sinusun yarım dalğası ilə approksimə olunmuş və buna görə də bu halda hesabi uzunluq həndəsi uzunluğa bərabər götürülmüşdür. Aparılmış hesablamalar nəticəsində qrafik 2-də müvafiq "yük-əyinti" qrafikləri qurulmuşdur. Göründüyü kimi birinci iki halda sütunun yükləmə qabiliyyəti möhkəmlik şərtindən son iki halda isə dayanıqlıq şərtindən təyin olunur, çünki birinci iki halda aşağı enən qollar realizə olunmadığı halda, son iki halda "yük-əyinti" qrafiklərində aşağı enən qollar da realizə olunurlar.

Ədəbiyyat

1. Бондаренко В.М., Бондаренко С.В. Инженерные методы нелинейной теории железобетона. Москва, 1982, Стройиздат, 266 с.
2. Колмогоров, А.Г., Плевков. В.С. Расчет железобетонных конструкций по российским и зарубежным нормам. Москва : Изд-во АСВ, 2011. – 496 с.
3. Гаджиева У.М. Расчет сжатых железобетонных элементов круглого поперечного сечения по нелинейной деформационной модели//Эксперт:Теория и практика, 2021, №5, с.13-20.
4. Санжаровский Р.С., Веселов А.А. Теория расчета строительных конструкций на устойчивость и современные нормы. - СПб-М.: АСВ, 2001. 126 с.
5. Беглов А.Д., Санжаровский Р.С. Теория расчета железобетонных конструкций на прочность и устойчивость. Современные нормы и Евростандарты. - СПб-М.: АСВ, 2006. 222 с.

DƏMİRBEŦON KONSTRUKSIYALARIN MÖHKƏMLİYİNİN MONİTORİNQİ: TƏHLÜKƏLİ TİKİNTİ OBYEKTĻƏRİ ÜÇÜN YENİDƏN BAXIŞ

Rafail Qəribov, *professor*, Məhkəmə Tikinti və Texniki Ekspertiza İnstitutu, Rusiya
Muxlis Hacıyev, *professor*, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Azərbaycan
Hüseyn Xəlilov, *dosent*, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Azərbaycan
Email: garibovr@mail.ru

Xülasə: Bu məqalə, müxtəlif iş mühitlərində yerləşən binaların dəmirbeton konstruksiyalarının möhkəmliyinə nəzarət təşkil etmək üçün bir metodologiya barədədir. Monitorinqin hər bir mərhələsi ətraflı şəkildə təqdim edilir və hər bir mərhələdə icra olunan iş növləri detallı şəkildə təsvir olunur. Bu işlərin avantajları və dezavantajları müəyyənləşdirilir və uyğun dəyərləndirmələr əsasında tətbiq ediləcək əməliyyatların tövsiyələri verilir. Təcrübə əsaslı metodologiya, bina konstruksiyalarının möhkəmliyinə nəzarəti sahəsində mütəxəssislərə qərar vermələrində kömək edəcək bir çərçivə təşkil edir.

Açar sözlər: dəmirbeton binalar, monitorinq, aggressiv mühit, istismar, diaqnostika.

Summary: This article discusses a methodology for monitoring the strength of reinforced concrete structures in buildings located in various working environments. Each stage of monitoring is presented in detail, outlining the types of tasks performed at each stage. The advantages and disadvantages of these tasks are identified, and recommendations for operations based on evaluations are provided. The experience-based methodology serves as a framework to assist experts in decision-making regarding the control of the strength of building structures.

Keywords: reinforced concrete buildings, monitoring, aggressive environment, exploitation, diagnostics.

Аннотация: Эта статья посвящена методологии контроля прочности железобетонных конструкций зданий, расположенных в различных рабочих средах. Каждый этап мониторинга подробно описан, и различные виды работ, выполняемых на каждом этапе, подробно изложены. Определены преимущества и недостатки этих работ, и на основе соответствующих оценок предлагаются рекомендации по выполнению операций. Опытно-ориентированная методология предоставляет специалистам в области контроля прочности зданий фреймворк для принятия решений.

Ключевые слова: железобетонные здания, мониторинг, агрессивная среда, эксплуатация, диагностика.

Bina konstruksiyalarının istismar vəziyyəti, möhkəmliyi, etibarlılığı və davamlılığı sistemə monitorinqə ehtiyac doğurur. Belə nəzarət, müvafiq mühəndis həllərinin tətbiqi və həyata keçirilməsi ilə əldə edilir, ki bu da elementlərin tələb olunan əməliyyat parametrlərindən

yaranan sapmaların vaxtında müəyyən edilməsinə və qarşısının alınmasına imkan verir. Bu əməliyyatlar, real iş şəraiti nəzərə alınaraq, potensial təhlükəli obyektlərin, binaların və tikililərin gücünə nəzarətin bir konsepsiyasını təşkil edir. Potensial təhlükəli obyektlər kimi təsnif edilmiş tikinti konstruksiyalarının həyat dövrü mərhələləri mürəkkəb təbiəti və qeyri-müəyyənliyi ilə xüsusiyyətlənir, çünki istismar müddəti ərzində bu konstruksiyalar yüklər, temperatur və aqressiv mühit kimi bir çox xarici təsirlərə məruz qalır. Bina konstruksiyalarının statik və dinamik yüklərə qarşı davranışını izləmək üçün müxtəlif sistemlər mövcuddur. Lakin, kompüter texnologiyalarının aktiv istifadəsi kontekstində, müasir yüksək dəqiqlikli instrumental texnologiyaların tətbiqi kompleks tikinti layihələrinin effektiv nəzarət səviyyəsində qəzasız istismarı üçün daha mürəkkəb problemləri həll etməyə imkan verir. Möhkəmliyin monitorinqi sisteminin hazırlanması metodoloji, texniki və proqram təminatının əsaslandırılmasını əhatə edir.

Mürəkkəb tikinti konstruksiyalarının texniki vəziyyətinin möhkəmlik monitorinqi müasir səviyyədə yalnız avtomatlaşdırılmış sistemlərin yaradılması ilə mümkündür. Lakin hazırda informasiya ehtiyatlarının toplanması, ötürülməsi və yenilənməsinin dəqiq mexanizmi olmadığı üçün məlumatların etibarlılığı kifayət qədər deyil. Binaların istismarı üçün mövcud sistemdə monitorinq, konstruksiyaların vəziyyətinin yalnız monitorinqi deyil, həm də idarəetmə, dizayn, əməliyyat, konstruktiv və digər zəruri sabitləşdirici təsirlər sistemi olaraq nəzərə alınmalıdır, bu da texniki vəziyyətinin yaxşılaşdırılması üçün əlavə bir perspektiv açar.

İstismar dövrünə nəzarət prosesində, bir elementin köhnəlmə vəziyyətinə çatdıqda, vaxtaşırı strukturların gücləndirilməsi, dəyişdirilməsi və ya obyektin tamamilə ləğv edilməsi sualı yaranır. Möhkəmləndirilmiş konstruksiyaların elementlərinin gərginliklərinin və deformasiyalarının böyüməsi və yenidən bölüşdürülməsi kinetikasi nəzərə alınmaqla konstruksiyaların yük və korroziya zədələnməsinin vaxtında aşkar edilməsi, tikinti konstruksiyalarını gücləndirməyin optimal yolunu tapmağa, möhkəmləndirmənin hesablanması üsullarını işləyib hazırlamağa və eksperimental sınaqdan keçirməyə imkan verir.

Hal-hazırda bina konstruksiyalarının istismarı, tikintisi, yoxlanılması və diaqnostikası ilə bağlı problemlər çox vaxt bir-birindən asılı olmayaraq nəzərdən keçirilir. Bir-birindən asılı problemlərin bu şəkildə ayrılması idarəetmə prosesini çətinləşdirir və strukturların texniki vəziyyətinə mənfi təsir göstərir. Mövcud tikinti konstruksiyalarının təmiri və yenidən qurulması elmi potensialı cəlb etməklə layihələndirmə, tikinti və təmir konstruksiyalarının təşkilati birləşdirilməsinə, ixtisaslaşmış elmi-istehsalat qruplarının və firmalarının yaradılmasına əsaslanmalıdır. Potensial təhlükəli obyektlər kimi təsnif edilən tikinti konstruksiyalarının böyük əksəriyyəti həm adi, həm də əvvəlcədən gərginləşdirilmiş dəmirbetondan hazırlanır. Dəmirbeton və metal konstruksiyalardan hazırlanmış kompleks konstruksiyaların sistemində strukturun uzun istismar dövrü ərzində dəyişən bütün əməliyyat parametrlərini, yükləri və digər təsirləri təmin etmək və tənzimləmək mümkün deyil.

Təcrübə göstərir ki, çoxlu sayda fərdi və unikal xüsusiyyətlərə malik olan mürəkkəb möhkəmləndirilmiş konstruksiyaların dayanıqlı istismarının təmin edilməsi qüsurların görünüşünün və inkişafının, tərkib hissələrinin zədələnməsinin və deformasiyalarının daimi monitorinqini, habelə bu cür dəyişikliklərin nəticələrinin proqnozlaşdırılmasını tələb edir. İstismar parametrlərindəki sapmaların davamlı monitorinqi və nəzarəti üçün bir vasitə möhkəmləndirilmiş bina konstruksiyalarının möhkəmliyinə nəzarət sistemidir.

İnkişaf etmiş ölkələrin təcrübəsinin təhlili bizə ən son texniki və informasiya texnologiyalarından istifadə etməklə əməliyyat problemlərinin həllində aydın tendensiya müəyyən etməyə imkan verir. Mürəkkəb tikinti konstruksiyaları parkının bir informasiya mərkəzindən idarə olunması qənaətlə və rəşional idarəetmə qərarları qəbul etmək üçün məlumatları sistemləşdirməyə, emal etməyə və təhlil etməyə imkan verir. Xarici təcrübə göstərir ki, nöqsanların qarşısının alınmasına və tikinti layihələrinin saxlanması keyfiyyətinə investisiya qoyuluşu hər bir obyektin istismar müddəti ərzində ümumi kapital qoyuluşlarını

azaltmaqla onların daha çox istismar dayanıqlığını təmin edir. Beləliklə, potensial təhlükəli tikinti layihələrinin istismarı üçün sistemlərin və xidmətlərin fəaliyyətinin təhlili bizə güc monitorinqinin qurulması üçün zəruri olan vəzifələri tərtib etməyə imkan verir:

- Mürəkkəb tikinti layihələri üçün effektiv idarəetmə strukturunun yaradılması məqsədilə idarəetmədə islahatların aparılması;

- Yenidənqurma, təmir və yeni tikinti layihələrinin məcburi ixtisaslı ekspertizasının aparılması ilə müstəqil ixtisaslı xidmət texniki, estetik və iqtisadi baxımdan ən yaxşı layihələri müsabiqə yolu ilə seçməlidir;

- Layihəçilərin və inşaatçıların istehsal olunan məhsulların keyfiyyətinə görə məsuliyyətini artırmaq üçün tikinti layihələrinin layihələndirilməsi və tikintisinin keyfiyyətinə zəmanət öhdəliklərinin daha səmərəli forma və prosedurlarını tətbiq etmək və inkişaf etdirmək lazımdır.

- Tikinti istehsalı sənaye istehsalının məhsulu bazara çıxaran və istehlakçıya keyfiyyət zəmanəti verən bir sahəsi kimi qəbul edilməlidir. Məhsullarına zəmanət verən müəssisə, məlum olduğu kimi, müəyyən müddət ərzində onu ya əvəz etməyi, ya da müştəriyə dəymiş zərəri ödəməyi öhdəsinə götürür. Eyni şəkildə podratçı müəyyən bir zəmanət müddəti ərzində layihə və tikintidə yol verilmiş səhvləri və qüsurları öz vəsaiti hesabına düzəltməyə borclu olmalıdır;

- Tikinti layihələrinin layihələndirilməsi, tikintisi və istismarı zamanı yol verilmiş səhvlərə görə diferensiallaşdırılmış məsuliyyət sisteminin həyata keçirilməsi.

- Tikinti layihələrinin mərhələli qəbulu təcrübəsini inkişaf etdirmək lazımdır, çünki onların tikintisi mürəkkəb və məsuliyyətli bir prosesdir və çox vacib bir məqam gizli işlərin yerinə yetirilməsidir. Tikinti layihəsini qəbul edərkən, gizli işin keyfiyyətini qiymətləndirmək çox çətin, hətta qeyri-mümkündür, buna görə də gizli işlərin icrasını yoxlayarkən, tikintinin ən vacib və kritik mərhələlərini, müştəri nümayəndəsinin mövcudluğunu və aralıq qəbulu bu mərhələlərdən zəruridir.

Mürəkkəb tikinti layihələrinin səmərəli istismarının təşkili və idarə edilməsi məsələlərinə yaxşı bələd olan mütəxəssislərin hazırlanması probleminə daha çox diqqət yetirmək lazımdır.

Hazırda çoxlu sayda müxtəlif monitorinq sistemləri hazırlanmış və fəaliyyət göstərir. Ətraf mühitin monitorinqi dedikdə, təbii mühitdə texnogen dəyişikliklərin dinamikasını qiymətləndirməyə və müxtəlif təsərrüfat fəaliyyətləri zamanı onun vəziyyətini izləməyə imkan verən məkan və zamanda müntəzəm müşahidələr sistemi başa düşülür. Tikinti konstruksiyalarının istismarı zamanı son vaxtlar aqressiv xarici mühitin onların texniki xüsusiyyətlərinə təsirinin artması müşahidə olunur. Mürəkkəb tikinti konstruksiyaları müxtəlif materiallardan hazırlanmış və müxtəlif gərginlik-deformasiya vəziyyətlərində işləyən çoxlu möhkəmləndirilmiş elementlərdən ibarətdir. Bununla belə, bu gücləndirilmiş elementlərin hesablanması üsulları mürəkkəb bina strukturlarının xas qeyri-müəyyənliyi nəticəsində yaranan fərziyyələrə və fərziyyələrə əsaslanır. İstər eksperimental, istərsə də tam miqyaslı yoxlamanın mövcud hesablama təcrübəsi göstərir ki, bir qayda olaraq, hətta çox mürəkkəb hesablamlar belə hesablamların işinin real mənzərəsini əks etdirmir.

Mürəkkəb bina strukturunun mövcudluğunun bütün mərhələlərində potensial təhlükəli tikinti layihələrinin gücünə nəzarət təşkil edilməlidir:

Layihələndirmə Mərhələsində Diaqnostika:

- Tikinti layihəsinin yerinin seçimi: Tikinti yerinin geoloji və iqlim şəraitinin diaqnostikası.

- Struktur dizaynı: Elementlərin düzgünlüyü və gərginlik-deformasiya hesablamlarının diaqnostikası.

- Materialların seçimi: Materialların diaqnostik təhlili və ən effektiv olanların seçilməsi.

- Qorunma vasitələrinin seçimi: Aqressiv təsirlərdən qorunma vasitələrinin diaqnostik təhlili.

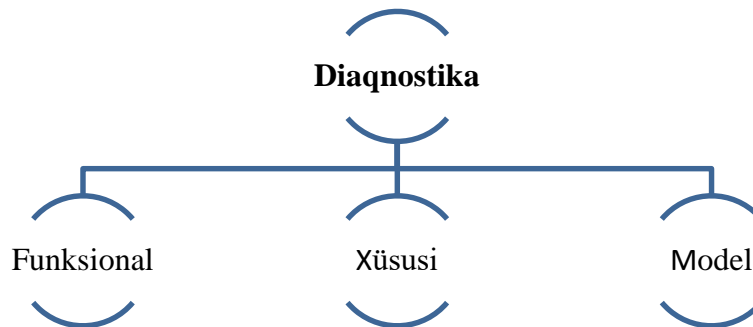
İstehsal Mərhələsində Diaqnostika:

- İstehsal və quraşdırma texnologiyası: Dizayn qərarlarına uyğunluğun və texnologiya proseslərinin diaqnostikası.
- Alternativ texnoloji həllərin etibarlılığı: Texnoloji həllərin diaqnostik etibarlılığının qiymətləndirilməsi.

İstismar Mərhələsində Diaqnostika:

- Tikinti konstruksiyalarının diaqnostikası: Möhkəmliyin və qalıq ömrünün diaqnostik qiymətləndirilməsi.
- Təmir və yenidənqurma üçün tövsiyələr: Tikinti konstruksiyalarının təmiri, yenidənqurulması və dəyişdirilməsi üçün diaqnostik tövsiyələrin təsdiqlənməsi və həyata keçirilməsi.

Monitorinqin əsasını obyektin istismarı, dizaynı və istehsalı mərhələlərində diaqnostika təşkil edir. Diaqnostikanın üç əsas növü istifadə olunur:



Funksional Diaqnostika:

- Bina strukturunun vəziyyəti, istismar zamanı müəyyən edilir.
- Diaqnostik vasitələrin təsiri olmadan, obyektəki pozuntulara cavab verərək problemləri həll etmək imkanı yaradır.
- İdarə olunan obyektəki işləmənin düzgünlüyünü müəyyən edir və nasazlıqların yerlərini və səbəblərini ortaya qoyur.

Xüsusi Diaqnostika:

- Texniki vasitələr, obyektə xüsusi təsirlər tətbiq edir.
- Texniki vəziyyətin diaqnozu, strukturun təyinatı üzrə istifadə edilmədiyi və ya strukturun istismarı zamanı aniden formalaşdığı hallarda aparılır.

Model İstifadəsi:

- Model nümunələrindən, bina strukturlarının elementlərindən və ya riyazi modellərdən istifadə edilir.
- Müxtəlif əməliyyat, texnoloji və dizayn amillərinin strukturun işinə təsirini qiymətləndirməyə və proqnozlaşdırmağa imkan verir.
- Bu diaqnostika növləri, bina strukturunun və tikinti layihələrinin müxtəlif aspektlərində mövcud və potensial təhlükələri müəyyən etməyə, müşahidə etməyə və nəzarət etməyə kömək edir.

Bina strukturunun dağılma müqaviməti üç əsas amillə müəyyən edilir:

Materialın Xüsusiyyətləri:

- Materialın verilmiş şəraitdə yükün və iş mühitinin təsirinə ilkin müqavimətini təyin edir.
- Materialın ilkin parametrlərindən, konstruksiyaların hazırlanması (qaynaq, betonlama) zamanı texnoloji emalın təsiri altında dəyişmələrdən, istismar zamanı baş verən dəyişikliklərdən asılı olur.

Gərginlik-Deformasiya Vəziyyəti:

- Tikinti konstruksiyalarının məhvə qarşı müqavimətini müəyyən edən amil istismar yükləri ilə təyin edilir.

- Layihələndirmə zamanı hesablanır və texnoloji və istismar səbəblərindən qaynaqlanan faktorları nəzərə alır.

Əməliyyat Mühitinin Təsiri:

- Ətraf mühitin təsiri xarici amillərin təsirini xarakterizə edən xüsusiyyətləri ilə müəyyən edilir.

- Ətraf mühitin təsir dərəcəsi texnoloji amillərdən asılıdır və temperatur, təzyiq, iqlim təsirləri kimi elementləri nəzərə alır.

- Təsir dərəcəsi əməliyyat dəyişikliklərinin nəzərə alınması və xarici mühitin tərkibində və xarakterində baş verən dəyişikliklər əsasında müəyyən edilir.

Bu amillər, bina strukturunun həyat dövründə müxtəlif mərhələlərdə dəyişdiyini və bir-birinə təsir göstərdiyini göstərir. Materialın xüsusiyyətlərindəki dəyişikliklər, gərginlik-deformasiya vəziyyəti, ətraf mühitin təsiri strukturun gücünü və müqavimətini formalaşdırır və potensial təhlükələrin idarə olunması üçün müdaxilə tədbirlərinin təyin edilməsində əhəmiyyətli rol oynayır.

Bina strukturlarının istismarı mərhələsində aktiv müqavimətin monitorinqi aşağıdakı əsas vəzifələri həll edir:

- Yerli və paylanmış təbiətin mövcud qüsurları və zədələnməsi nəzərə alınmaqla struktur elementlərinin və bütün bina strukturunun gərginlik-deformasiya vəziyyətinin, habelə onun dəyişmə kinetikasının qiymətləndirilməsi;

- Nəzərdən keçirilən vaxtda və proqnoz dövründə bina strukturunun yükdaşıma qabiliyyətinin xarici təsirlərə uyğunluq dərəcəsinin təhlili və qiymətləndirilməsi; verilmiş xarici təsirlər və davam edən degradasiya prosesləri altında bina strukturunun davamlılığının proqnozlaşdırılması;

- Bina konstruksiyasının vəziyyətini layihələndirməyə və ya tələb olunan səviyyəyə (təmir, bərpa, gücləndirmə, yenidənqurma, dəyişdirmə) dəyişdirmək üçün alternativ strategiyaların hazırlanması;

- Bina konstruksiyasının vəziyyətini dəyişdirmək üçün ən rəşional strategiyanın seçilməsi və həyata keçirilməsi.

Birinci problemi həll etmək üçün mövcud qüsurları və zədələri nəzərə alaraq strukturun davranışını təsvir edən hesablama modellərinə sahib olmaq lazımdır;

Materialların və konstruksiyaların məlum və ya tövsiyə olunan tətbiq sahələrini göstərən müxtəlif deformasiya və məhv modelləri üzrə məlumat bankları yaradılsa, bu problemin həlli xeyli sadələşəcək - məlumat bankları: xarici təsirlərin modelləri üzrə; materialların mexaniki xassələri Bina konstruksiyasının və ya onun bölmələrinin modelinin qurulması (ən uyğununun seçilməsi) proseduru çox vacibdir, lakin mürəkkəbdir və bir çox amillərin bilik və nəzərə alınmasını tələb edir. Buna görə də, müxtəlif növ qüsurları və zədələri olan konstruksiyaların modellərinin qurulması və istifadəsi problemi ilə məşğul olan mütəxəssislərin məlumatlarını ehtiva edən bilik bazaları ilə kompüter ekspert sistemlərinin hazırlanması məqsədəuyğundur.

Bununla belə, bina konstruksiyasının gərginlik-deformasiya vəziyyətinin nəzərdən keçirilən vaxtda bilikləri ona nəzarət etmək üçün lazımi məlumatları vermir, çünki bina strukturunun istismarı zamanı dəyişmiş xarici təsirləri müəyyən etmək və qiymətləndirmək lazımdır.

İkinci problemin həlli strukturun vəziyyətini dəyişdirmək və alternativ variantları (təmir, bərpa, yenidənqurma, dəyişdirmə, strukturun qorunması, xarici təsirlərin məhdudlaşdırılması) inkişaf etdirməyə başlamaq üçün iş ehtiyacını müəyyən etməyə imkan verir. Müxtəlif strategiyalardan bina strukturunun vəziyyətində hansı dəyişikliklərin baş verəcəyini qiymətləndirmək üçün modernləşdirilmiş strukturların davranışının hesablama modellərini hazırlamaq lazımdır. Burada strukturların vəziyyətini dəyişdirmək üçün müasirləşdirilməsi üçün müxtəlif növ mühəndis həlləri, dəyişdirilmiş strukturların davranış modelləri haqqında məlumat bankları və onların təhlili üsulları haqqında məlumatları ehtiva edən məlumat bankları

da böyük kömək ola bilər. Bina elementlərinin vəziyyətini dəyişdirmək üçün rəşional strategiyanın seçimi çox mürəkkəbdir və bir çox amillərin (materialın mövcudluğu və dəyəri, ixtisaslı kadrlar, müvafiq avadanlıq və texnologiyalar) nəzərə alınmasını nəzərdə tutur, buna görə də problemi həll etmək lazımdır. Ekspert sistemlərinin bilik bazaları analoji problemlərin həllində təcrübəsi olan ixtisaslı mütəxəssislərin-ekspertlərin biliklərinin təhlili və sistemləşdirilməsi əsasında yaradılmalıdır.

Beləliklə, bina konstruksiyalarının müqavimətinə nəzarət sistemi aşağıdakıları əhatə etməlidir:

Konstruksiyaların Həyat Dövrünün Mərhələləri Üçün Şərait və Amillərin Sistemli Təhlili:

- Layihə, istehsal və istismar mərhələlərində konstruksiyaların dağılmaya davamlılığını müəyyən edən şərait və amillərin sistemli təhlili əhəmiyyətlidir.

- Bu təhlil, müxtəlif mərhələlərdə qarşılaşılacaq potensial problemləri öncədən müəyyənləşdirərək strukturun dayanıqlılığını və təhlükəsizliyini təmin edir.

Diagnostik Məlumatların Təmin Edilməsi:

- Materialın xassələri, gərginlik-deformasiya vəziyyəti və ətraf mühit təsirləri haqqında eksperimental diaqnostika məlumatları təmin edilməlidir.

- Funksional, xüsusi və modelləşdirmə diaqnostikası üçün metod və vasitələr, materialların və struktur elementlərinin vəziyyətini qiymətləndirmək üçün istifadə olunmalıdır.

Materialların və Xassələrin Şəraitinə Nəzarət:

- Materialların və onların xassələrinin fəaliyyətinin regional şəraiti və xarici mühitin təsiri nəzərə alınaraq məlumat bankları yaradılmalıdır.

- Bu banklar, materialların fəaliyyəti və xassələrinin dəyişməsi ilə əlaqəli təhlil və proqnozlar üçün əsas təşkil edir.

Monitoring Reqlamentinin Yaradılması:

- Materialların ilkin vəziyyəti, istehsal və istismar zamanı xassələrinin dəyişməsinə əsaslanan monitoring reqlamenti hazırlanmalıdır.

- Reqlament, gərginlik-deformasiya vəziyyətinin, yaşamaq qabiliyyətinin və digər müqavimə parametrlərinin düzgün qiymətləndirilməsini təmin etməlidir.

Riyazi Modellərin İşlənilməsi:

- Tikinti konstruksiyalarının yaradılması və istismarı proseslərini təsvir edən riyazi modellər hazırlanmalıdır.

- Bu modellər, struktur elementlərinin möhkəmlik, çatlağa davamlılıq, yorğunluq və funksional xüsusiyyətlərini proqnozlaşdırmağa imkan verərək aktiv müqavimənin vəziyyətinin öncədən müəyyənləşdirilməsinə kömək edir.

Bu nəzarət sistemi, bina konstruksiyalarının müqavimətini təmin etmək və strukturun həyat dövrünün bütün mərhələlərində dayanıqlılığını və təhlükəsizliyini müdafiə etmək üçün əhəmiyyətlidir.

NƏTİCƏ

Bu məqalə dəmirbeton konstruksiyalardan tikilmiş təhlükəli tikinti obyektlərinin sistemli monitoringinin təşkili və bu monitoringin fəaliyyətində istifadə olunan metodologiya ətraflı şəkildə izah edir. Müxtəlif iş mühitində fərqli təsirlərə məruz qalan binaların möhkəmliyinə nəzarətin təşkili, təhlükəli obyektlərin həyat dövrü mərhələlərinin mürəkkəb təbiəti və müstəqil təhlükə faktorlarına qarşı müqayisəli təhlil edir. Monitoringin mərhələləri və hər bir mərhələdə yerinə yetirilən iş növləri detallı şəkildə təsvir edilir. Məqalə tikinti konstruksiyalarının istismar vəziyyətinin sistemli monitoringinin əhəmiyyətini vurğulayaraq, bu monitoringin potensial təhlükəli obyektlərin gücünə nəzarət konsepsiyası ilə birləşdirilməsinin önəmli olduğunu vurğulayır. Müasir texnologiyaların aktiv istifadəsi və kompüter texnologiyalarının tətbiqi tikinti layihələrinin effektiv nəzarət səviyyəsində qəzasız

istismarı üçün daha mürəkkəb problemlərin həllinə imkan verir. Möhkəmliyin monitorinqi sisteminin hazırlanması metodologiya, texniki və proqram təminatının əsaslandırılmasını əhatə edir. Həmçinin, mürəkkəb tikinti konstruksiyalarının texniki vəziyyətinin möhkəmlilik monitorinqinin müasir səviyyədə aparılmasının, avtomatlaşdırılmış sistemlərin inkişafı ilə əlaqələndirilmiş informasiya ehtiyaclarının qarşılınması ilə mümkün olduğunu vurğulayır. Məqalədə ayrıca, bina konstruksiyalarının istismarı üçün monitorinqin təklif edilən metodologiya kimi, yalnız konstruksiyaların vəziyyətinin deyil, həm də texniki vəziyyətinin yaxşılaşdırılması üçün tədbirlərin nəzərdən keçirilməsi, idarəetmə, dizayn, əməliyyat, konstruktiv və digər sabitləşdirici təsirlər sistemi kimi də tətbiqi vurğulayır. Monitorinqin effektiv tətbiqi üçün funksional, xüsusi və model diaqnostikasının metod və vasitələrinin hazırlanması və tətbiqi, məlumat bankalarının yaradılması zəruridir. Materialların və konstruksiyaların təsirlərə olan cavabının ətraf mühitin xüsusiyyətlərindən asılı olaraq dəyişdiyi məlumat bankaları, monitorinq sisteminin fəaliyyətinin təkmilləşdirilməsinə və potensial təhlükələrin daha effektiv şəkildə idarə olunmasına kömək edir. Son olaraq, mürəkkəb tikinti konstruksiyalarının monitorinqində strukturların gücləndirilməsi, dəyişdirilməsi və ya ləğv edilməsi proseslərinin nəzarət altında saxlanılması, konstruksiyaların yük və korroziya zədələnməsinin vaxtında müəyyən edilməsi möhkəmləndirmənin optimal yollarını tapmağa imkan verir. Məqalə, hal-hazırda tikinti konstruksiyalarının istismarı, tikintisi, yoxlanılması və diaqnostikası ilə əlaqədar olan problemlərin müstəqil olaraq həll edilməsinin və bu sahədə elmi potensialın cəlb edilməsinin vacibliyini vurğulayır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

Гарибов, Р. Б. (2008). О прочностном мониторинге железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в агрессивных средах. *Бетон и железобетон*, (4), 28-32.

Наумова, Г. А., & Гарибов, Р. Б. (2007). Прочностной мониторинг потенциально опасных строительных объектов, выполненных из железобетона, с учетом реальных условий эксплуатации. Серия: *Строительство и архитектура*, (8), 37.

Гарибов, Р. Б. (2005). Прочностной мониторинг армированных строительных конструкций в агрессивной среде. *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета*. Серия: *Строительство и архитектура*, (5), 48-57.

Овчинников, И. Г. (1994). Прочностной мониторинг инженерных конструкций. *Архитектура и строительство Беларуси*, (5-6), 21.

Писаренко, Г. С. (Ed.). (1980). Прочность материалов и элементов конструкций в экстремальных условиях: В 2-х т. Т. 1. *Наукова думка*.

Memon, Z. A., Majid, M. Z. A., & Mustaffar, M. (2006). A systematic approach for monitoring and evaluating the construction project progress. *Journal of the Institution of Engineers Malaysia*, 67(3), 26-32.

Asadi, K., & Han, K. (2018). Real-time image-to-BIM registration using perspective alignment for automated construction monitoring. In *Construction Research Congress 2018* (pp. 388-397).

Naticchia, B., Vaccarini, M., & Carbonari, A. (2013). A monitoring system for real-time interference control on large construction sites. *Automation in Construction*, 29, 148-160.

РАСЧЕТ ПРОГИБОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ С УЧЕТОМ РАЗВИТИЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ.

*д.т.н.проф. Мухлис Ахмед оглы Гаджиев, Азербайджанский Университет
Архитектуры и Строительства, [https://ORCID ID:0000-0001-6872-0941](https://ORCID.ID:0000-0001-6872-0941),
hajiyevmuxlis@mail.ru*

*д.ф.т. Асадов Элчин Зираддин оглы, Азербайджанский Университет
Архитектуры, [https://ORCID ID:0000-0001-6869-2718](https://ORCID.ID:0000-0001-6869-2718), asadovelcin75@gmail.com
старший преподаватель Светлана Михайловна Алаева, Алтайский
Государственный Технический Университет имени И.И.Ползунова, asm960@mail.ru*

Аннотация: В статье с применением для металла двухлинейной и трехлинейной симметричной диаграммы деформирования для различных форм сечения построены диаграммы «момент-кривизна» имеющие важное значение для определения прогибов стальных балок. Предложены различные аналитические зависимости для аппроксимации диаграммы «момент-кривизна», имеющие высокие точности аппроксимации. В численных примерах установлено, что при развитии пластических деформаций не допустимо определение прогибов по линейной модели.

Ключевые слова: балка, физическая нелинейность, диаграмма «момент-кривизна», прогиб.

По современным научным представлениям [4,5,6] работа строительных конструкций под нагрузкой может быть анализирована только с применением реальных нелинейных диаграмм деформирования материалов. Поэтому все современные нормы для определения остаточного ресурса конструкций с точки зрения прочности и надежности, а также для надежного определения напряженно деформированного состояния рекомендуют применение расчетные методики, основанные на нелинейных диаграммах деформирования материалов. Результаты многочисленных экспериментальных и теоретических исследований показали, что результаты, полученные с применением нелинейных диаграмм деформирования материалов отличаются от результатов линейного расчета не только численно, но и качественно. Надежная работа некоторых конструкций и их элементов обеспечиваются ограничением деформаций и перемещений. С этой точки зрения разработка инженерной методики расчета деформаций и перемещений с учетом физической нелинейности является актуальной. На основании вышеизложенного можно констатировать, что только с применением нелинейных диаграмм деформирования материалов [5,6] возможно принятие решений о напряженно деформированном состоянии, которые отражают реальные данные. Понятно, что только при наличии методики расчета, построенной на реальных нелинейных диаграммах деформирования металлических материалов возможно обеспечение нормальной эксплуатации металлических конструкций. С этой точки зрения разработка простой инженерной методики расчета прогибов изгибаемых металлических элементов имеет большое практическое значение. Для решение поставленной задачи необходима построения диаграммы «момент-кривизна» для нелинейно деформируемого металлического элемента. В большинстве руководства по расчету металлических элементов в лучшем случае развитие пластических деформаций учитывается введением соответствующих коэффициентов [1,2,3,7]. В данной работе с применением для металла двухлинейной и трехлинейной диаграммы деформирования построены диаграммы «момент-кривизна» и и показана ее применение.

Как известно диаграмма деформирования металла при кратковременном статическом нагружении представляет собой симметричную двухлинейную диаграмму с ограниченной площадкой текучести, рис.1.

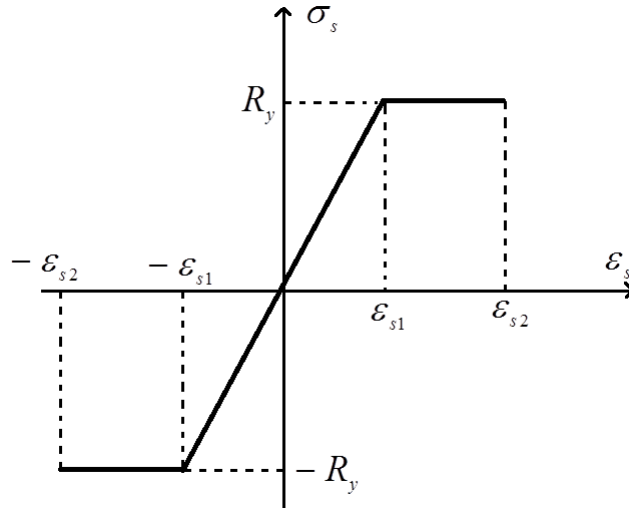


Рис. 1. Диаграмма деформирования металла при растяжении-сжатии. Аналитически эту диаграмму можно представить в следующем:

$$\sigma_s = \begin{cases} E_s \cdot \varepsilon_s; & \text{при } |\varepsilon_s| \leq \varepsilon_{s1} \\ R_y \cdot \text{sign}(\varepsilon_s); & \text{при } |\varepsilon_s| > \varepsilon_{s1} \end{cases} \quad (1)$$

Принимая для изгибаемых элементов гипотезу плоских сечений [8] для распределения деформаций по высоте сечения элемента можно записать

$$\varepsilon_{sz} = \frac{2\varepsilon_s \cdot z}{h} \quad (2)$$

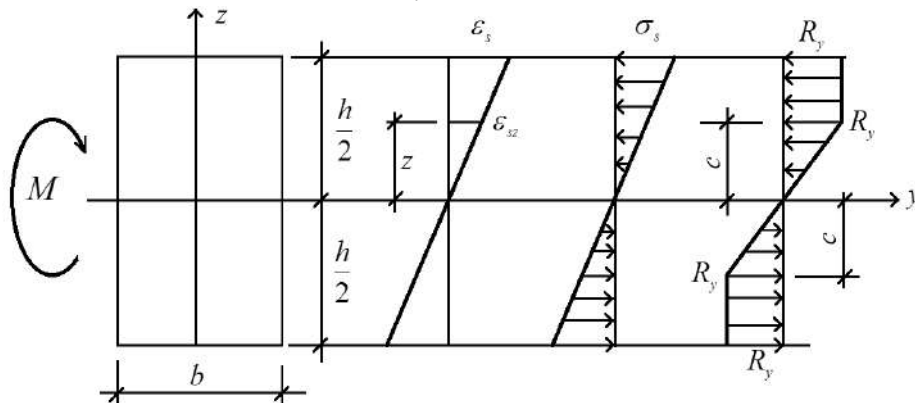


Рис. 2. Расчетная схема прямоугольного сечения изгибаемого металлического элемента.

Сначала исходя из формул сопротивления

$$M_s = \int_A \sigma_{sz} \cdot z dA$$

материалов выразим изгибающий момент в сечении как функцию деформации на грани элемента. Здесь как показано на рис.2 возможны два случая. Первый из них когда все сечение работает в пределах упругости, т.е. для деформаций соблюдается условие $|\varepsilon_{sz}| \leq \varepsilon_{s1}$ и второе когда в сечении развиваются пластические деформации, иными словами в сечении имеются области для которых деформации удовлетворяют условию $\varepsilon_{s2} \geq |\varepsilon_{sz}| > \varepsilon_{s1}$. Для каждого случая в отдельности выведем формулу для изгибающего момента. Для первого случая имеем

$$M_s = \int_A E_s \cdot \frac{2\varepsilon_s}{h} \cdot z \cdot z \cdot dA = E_s \cdot \frac{2\varepsilon_s}{h} \cdot \int_A z^2 \cdot dA = E_s \cdot J \cdot \frac{2\varepsilon_s}{h} \quad (3)$$

Здесь $J = \int_A z^2 \cdot dA$ момент инерции сечения. Согласно рис.2 кривизна сечения $\chi = \frac{2 \cdot \varepsilon_s}{h}$. Аналогично найдем выражение для изгибающего момента когда сечение

работает упруго-пластической стадии. Обозначая глубину развития пластических деформаций через c можем записать

$$\begin{aligned} M_s &= \int_A \sigma_{sz} \cdot z dA = 2b \cdot \int_0^c E_s \cdot \varepsilon_{sz} \cdot z \cdot dz + 2b \cdot R_y \int_c^{\frac{h}{2}} z \cdot dz = \\ &= \frac{4c^3}{3} \cdot b \cdot E_s \cdot \frac{\varepsilon_s}{h} + 2b \cdot R_y \cdot \left(\frac{h^2}{8} - \frac{c^2}{2} \right) \end{aligned}$$

Выразим параметр c также через деформацию крайнего сжатого волокна сечения. Согласно рис.2 при $\varepsilon_s > \varepsilon_{s1}$ должно соблюдаться условие $\varepsilon_{sc} = \frac{2\varepsilon_s}{h} \cdot c = \varepsilon_{s1}$. Из этого условия следует, что при развитии в сечении пластических деформаций глубина ее развития

$$c = \frac{\varepsilon_{s1} \cdot h}{2\varepsilon_s}$$

Учитывая это окончательно изгибающий момент можно выразить через деформацию крайнего сжатого волокна сечения следующим образом

$$M_s = \frac{b \cdot h^2}{12} \cdot R_y \cdot \left(3 - \frac{\varepsilon_{s1}^2}{\varepsilon_s^2} \right) \quad (4)$$

Вводим следующий безразмерный параметр кривизны

$$\bar{\chi} = \chi \cdot h = 2 \cdot \varepsilon_s \quad (5)$$

Аналогично вводим величину изгибающего момента $M_y = \frac{b \cdot h^2}{6} \cdot R_y$, соответствующую работу сечения в пределах упругости. Тогда с помощью вновь введенных параметров можно записать следующую аналитическую зависимость для диаграммы «момент-кривизна»

$$\bar{M} = \frac{M}{M_y} = \begin{cases} \frac{\bar{\chi}}{\bar{\chi}_y}; & \text{при } \bar{\chi} \leq \bar{\chi}_y = 2\varepsilon_{s1} \\ \frac{3}{2} - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\bar{\chi}_y}{\bar{\chi}} \right)^2; & \text{при } \bar{\chi}_y < \bar{\chi} \leq \bar{\chi}_u = 2\varepsilon_{s2} \end{cases} \quad (6)$$

Теперь выведем аналогичные зависимости для элементов двутаврового сечения, характерных металлических конструкций. При вычислениях принимается, что и полки, и стенка являются тонкостенными. В случае когда все сечение работает в пределах упругости имеем

$$\begin{aligned} M_s &= \int_A \sigma_{sz} \cdot z dA = \int_A E_s \cdot \varepsilon_{sz} \cdot z \cdot dA = \int_A E_s \cdot \frac{2\varepsilon_s}{h} \cdot z \cdot z \cdot dA = \\ &= E_s \cdot \frac{2\varepsilon_s}{h} \cdot \int_A z^2 \cdot dA = E_s \cdot J \cdot \frac{2\varepsilon_s}{h} \end{aligned} \quad (7)$$

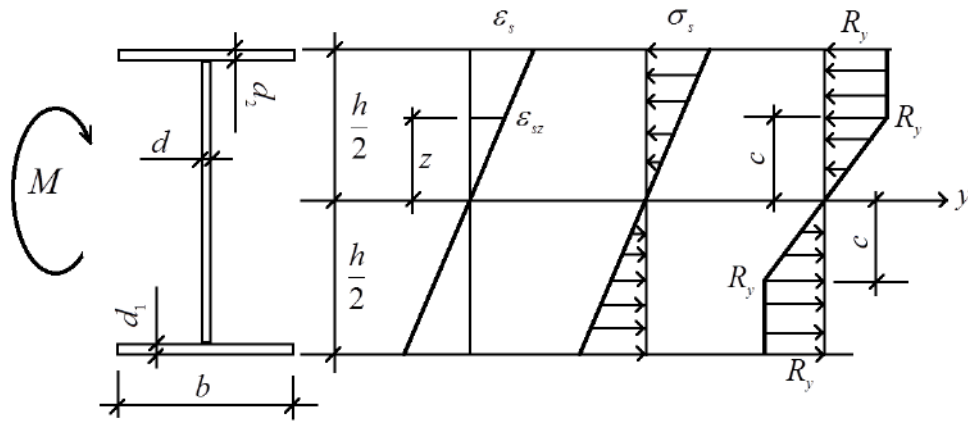


Рис.3. Расчетная схема двутаврового сечения.

Здесь

$$J = \frac{b \cdot d_1^3}{6} + \frac{1}{2} \cdot b \cdot d_1 \cdot (h - d_1)^2 + \frac{d}{12} \cdot (h - 2d_1)^3. \quad (8)$$

Когда сечение работает в упруго-пластическом состоянии, т.е. когда выполняется условие $\varepsilon_s > \varepsilon_{s1}$ для изгибающего момента в сечении можно записать

$$\begin{aligned} M_s &= \int_A \sigma_{sz} \cdot z dA = 2d \cdot \int_0^c E_s \cdot \varepsilon_{sz} \cdot z \cdot dz + 2d \cdot R_y \cdot \int_c^{\frac{h}{2}-d_1} z \cdot dz + 2b \cdot R_y \cdot \int_{\frac{h}{2}-d_1}^{\frac{h}{2}} z \cdot dz = \\ &= 2d \cdot E_s \cdot \frac{2\varepsilon_s}{h} \cdot \frac{c^3}{3} + b \cdot R_y \cdot d_1 \cdot (h - d_1) + d \cdot R_y \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1\right)^2 - d \cdot R_y \cdot c^2 \end{aligned} \quad (9)$$

Здесь также как и в первом случае выразим параметр c через деформацию сжатой грани сечения. Для чего учтем, что при $z = c$ деформация соответствующего волокна $\varepsilon_{sc} = \frac{2\varepsilon_s}{h} \cdot c = \varepsilon_{s1}$ и напряжение в этом волокне равно пределу текучести $\sigma_{sc} = R_y$. Из

этого условия получим, $c = \frac{\varepsilon_{s1} \cdot h}{2\varepsilon_s}$. Учитывая это в (9) можем записать

$$\begin{aligned} M_s &= 2d \cdot E_s \cdot \frac{2\varepsilon_s}{h} \cdot \frac{c^3}{3} + b \cdot R_y \cdot d_1 \cdot (h - d_1) + d \cdot R_y \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1\right)^2 - d \cdot R_y \cdot c^2 = \\ &= b \cdot R_y \cdot d_1 \cdot (h - d_1) + d \cdot R_y \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1\right)^2 - \frac{d \cdot h^2}{12} \cdot R_y \cdot \frac{\varepsilon_{s1}^2}{\varepsilon_s^2} \end{aligned} \quad (10)$$

Ясно, что при $c = \frac{h}{2}$ и $\varepsilon_s = \varepsilon_{s1} = \frac{R_y}{E_s}$ из (9) получается значение внутреннего изгибающего момента M_y , когда сечение целиком работает в пределах упругости. Итак для рассматриваемого случая

$$M_y = b \cdot R_y \cdot d_1 \cdot (h - d_1) + d \cdot R_y \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1\right)^2 - \frac{d \cdot h^2}{12} \cdot R_y = R_y \cdot W_y \quad (11)$$

Здесь
$$W_y = b \cdot d_1 \cdot (h - d_1) + d \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1\right)^2 - \frac{d \cdot h^2}{12}$$

На основании полученных выражений зависимость изгибающего момента от кривизны сечения запишется следующим образом:

$$\bar{M} = \frac{M_s}{M_y} = \begin{cases} \frac{2J_s}{h \cdot W_y} \cdot \frac{\bar{\chi}}{\bar{\chi}_y}; & \text{при } \bar{\chi} \leq \bar{\chi}_y = 2\varepsilon_{s1} \\ \delta_1 - \delta_2 \cdot \left(\frac{\bar{\chi}_y}{\bar{\chi}}\right)^2; & \text{при } \bar{\chi}_y = 2\varepsilon_{s1} < \bar{\chi} \leq \bar{\chi}_u = 2\varepsilon_{s2} \end{cases} \quad (12)$$

Здесь введены следующие обозначения

$$\delta_1 = \frac{b \cdot d_1 \cdot (h - d_1) + d \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1\right)^2}{W_y} \quad \text{и} \quad \delta_2 = \frac{d \cdot h^2}{12 \cdot W_y}. \quad (13)$$

Понятно, что несущая способность сечения, т.е. максимальное значение изгибающего момента, который может принимать сечение на основании вышеприведенных зависимостей определится по следующей зависимости

$$M_u = b \cdot R_y \cdot d_1 \cdot (h - d_1) + d \cdot R_y \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1\right)^2 - \frac{d \cdot h^2}{12} \cdot R_y \cdot \frac{\varepsilon_{s1}^2}{\varepsilon_{s2}^2} = R_y \cdot W_{pl} \quad (14)$$

Где пластический момент сопротивления

$$W_{pl} = b \cdot d_1 \cdot (h - d_1) + d \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1\right)^2 - \frac{d \cdot h^2}{12} \cdot \frac{\varepsilon_{s1}^2}{\varepsilon_{s2}^2} \quad (15)$$

Из полученных выражений видно, что с развитием пластических деформаций зависимость между изгибающим моментом и кривизной переходит от линейной к сильно нелинейной. Схематически зависимость «момент-кривизна» может быть описана как на рис. 4.

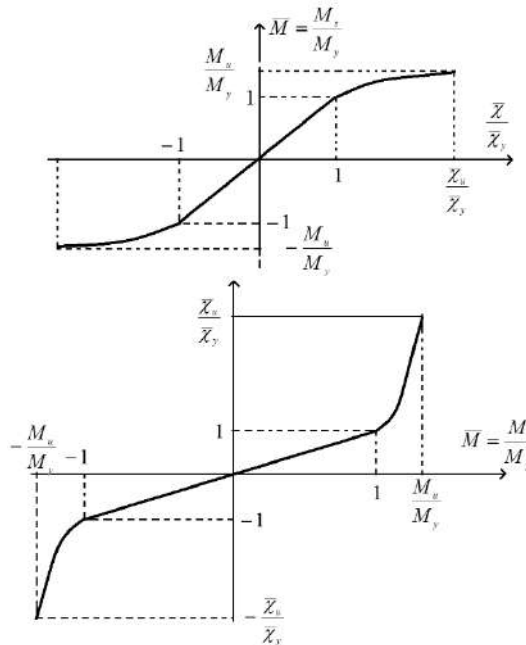


Рис.4. Диаграмма «момент-кривизна» для металлических элементов с ограниченной площадкой текучести.

Для аппроксимации таких диаграмм аналитическими выражениями в первом варианте воспользуемся симметричной кубической зависимостью, предложенной П.А.Лукашем [8]

$$\frac{\bar{\chi}}{\bar{\chi}_y} = \alpha \cdot \frac{M_s}{M_y} + \beta \cdot \left(\frac{M_s}{M_y}\right)^3 \quad (16)$$

Неизвестные параметры α и β определим из следующих условий, что при $\frac{M_s}{M_y} = 1$ должно быть $\frac{\bar{\chi}}{\bar{\chi}_y} = 1$ и при $\frac{M_s}{M_y} = \frac{M_u}{M_y}$ должно быть $\frac{\bar{\chi}}{\bar{\chi}_y} = \frac{\bar{\chi}_u}{\bar{\chi}_y}$. Из этих условий для искомых параметров находим

$$\alpha = \frac{\left(\frac{M_u}{M_y}\right)^3 - \frac{\bar{\chi}_u}{\bar{\chi}_y}}{\left(\frac{M_u}{M_y}\right)^3 - \frac{M_u}{M_y}}; \quad \beta = \frac{\frac{\bar{\chi}_u}{\bar{\chi}_y} - \frac{M_u}{M_y}}{\left(\frac{M_u}{M_y}\right)^3 - \frac{M_u}{M_y}} \quad (17)$$

Иногда для повышения точности зависимость «момент-кривизна» аппроксиммируется нечетным полиномом пятой степени следующим образом

$$\frac{\bar{\chi}}{\bar{\chi}_y} = A \cdot \frac{M_s}{M_y} + B \cdot \left(\frac{M_s}{M_y}\right)^3 + C \cdot \left(\frac{M_s}{M_y}\right)^5 \quad (18)$$

Для определения неизвестных параметров, входящих в эту зависимость дополнительно вышеприведенным условием используется условие, что сумма площадей по кривым $\frac{\bar{\chi}}{\bar{\chi}_y} = f\left(\frac{M_s}{M_y}\right)$ и $\frac{M_s}{M_y} = \varphi\left(\frac{\bar{\chi}}{\bar{\chi}_y}\right)$ равна Daxil edilmiş əmsalları təyin etmək üçün

yuxarıdakı iki şərtdən əlavə olaraq $\frac{\bar{\chi}}{\bar{\chi}_y} = f\left(\frac{M_s}{M_y}\right)$ və $\frac{M_s}{M_y} = \varphi\left(\frac{\bar{\chi}}{\bar{\chi}_y}\right)$ равна $\frac{M_u}{M_y} \cdot \frac{\bar{\chi}_u}{\bar{\chi}_y}$. Из этих условий для определения неизвестных получим следующую линейную систему

$$\begin{cases} A + B + C = 1 \\ A \cdot \beta + B \cdot \beta^3 + C \cdot \beta^5 = \alpha \\ \frac{A}{2} \cdot \beta^2 + \frac{B}{4} \cdot \beta^4 + \frac{C}{6} \cdot \beta^6 = \gamma \end{cases}$$

Здесь введены обозначения

$$\beta = \frac{M_u}{M_y}, \quad \alpha = \frac{\bar{\chi}_u}{\bar{\chi}_y} \quad \text{и} \quad \gamma = \frac{M_u}{M_y} \cdot \frac{\bar{\chi}_u}{\bar{\chi}_y} - \frac{1}{2} - \delta_1 \cdot \left(\frac{\bar{\chi}_u}{\bar{\chi}_y} - 1\right) - \delta_2 \cdot \left(\frac{\bar{\chi}_y}{\bar{\chi}_u} - 1\right)$$

Решением этой системы будет

$$A = \frac{(\alpha - \beta^5) \cdot \left(\frac{\beta^4}{4} - \frac{\beta^6}{6}\right) - \left(\gamma - \frac{\beta^6}{6}\right) \cdot (\beta^3 - \beta^5)}{(\beta - \beta^5) \cdot \left(\frac{\beta^4}{4} - \frac{\beta^6}{6}\right) - \left(\frac{\beta^2}{2} - \frac{\beta^6}{6}\right) \cdot (\beta^3 - \beta^5)},$$

$$B = \frac{(\beta - \beta^5) \cdot \left(\gamma - \frac{\beta^6}{6}\right) - \left(\frac{\beta^2}{2} - \frac{\beta^6}{6}\right) \cdot (\alpha - \beta^5)}{(\beta - \beta^5) \cdot \left(\frac{\beta^4}{4} - \frac{\beta^6}{6}\right) - \left(\frac{\beta^2}{2} - \frac{\beta^6}{6}\right) \cdot (\beta^3 - \beta^5)}, \quad C = 1 - B - A \quad (19)$$

Из вышеприведенных зависимостей видно, что диаграммы «момент-кривизна» с высокой точностью могут быть аппроксиммированы двухлинейной диаграммой, рис.5.

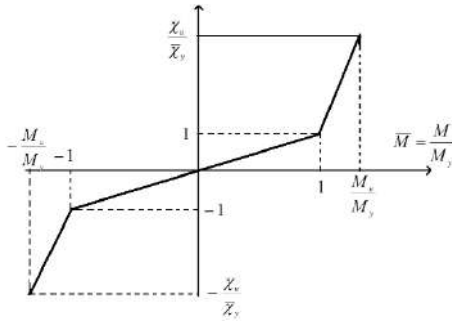


Рис. 5. Аппроксимация диаграммы «кривизна-кривизна».

Эта диаграмма аналитически будет описываться следующим образом

$$\frac{\bar{\chi}}{\bar{\chi}_y} = \begin{cases} \frac{M}{M_y}; & \text{при } \left| \frac{M}{M_y} \right| \leq 1 \\ 1 + \frac{\bar{\chi}_u - 1}{\frac{M_u}{M_y} - 1} \cdot \left(\frac{M}{M_y} - 1 \right); & \text{при } 1 < \left| \frac{M}{M_y} \right| \leq \frac{M_u}{M_y} \end{cases} \quad (20)$$

При размерных величинах (20) запишется в виде

$$\chi = \begin{cases} \frac{M}{B}; & \text{при } |M| \leq M_y \\ \chi_{y^*} + \frac{M}{B_*}; & \text{при } M_y < |M| \leq M_u \end{cases} \quad (21)$$

Здесь $B = \frac{M_y}{\chi_y}$; $\chi_{y^*} = \chi_y - \frac{(\chi_u - \chi_y) \cdot M_y}{M_u - M_y}$; $B_* = \frac{M_u - M_y}{\chi_u - \chi_y}$

Легко доказать, что $\chi_{y^*} = M_y \cdot \left(\frac{1}{B} - \frac{1}{B_*} \right)$

Теперь в численных примерах покажем применение вышеполученных зависимостей для определения прогибов балок. Для простоты рассмотрим двутавровую балку, нагруженную равномерно распределенной нагрузкой, рис.6.

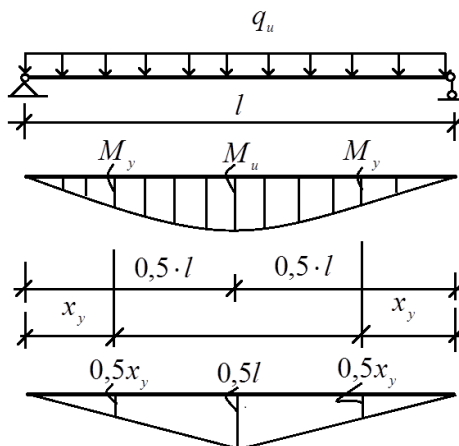


Рис. 6. Расчетная схема балки.

Как известно в предельном состоянии $M_{\max} = \frac{q_u \cdot l^2}{8} = M_u$. Отсюда соответствующее значение интенсивности распределенной нагрузки $q_u = \frac{8 \cdot M_u}{l^2}$. Из равенства

$M_y = \frac{q_u \cdot l}{2} \cdot x_y - \frac{q_u \cdot x_y^2}{2}$ находится координата в котором величина изгибающего момента равна M_y . В предположении $M_y = \delta \cdot M_u$ найдем, что $x_y = l \cdot \frac{1 - \sqrt{1 - \delta}}{2}$. Теперь вычислим максимальный прогиб в середине пролета в предельном состоянии применяя формулу Мора

$$\begin{aligned} y_{\max} &= \int \chi(M) \cdot \bar{M} dx = \frac{2}{B} \cdot \int_0^{x_y} \left(\frac{q_u \cdot l}{2} \cdot x - \frac{q_u \cdot x^2}{2} \right) \cdot \frac{x}{2} dx + \\ &+ 2 \cdot \int_{x_y}^{l/2} \left(\chi_{y^*} + \frac{1}{B_*} \cdot \left(\frac{q_u \cdot l}{2} \cdot x - \frac{q_u \cdot x^2}{2} \right) \right) \cdot \frac{x}{2} dx = \\ &= \frac{q_u}{24B} \cdot (l \cdot x_y^3 - x_y^4) + \frac{\chi_{y^*}}{2} \cdot \left(\frac{l}{2} - x_y \right)^2 + \frac{5q_u \cdot l^4}{384B_*} - \frac{q_u}{24B_*} \cdot (l \cdot x_y^3 - x_y^4) \end{aligned}$$

Если теперь учесть, что в вышеприведенном равенстве $q_u = \frac{8 \cdot M_u}{l^2}$, $x_y = l \cdot \frac{1 - \sqrt{1 - \delta}}{2} = \delta_1 \cdot l$ и $\chi_{y^*} = \chi_y - \frac{(\chi_u - \chi_y) \cdot M_y}{M_u - M_y}$ можем записать

$$y_{\max} = \frac{q_u \cdot l^4}{24B} \cdot (\delta_1^3 - \delta_1^4) + \frac{\chi_{y^*}}{2} \cdot l^2 \cdot \left(\frac{1}{2} - \delta_1 \right)^2 + \frac{5q_u \cdot l^4}{384B_*} - \frac{q_u \cdot l^4}{24B_*} \cdot (\delta_1^3 - \delta_1^4)$$

После соответствующих упрощений окончательно для максимального прогиба получено выражение

$$y_{\max} = \frac{5q_u \cdot l^4}{384B} \left[\frac{16}{5} \cdot (\delta_1^3 - \delta_1^4) \cdot \left(1 - \frac{B}{B_*} \right) + \frac{192\delta}{5} \cdot \left(1 - \frac{B}{B_*} \right) \cdot \left(\frac{1}{2} - \delta_1 \right)^2 + \frac{B}{B_*} \right] \quad (22)$$

Из полученного выражения видно, что развитие пластических деформаций сильно увеличивает прогибы стальной балки. Например при исходных данных $h = 0,4$ м; $b = 0,22$ м; $d_1 = 0,008$ м; $d = 0,006$ м; $R_y = 240$ МПа; $E_s = 2 \cdot 10^5$ Мпа; $\varepsilon_{s1} = 0,0012$; $\varepsilon_{s2} = 0,0024$ величина упругого момента сопротивления составляет

$$\begin{aligned} W_y &= b \cdot d_1 \cdot (h - d_1) + d \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1 \right)^2 - \frac{d \cdot h^2}{12} = 0,22 \cdot 0,008 \cdot (0,4 - 0,008) + \\ &+ 0,006 \cdot (0,2 - 0,008)^2 - \frac{0,006 \cdot 0,4^2}{12} = 0,8311 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \end{aligned}$$

и упругий изгибающий момент $M_y = R_y \cdot W_y = 240 \cdot 10^3 \cdot 0,8311 \cdot 10^{-3} = 199,47$ кН · м

Аналогично величина пластического момента сопротивления

$$\begin{aligned} W_{pl} &= b \cdot d_1 \cdot (h - d_1) + d \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1 \right)^2 - \frac{d \cdot h^2}{12} \cdot \frac{\varepsilon_{s1}^2}{\varepsilon_{s2}^2} = \\ &= 0,22 \cdot 0,008 \cdot (0,4 - 0,008) + 0,006 \cdot (0,2 - 0,008)^2 - \frac{0,006 \cdot 0,4^2}{12} \cdot \frac{0,0012^2}{0,0024^2} = 0,8911 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \end{aligned}$$

Тогда несущая способность сечения составит

$$M_u = R_y \cdot W_{pl} = 240 \cdot 10^3 \cdot 0,8911 \cdot 10^{-3} = 213,87 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Дальнейшие вычисления приведены внизу

$$\delta = \frac{M_y}{M_u} = \frac{199,47}{213,87} = 0,9327, \quad \delta_1 = \frac{1 - \sqrt{1 - \delta}}{2} = \frac{1 - \sqrt{1 - 0,9327}}{2} = 0,3703,$$

$$\chi_y = \frac{2\varepsilon_{s1}}{h} = \frac{2 \cdot 0,0012}{0,4} = 0,006 \text{ м}^{-1}; \quad \chi_u = \frac{2\varepsilon_{s2}}{h} = \frac{2 \cdot 0,0024}{0,4} = 0,012 \text{ м}^{-1},$$

$$\chi_{y*} = \chi_y - \frac{(\chi_u - \chi_y) \cdot M_y}{M_u - M_y} = 0,006 - \frac{(0,012 - 0,006) \cdot 199,47}{213,87 - 199,47} = -0,0771125 \text{ м}^{-1}$$

$$B = \frac{M_y}{\chi_y} = \frac{199,47}{0,006} = 33245 \text{ кН} \cdot \text{м}^2;$$

$$B_* = \frac{M_u - M_y}{\chi_u - \chi_y} = \frac{213,87 - 199,47}{0,012 - 0,006} = 2266,67 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$$

$$\frac{B}{B_*} = \frac{33245}{2266,67} = 14,667; \quad \delta_1^3 - \delta_1^4 = 0,3703^3 - 0,3703^4 = 0,0320$$

$$y_{\max} = \frac{5 \cdot q_u \cdot l^4}{384B} \cdot \left[\frac{16}{5} \cdot (\delta_1^3 - \delta_1^4) \cdot \left(1 - \frac{B}{B_*}\right) + \frac{192\delta}{5} \cdot \left(1 - \frac{B}{B_*}\right) \cdot \left(\frac{1}{2} - \delta_1\right)^2 + \frac{B}{B_*} \right] =$$

$$= \frac{5 \cdot q_u \cdot l^4}{384B} \cdot \left[\frac{16}{5} \cdot 0,0320 \cdot (1 - 14,667) + \frac{192 \cdot 0,9327}{5} \cdot (1 - 14,667) \cdot (0,5 - 0,3703)^2 + \right.$$

$$\left. + 14,667 \right] = \frac{5 \cdot q_u \cdot l^4}{384B} \cdot (-1,400 - 8,234 + 14,667) = 5,003 \cdot \frac{5 \cdot q_u \cdot l^4}{384B}$$

Этот пример наглядно показывает, что в металлических конструкциях, в которых разрешено развитие пластических деформаций определение прогибов по линейной модели не допустимо.

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Построены аналитические зависимости диаграммы «момент-кривизна» для различных типов сечения металлических элементов с применением двухлинейных диаграмм деформирования.

2. Предложены нечетные третьей и пятой степени полиномы для диаграммы «момент-кривизна» и показана их высокая точность.

3. Предложены двухлинейный вариант аппроксимации диаграммы «момент-кривизна» и на численных примерах показано, что при определении прогибов изгибаемых металлических элементов с учетом развития пластических деформаций не допустимо применение линейных моделей.

Литература

1. Давыдов Е.Ю., Вербицкий А.Г., Верева Ф.А., Кононович К.В. Металлические конструкции. Минск, 2020, БНТУ, 330 с.

2. Беляева З.В., Кудрявцев С.В. Расчет и проектирование элементов металлических конструкций. Екатеринбург, Уральский Федеральный Университет, 2019, 140 с.

3. Гаврилова А.И., Скориков С.В., Рожков П.В. Металлические конструкции, включая сварку. Северо-Кавказский Федеральный Университет, Ставрополь, 2016, 727 с.

4. Фабричная К.В. Расчет стальных балок и колонн. Казань, КазГАСУ, 2015, 25 с.

5. Бритль М., Браун Д., Билык А., Ковалевская Э. Примеры расчета стальных конструкций в соответствии с еврокодом 3., Киев, Украинский Центр Стального Строительства, 2015, 85 с.

6. Туснин А.Р., Туснина О.А. Проектирование и расчет металлических конструкций. Москва, МГСУ, 2020, 80 с.

7. Нехаев Г.А., Захарова И.А. Металлические конструкции в примерах и задачах. Москва, АСВ, 2012, 146 с.

8. Лукаш П.А. Основы нелинейной строительной механики. Москва, Стройиздат, 1976, 252 с.

Zeynalov Lətif Məcid oğlu

Əməkdar mühəndis, prof. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

ORCID İD: 0000-0002-1223-714X, e-mail: z.latif@rambler.ru

Poluxov İlham Xəlil oğlu

T.ü.f.d., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

ORCID İD: 0000-0001-9476-6020, e-mail: ipolukhov@gmail.com

AZƏRBAYCANIN SEYSMİK RAYONLARDA TİKİNTİ NORMALARININ TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİNİN BƏZİ NÜANSLARI

Xülasə: Məqalədə Azərbaycanın mövcud seysmik normalalarının təkmilləşdirilməsinə, normalarda zəlzələ risklərini qiymətləndirməsinə yer verilməsinə ehtiyac olduğu, zəlzələyə davamlı bina və qurğuların layihələndirilməsində bəzi nüansların nəzərə alınmasının vacibliyi vurğulanır.

Açar sözlər: AzDTN 2.3-1, Türkiyə seysmik normaları, seysmik mikrorayolaşdırma, bağ tiri, konstruktiv sxem.

Zeynalov Latif Majid oğlu

Honored Engineer, prof. Azerbaijan University of Architecture and Construction

ORCID İD: 0000-0002-1223-714X, e-mail: z.latif@rambler.ru

Polukhov İlham Khalil oğlu

Ph.D in tech.Sc., Assoc. prof. Azerbaijan University of Architecture and Construction

ORCID İD: 0000-0001-9476-6020, e-mail: ipolukhov@gmail.com

SOME NUANCES OF THE IMPROVEMENT OF AZERBAIJAN SEISMIC DESIGN CODES

Summary: The article emphasizes the need to improve Azerbaijan's existing seismic standards, to include earthquake risk assessment in the standards, and to consider some nuances in the design of earthquake-resistant buildings and structures.

Key words: AzDTN 2.3-1, Turkish seismic codes, seismic microzonation, coupling beam, structural scheme

Azərbaycan unikal coğrafi məkanda, Avropa ilə Asyanın qovuşmasında, bu qitələri birləşdirən tarixi İpək yolunun, nə qədər paradoksal olsa da, həm də İtaliyadan başlayıb Çində qədər uzanan “seysmik yolun” üzərində, bəlkə də tam ortasında yerləşir. Deməli bu müxtəliflik hesabına təbiətin bizə bəxş etdiyi bütün nemətlərlə yanaşı, onun zəlzələsindən də “payımız” olmalıdır və buna hazır olmalıyıq.

Qardaş Türkiyədəki dağıdıcı zəlzələlər bir daha göstərdi ki, seysmik zonada zəlzələnin baş vermə ehtimalı yüksəkdir və hələlik onun dəqiq proqnozlaşdırılmasının, qarşısının alınmasının yolları tapılmamışdır. Eyni zamanda fəlakətin təsirinin azaldılması imkanları bu

gün daha real görünür.

Təcürbə göstərir ki, seysmik hadisələrdən itkisiz və aşağı zərərlə çıxmaq üçün ərazinin zəlzələ səviyyəsini və zəlzələ risklərini düzgün qiymətləndirməyi, zəlzələ səviyyəsinə uyğun binalar layihələndirərək tikməyi və lazımı infrastruktur yaratmağı, habelə zəlzələlərə hazır olmaqla ilkin xilasetməni təşkil etməyi bacarmalıyıq. Yeri gəlmişkən, Türkiyə zəlzələlərində Azərbaycan FHN-nin xilasediciləri öz yüksək məsuliyyət, mobillik, operativlik səviyyələrini bir daha göstərdilər.

Ümümilikdə zəlzələ təhlükəsizliyi məsələləri müvafiq tikinti normaları ilə tənzimlənir. Məlum olduğu kimi 2010-cu ildən Azərbaycanda AzDTN 2.3-1 “Seysmik rayonda tikinti” normaları [1] qüvvədədir. Kiçik həcmli, yığcam, eyni zamanda yetərincə əhatəli, əlaqəli sahə mütəxəssislərin iştirakı ilə və geniş müzakirələr əsasında tərtib olunmuş bu normativ sənəd 10 ildən artıq bir dövrdə uğurla istifadə olunur.

Maraqlıdır ki, birbaşa heç bir ölkə normalarına istinadən işlənməmiş bu normativ sənəd də, bir növ tarixi “İpək yolu” kimi ölkələr arasında əlaqə yaradır. Araşdırmalar göstərir ki, eyni seysmik şəraitdə olan eyni bina karkası üçün Azərbaycan normaları ilə hesablanmış seysmik qüvvələrin qiymətləri RF, Avropa, Amerika normalarına nisbətən 2.0–2.5 dəfə yüksək, Yaponiya normalarına isə çox yaxın alınır [4]. Başqa sözlə, bu gün seysmik qüvvələrin Azərbaycan normaları əsasında hesablanması daha etibarlı sayıla bilər.

Lakin bütün dünyada daha mükəmməl praktik seysmik normaların yaradılması istiqamətində intensiv araşdırmalar gedir. Bir sıra ölkələrdə, məsələn, Kanadada seysmik normaları ən geci 5 ildən bir yeniləşdirilir. Azərbaycan seysmik normalarının da yerli mütəxəssislərin layihələndirmə təcrübələrinin, qabaqcıl dünya ölkə elmi araşdırmalarının və daha müasir seysmik normalarının tələblərinin nəzərə alınması ilə təkmilləşdirilməsinə və əsaslı sürətdə genişləndirilməsinə ehtiyac duyulur. Bu, geniş və ətraflı müzakirələrin mövzudur. Bəzi əsaslandırılmış təkliflər [6]-da və digər materillarda göstərilmişdir. Mövzunu aşağıdakı ümumi istiqamətlərlə davam etdirmək olar.

İlk növbədə respublika ərazisi üzrə seysmik səviyyələr dəqiqləşdirilməli, seysmik mikrorayolaşdırma işləri sürətləndirilməlidir. Hazırkı seysmik normalarında keçmiş SSRİ normalarında təklif olunan seysmik rayonlaşdırma xəritəsindən istifadə olunur. Məlum olduğu kimi bu xəritədə Spitak zəlzələsi əsas götürülərək Azərbaycan ərazisində seysmiklik heç bir tədqiqat aparılmadan, mexaniki olaraq bir bal artırılmış və MSK-64 cədvəli üzrə 8 və 9 bal qəbul olunmuşdur. Xüsusilə tamam yenidən qurulan Qabağ- Şərqi Zəngəzur bölgəsində geniş tədqiqatlara ehtiyac vardır.

Bina və qurğularda zəlzələ təsirindən yaranan seysmik qüvvələrin hesablanmalarında əmsalların, xüsusi ilə yuxarı periodlarda dinamiklik əmsalının təyini istiqamətində dəqiqləşdirmələrə ehtiyac vardır. Sonuncu Türkiyə zəlzələlərinin ilkin araşdırma nəticələri [5] də göstərdi ki, ən qabaqcıl sayılan normalarda da bu sahəyə diqqət artırılmalıdır.

Normalarda bina karkasının növü, materialı, mərtəbəliliyi, yeraltı və yerüstü hissələrinin sərtlilikləri, konstruktiv sxemin sistemliliyi daha detallı nəzərə alınmalı, müxtəlif layihələndirmə hədəflərinə, bunlara müvafiq modelləşdirmə tələblərinə yer ayrılmalıdır.

Son tədqiqatlar göstərir ki, bina karkasında zəlzələdən yaranan üfiqi qüvvələrin, xüsusi ilə daban (baza, təməl) kəsmə qüvvəsinin təsiri daha həlledici ola bilər və layihələndirmədə nəzərdən qaçırılmamalıdır. Normalarda üfiqi qüvvələri qəbul edən sərtlik özəyi və diafraqmalarının hissələrini əlaqələndirən bağ tirlərinin, sütun və rigellərin sarılma bölgələrinin seysmiki qüvvə təsirlərinə etibarlı müqavimətini təmin edən layihə həllərinə daha diqqətlə yanaşılmalıdır. Qüvvələrin karkas elementlərində paylanması və qeyri elastik hesablamalarda mühüm yeri olan güclü sütun–zəif rigel tələbləri qoyulmalıdır.

Yeni seysmik normaların əhatə dairəsinin genişləndirilməsinə ciddi ehtiyac vardır. Bu məqsədlə “Türkiyə Bina Deprem Yönetmeliği”-2018 normalarından [2] bəhrələnmək olar. Amerika seysmik normaları əsasında, Türkiyənin ən tanınmış elm adamları, tikinti

mühəndisləri tərəfindən yaradılmış bu dəyərli normativ sənəd Azərbaycan türkcəsinə də uyğunlaşdırılmışdır [3].

Normalarda yığma dəmir-beton konstruksiyalı, gərginləşmiş elementli, eləcə də seysmik izolyasiyalı binaların layihələndirilməsi ilə əlaqədar tələblər öz əksini tapmalıdır.

Fikrimizcə [2 və 3]-də olduğu kimi, normalara Bina Yüksəklik Sınıfı (BYS) anlayışını və bundan irəli gələn tələbləri daxi etməklə binaların konstruktiv həllini, karkasın materialını, elastik və plastik mərhələlərdə işini, istehsal üsulunu, binanın mərtəbəliliyini, layihələndirmə hədəflərini daha ətraflı nəzərə almaq, daha səmərəli həllər qəbul etmək olar.

Nəticə

Azərbaycanda 2010-cu ildən qüvvədə olan “Seysmik rayonlarda tikinti” normativ sənədinin, zəlzələyə daha davamlı bina və qurğular layihələndirilməsi, zəlzələ təsirlərinin azaldılması və risklərin idarə olunması prinsipləri əsasında, bu sahədə qabaqcıl dünya təcrübəsi nəzərə alınmaqla təkmilləşdirilməsinə zərurət yaranmışdır.

Ədəbiyyat

1. AzDTN 2.3-1 “Seysmik rayonlarda tikinti” 2009. Dəyişiklik 1 və 2 ilə.
2. Türkiyə Bina Deprem Yoönetmeliği-2018. TMMOB. İnşaat Mühəndisləri Odası.
3. Türkiyə bina- zəlzələ qaydaları (Azərbaycan türkiyəsinə uyğunlaşdırma). (L.M.Zeynalov, A.T.Əmrahov). Bakı 2023.
4. L.M.Zeynalov, İ.X.Poluxov, M.B.Gölmüş. Comparison of Azerbaijan and other seismic Codes . Materials of 9th international conference on Earthquake resistant Engineering Structures. A Coruna, İspaniya, 8-10 İyul 2013.
5. 6 fevral 2023-cü il Türkiyə zəlzələlərinin nəticələrinin ilkin araşdırılmaları və təhlilinə dair informasiya materialları. 2023.
6. L.M.Zeynalov, M.Ə.Hacıyev, İ.X.Poluxov, E.Z.Əsədov. Seysmik normaların təkmilləşdirilməsinə dair. IV Beynəlxalq Azərbaycan Ukrayna Konfransının elmi materiallar toplusu.2021.

Eyyubov Yaqub Abdulla oğlu

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, professor

<https://orcid.org/0009-0004-0923-8127>, qrunt17@gmail.com

Naqdiyev Əcəm Özbəy oğlu

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, dosent

<https://orcid.org/0009-0003-4899-098X>, naqdiyev59@gmail.com

Abbasov Qivami Dilənçi oğlu

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, dosent

ORCID id: 0000-0002-7519-3359 qivamiabbasov1@gmail.com

ŞORLAŞMIŞ QRUNTLARDAN TƏBƏQƏLƏNMİŞ ƏSASIN LAYİHƏLƏNDİRMƏ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Summary: The article provides a construction-oriented commentary on salinized soils, their causes, types, and changes in physical-mechanical properties of soil during salt leaching.

Based on many years of research and observations on saline soils, variability and specificity of physical and mechanical properties of saline soils are presented by the description method, which is one of the main forms of scientific knowledge.

The article describes the reasons that cause problems in the design of buildings and facilities in saline soils. For the first time, the appropriateness of taking into account the salt regime, which increases the corrosion activity of the base, in close connection with the water-

heat regimes of the base of buildings and facilities, during the leaching of salts in saline soils, is justified by scientific foresight.

Reports of suffocation deposition and prewashing of the base of saline soils and measures to protect the base and foundations from salt corrosion by providing washing technology are recommended.

Açar sözlər: şoranlar, əsas, suffoziya çökməsi, özül, duz korroziyası, yuma norması.

Key words: salts, base, suffusion deposition, soil, salt corrosion, washing rate.

Mühəndisi-geoloji baxımdan qrunun tərkibində suda həllolan duzların miqdarı qrunun quru kütləsinə nəzərən 0,3%-dən çox olarsa onda həmin qrun şorlaşmış hesab olunur ki, onlar da morfoloji-genetik xüsusiyyətlərindən və fiziki-kimyəvi xassələrindən asılı olaraq özlərini ilkin və təkrar şorlaşma kimi təqdim edirlər.

Süxur əmələgəlmə prosesi ilə eyni zamanda çöküntülər daxilində duzların toplanması ilkin, süxurların əmələ gəlməsindən sonra həllolan duzların qrunlarda toplanması isə təkrar şorlaşma yaradır. Təkrar şorlaşmanın əmələ gəlməsi minerallaşmış qrun sularının yer səthinə yaxınlığı və arid iqlim şəraiti ilə əlaqədar formalaşır. Şorlaşmış qrunların səth görünüşü aşağıdakı 1 sayılı şəkildə göstərilir.



Şəkil 1. Şorlaşmış ərazilər. a) orta şorlaşma; b) şiddətli şorlaşma.

Keçmiş ittifaqın arid iqliminə malik zonalarında qəbul edilmiş layihələndirmə normativlərinə əsasən aparılmış qiymətləndirmələrdə və tərtib edilmiş şorlaşma xəritələrində Azərbaycan Respublikası daxilində zonalıq yaratmayan ərazilərin şorlaşma dərəcəsi barədə məlumatlarda aydın olur ki, öz spesifik xüsusiyyətlərinə görə şorlaşmaya meyl edən ən çox şorlaşmış ərazilər əsasən Kür-Araz, Ceyrançöl, Acınohur, orta Araz boyu, Qobustan, Abşeron və Samur-Dəvəçi ovalığında yayılmışdır.

Hər iki növ şorlaşmada (ilkin və təkrar şorlaşma) qrunlarda olan duzlar həllolma qabiliyyətinə görə asan, orta və çətin həllolunanlara bölünürlər.

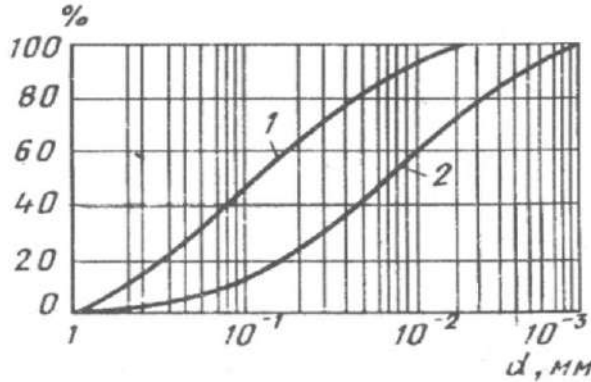
Təbii şəraitdə qrunlarda ən geniş şəkildə rast gəlinən asan həllolunan duzlar NaCl; Na₂SO₄; CaCl₂; MgSO₄; MgCl₂; NaHCO₃, Na₂CO₃-dur ki, bunlar da tərkibində olduğu qrunu suya qarşı dayanıqsız hala gətirirlər. Asan həllolunan duzlarla yanaşı müqayisəli şəkildə duzlu qrunlarda orta həllolan CaSO₄, eləcə də çətin həllolan CaCO₃, MgCO₃- kimi duzlara da rast gəlinir. [1].

İri həcmli tədqiqatların və çoxsaylı materialların nəticələri göstərir ki, dayanıqsız strukturlu qrunlara aid olan şorlaşmış qrunlardan duzlar həll olunaraq yuyulduqda onların fiziki xüsusiyyətləri (sıxlığı, deformasiyası, əlaqəliyi, möhkəmliyi, dayanıqlığı, sukeçiriciliyi və s.) və uducu komplekslərində mübadilə kationlarının tərkibi də dəyişkənliyə məruz qalırlar.

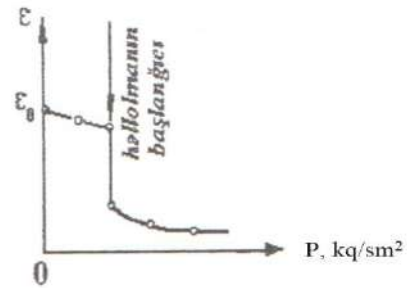
Kafedranın "Qrunlar mexanikası" laboratoriyasında "Duzlu qrunun bərk mineral hissəsinin sıxlığının təyini" mövzusunda aparılmış çox illik tədris laboratoriya işinin nəticələri də adi qrunlarla müqayisədə duzlu qrunların sıxlığının dəyişkənliyini təsdiq edir.

Hətta eyni nəmlikdə və sıxlıqda olan şorlaşmış qruntlarda asan həllolan duzların miqdarı artdıqca batma hadisəsinin inkişafının mümkünsüzlüyünə zəmanət verən ümumi deformasiya modulu azalır. Optimal nəmlikdən yüksək nəmlikdə şorlaşmamış qruntlarla müqayisədə şorlaşmış qruntlarda sürüşməyə qarşı müqavimət daha çox azalır.

Duzların həll olunması prosesində gilli qruntların qranulometrik tərkibinin dəyişkənliyi (şəkil 2) göstərir ki, gilli hissəciklərin miqdarı (0,005 mm) duzun yuyulmasından sonra 20-28% artır. Bu onunla izah edilir ki, məhlul buxarında ayrıca gil hissəcikləri bir-birinə yapışır. Şorlaşmış qruntların kompressiya əyriləri də səciyyəvi xarakter daşıyır (şəkil 3). Belə ki, şorlaşmış qruntlarda sıxlaşmaya təsir edən yükün qiyməti artırılmadan baş verir ki, bu da bu cür qruntlarda duzların həll olunaraq kənara daşınması prosesi ilə əlaqədardır. [2].



Şəkil 2. Duzlu gilli qruntların qranulometrik tərkibi. 1-suda həllolan duzların yuyulmasına qədər; 2- duzların yuyulmasından sonra.



Şəkil 3. Şorlaşmış qruntların kompressiya əyrisi

Ədalət naminə qeyd olunmalıdır ki, bina və qurğuların əsasını təşkil edən qruntlara fiziki təbiəti müxtəlif, struktur quruluşu formal cəhətdən oxşar olan duzlu torpaqların fiziki xüsusiyyətləri və onlardan duzların yuyulması zamanı baş verən dəyişkənliklər, eləcə də torpağın su, istilik və duz rejimlərinin süni yolla nizamlanması ta qədim dövrlərdə öyrənilmişdir. Yer qabığının üst təbəqəsində yerləşən, bir-biri ilə təmasda olmaqla sıralaşan torpaq və qruntların analoji dispres mühit olmalarına baxmayaraq onlar müxtəlif təyinatlı xidməti tələblərin ödənilməsi baxımından öyrənilmişdir. Məsələn, şoran torpaqlarda su, istilik və duz rejimlərinin öyrənilməsi və onların süni yollarla nizamlanaraq optimallaşdırılması bir başa (torpaqlarda bitkilərin fizoloji inkişafı və onların məhsuldarlığı ilə) aqrar məsələlərin həllinə xidmət edir. Maraqlı olsun deyə torpağın və qruntların duz rejimi haqqında bunu bilmək kifayətdir ki, torpaqda bitkilərin normal inkişafı üçün müəyyən həddə duzun olması vacib tələb olduğu halda, qruntların struktur möhkəmliyini azalmasına səbəb olacaq duzun ən kiçik hədlərdə olması belə arzu olunmazdır.

Aqrar məsələlərin həllinə xidmət edən meliorasiya və su təsərrüfatı qurğularının tikintisi şorlaşmış torpaq- qruntların fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin, eləcə də onlarda duzların yuyulması texnologiyalarının işlənilməsini daha da təkmil öyrənilməyə şərait yaratmışdır.

Şorlaşmış ərazilərdə yerüstü nəqliyyat yollarının tikintisi sahəsində aparılmış qiymətli tədqiqatlar nəticəsində duzlu qruntların inşaat xüsusiyyətləri, torpaq yatağın su və duz rejimi, o cümlədən bu rejimlərin yol elementlərinə (torpaq yatağı, yolun əsası və yol geyimi) aqressiv təsirləri və onların mühafizə yolları hərtərəfli öyrənilmişdir. Şorlaşmış torpaq- qruntlarda yol tikintisi ilə bağlı çox qiymətli elmi-tədqiqat işlərinin materialları bu cür qruntlarda sənaye və mülki binaların layihələndirməsi və tikintisi üçün dəyərli baza materialları hesab olunmuşdur.

Meliorasiya və su təsərrüfatı obyektləri, o cümlədən yerüstü nəqliyyat yolları (avtomobil və dəmir yolları) ilə müqayisədə məsuliyyət (cavabdehlik) səviyyəsi yüksək olan sənaye və mülki tikintilərin şorlaşmış qruntlarda normal istismarına zəmanət verən etibarlı

əsasın layihələndirilməsi daha ciddi yanaşmalar tələb edir. Digər qruntlarda olduğu kimi şorlaşmış qruntlardan təbəqələnmiş əsasın etibarlılıq şərti də aşağıdakı kimi qəbul edilir. [3]:

$$J = J_{lay} + J_{tik} + J_i(t) \quad (1)$$

burada: J- əsasın ümumi etibarlılıq dərəcəsi;

J_{lay} - layihələndirmə mərhələsində əsasın etibarlılıq dərəcəsi;

J_{tik} - tikinti mərhələsində əsasın etibarlılıq dərəcəsi;

J_i -t- istismar müddətində əsasın etibarlılıq dərəcəsidir.

(1)- ifadəsindən görünür ki, şorlaşmış qruntlardan təbəqələnmiş əsasın ümumi etibarlılıq təməli düzgün hesablanma və layihələndirmə qaydalarına söykənən layihələndirmə mərhələsində qoyulmalıdır.

Təyinatından asılı olmayaraq şorlaşmış qruntlar üzərində hər hansı istənilən tikinti və qurğuların layihələndirilməsi ilkin olaraq qrunnun şorlaşma dərəcəsi, duzların tərkibi, əsasın su və duz rejimləri, eləcə də onun şorlaşma şəraiti məlum olduqdan sonra mövcud norma və qaydalara əsasən müvafiq tədbirlərin yerinə yetirilməsindən sonra aparılmalıdır. Əks halda şorlaşmış qruntlardan təbəqələnmiş əsaslar üzərində yerləşən bina və qurğuların istismarı müddətində aşağıdakı neqativ xüsusiyyətlər ortaya çıxıb bilər:

- islanma zamanı qruntların batması və ya şişməsi;
- duzların yuyulub çıxarılması prosesində müşayət olunan qruntların fiziki-mexaniki xassələri dəyişilməklə onun möhkəmlik xüsusiyyətlərinin azalması;
- qruntlardakı duzların əriməsi hesabına özüllərin materialına qarşı əsasın və yeraltı suların yüksək korroziya aktivliyi;
- duzların yuyulub kənarlaşdırılması zamanı suffoziya çökməsinin yaranması.

Qeyd edilən xüsusiyyətlərdən ən başlıcası suyun uzunmüddətli filtrasiyası və duzların yuyulub çıxarılması zamanı suffoziya çökməsinin baş verməsidir ki, onun da təyini aşağıdakı düsturla hesablanır[4]:

$$S_s = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{s,i} \cdot h_i \quad (2)$$

burada: n – şorlaşmış qruntda suffoziya baş verən elementar layların sayı;

h_i - şorlaşmış i- layının qalınlığı;

$\varepsilon_{s,i}$ -özüldən düşən yükə və qrunnun öz ağırlığından i – layında yaranan nisbi suffoziya sıxılması olub, aşağıdakı kimi təyin edilir:

a) çöl sınaqlarında uzunmüddətli islanma ilə statik yüklənmədə aşağıdakı ifadə ilə:

$$\varepsilon_s = \frac{S_{s,p}}{d_p} \quad (3)$$

burada: $S_{s,p}$ - özüldən və qrunnun öz ağırlığından düşən cəmi p – yükə sınaq şampının suffoziya çökməsi;

d_p – sınaq şampı altındakı şoran qrunn əsasını suffoziya çökmə zonasıdır.

b) kompressiya-filtrasiya sınaqları zamanı isə aşağıdakı ifadə ilə:

$$S_s = \frac{h-h^l}{h} \quad (4)$$

burada: h- təbii sıxlıqda və nəmlikdə olan qrunn nümunəsinin hündürlüyü;

h^l - həmin qrunn nümunəsinin isladılıb süzüldükdən, o cümlədən özüldən və qrunnun öz ağırlığından düşən təzyiqlə sıxıldıqdan sonrakı hündürlüyüdür.

Suffoziya çökməsinin ümumi qiyməti qrunnun kipləşməsi, suffoziya çökməsi, batan qruntdursa batma, şişən qruntdursa şişmə və azalma deformatsiyalarının cəmi kimi qəbul olunur.

TN və Q2.02.01-83-ün 10.6 –bəndinə əsasən şorlaşmış qruntlardan təbəqələnmiş əsasın layihələndirilməsi zamanı aşağıdakı müvafiq tədbirlər nəzərdə tutulmalıdır:

- qruntların bərkidilməsi və ya sıxlaşdırılması;
- şorlaşmış qrunn təbəqələrin dərin özüllərlə kəsilməsi;
- tozlu-gilli qruntlardan ibarət yastıqların qurulması ilə şorlaşmış qruntların qismən və ya tam kəsilib götürülməsi;
- konstruktiv tədbirlər;

- qruntların əvvəlcədən şirin su ilə yuyulması;
- sudan mühafizə və konstruktiv tədbirləri özündə birləşdirən kompleks tədbirlər .

qruntun əvvəlcədən isladılması hesabına duzların yuyularaq tam çıxarılmasının və əsasla qarşılıqlı təsirdə olan özüldən fərqli olaraq əsasın materialının və yerinin dəyişdirilməsinin, eləcə də bu cür qruntların uzun müddətli isladılması və duzların yuyulub çıxarılmasının mümkünsüzlüyü qrunտun əvvəlcədən şirin su ilə yuyularaq şoransızlaşdırılması tədbirinə müraciət etməkdən başqa çarə qamadığını ön plana çəkir. Müraciət edilən bu tədbirin, yəni qrunտun əvvəlcədən yuyulması tədbirlərinin layihə səviyyəsində həllinin həyata keçirilməsi meliorasiya mühendisliyinin köməyi ilə həyata keçirilə bilər. Ona görə ki, əsasın yüksək şorluq dərəcəsini buraxıla bilən şorluq dərəcəsinə salmaq üçün müvafiq yuma normasının hesablanması və səmərəli yuma texnologiyası seçilməsi inşaat elmində öz əksini tapmayan mövzulardandır.

Belə olan halda şorlaşmış qruntların su ilə yuyulmasında tələb olunan ümumi yuma norması (N) akademik V.R.Volobyevin təklif etdiyi aşağıdakı formula ilə hesablanmalıdır [5]:

$$N = k \cdot \alpha \cdot h l q \frac{S_f}{S_o}, \text{ m}^3/\text{hek.} \quad (5)$$

burada: k- mütənəsiblik əmsalı olub, k=10000 – qəbul edilir;

α - mexaniki tərkibindən və şorlaşmanın növündən asılı olaraq qrunտun duz vermə əmsalı;

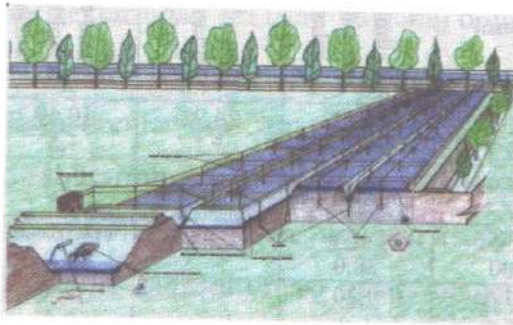
h-yuyulma qatının qalınlığı, m;

S_f – yumaya qədər qruntdakı duzların faktiki miqdarı, %;

S_o - yumadan sonra qruntda buraxıla bilən duzların miqdarı %.

Şorlaşmış torpaqların yuyulması o hesabla aparılmalıdır ki, yumanın müddərindən asılı olmayaraq əsasın etibatlılığı təmin olunsun. Bu, qısa müddətdə o halda mümkündür ki, yuma nəticəsində yüksək süzülmə qabiliyyəti olan tikinti meydançasında qrunտ 1,5 metr dərinliyə və buraxıla bilən həddə qədər duzsuzlaşır.

Şoran qruntların yuyulmasında istifadə olunan adi, üfiqi, zolaq və sabit elektirik cərəyanı üsulu ilə, o cümlədən krot və müvəqqəti dayaz dren tətbiq etməklə yuma texnologiyaları içərisində ən azı özüllərin qoyulma dərinliyi səviyyəsində duzsuzlaşdırma imkanı yaradan səmərəli üsul sabit elektrik cərəyanı ilə yuma texnologiyası (şəkil 3.) hesab olunur. Bu onunla izah edilir ki, digər yuma texnologiyalarının duzsuzlaşdırma effekti maksimum 1,5 metrə çatır ki, bu da əsasla birgə işləyən özüllərin qoyulma dərinliyi ilə müqayisədə azdır.



Şəkil 3. Sabit elektirik cərəyanı ilə yuma texnologiyası

Əsasın möhkəmləndirilməsində tətbiq edilən qrunտun elektirik ilə işlənməsi metodlarından biri hesab olunan bu metodun köməyi ilə tələb olunan layihə dərinliyində elektirik cərəyanı su qovma gücünü artırmaqla duzların həllolma prosesini də aktivləşdirmək mümkündür. Belə ki, daima cərəyanın təsirindən minerallaşmış su, hətta qrunտun mineral bətk hissəcikləri yapışmış pərdəvari duzlu su qrunտa batırılmış iynəsüzgəclərə doğru anoddan (+) katoda (-) hərəkət edərək onlara dolur və nasosla xaric olunur.

Buna sübut olaraq 1968/1970-ci illərdə Yevlax rayonunun “Qırmızı Samur” kolxozunun ərazisində A.E.Abdullayevin 0,1-1,0 mA/sm² sıqlığında sabit cərəyan verməklə ağır mexaniki

tərkibli şorlaşmış gilli qruntlarda apardığı çöl tədqiqat işlərinin nəticələrini misal göstərmək olar. [3]:

Şorlaşmış qruntlardan təbəqələnmiş əsaslar layihələndirilərkən özüllər üzrə ödənilə biləcək şərtlərdən biri də özüllərin əsasın və yeraltı suların korroziya aktivliyinə qarşı davamlı olması ilə əlaqədar müvafiq tədbirlərə də baxılmalıdır.

NƏTİCƏ

1. Şorlaşmış qruntlar üzərində tikilən bina və qurğuların qrunnt əsasların layihələndirmə xüsusiyyətlərini TN və Q2.02.01-83-ün tələblərinə uyğun aparılmalıdır.

2. Suffoziya çökməsi nəzərə alınmaqla əsasın və özüllərin duz korroziyasından qorunması üçün sudan mühafizə və konstruktiv tədbirləri həyata keçirilməlidir.

3. Şorlaşmış qruntların əvvəlcədən yuyularaq şoransızlaşdırılması tədbirinin həyata keçirilməsi, xüsusən də qrunntun yuma normasının təyini və səmərəli yuma texnologiyasının seçilməsi meliorasiya mühəndisliyi baxımından həll olunmalıdır.

4. Şorlaşmış qruntların yuyulması texnologiyaları içərisində ən səmərəlisi sabit elektrik cərəyanı tətbiq etmək üsuludur ki, bu da şorlaşmaya səbəb olan yüksək səviyyəli aqresiv qrunnt suyunun səviyyəsini aşağı salmaqla, duzlu qruntların tələb olunan dərinliyə qədər yumasına imkan verir.

Ədəbiyyat

1. В.П. Петрухин Строительные свойства засоленных и загипсованных грунтов, М., Стройиздат, 1980, 120 стр.

2. Б.Б.Бакенов и др. Основания и фундаменты на засоленных грунтах, М., Стройиздат, 1988, 136 стр.

3. Q.D.Abbasov Əsaslar və özüllər, Bakı, Gənclik nəşriyyatı, 2019, 278 səh.

4. TN və Q2.02.01-83 Bina və qurğuların qrunnt əsasları, Layihələndirmə normaları, Bakı, 2015, 84 səh.

5. В.Р.Волобуев Расчет промывки засоленных почв, М., Колос, 1971, 75 стр.

Eyyubov Yaqub Abdulla oğlu
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, professor
qrunt17@gmail.com
Naqdiyev Əcəm Özbəy oğlu
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, dosent
naqdiyev@mail.ru
Abbasov Qivami Dilənçi oğlu
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, dosent
ORCID id: 0000-0002-7519-3359
qivamiabbasov1@gmail.com

НОВЫЕ ВИДЫ КОНСТРУКЦИЙ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ

Summary: Collapsible soils are soils that change their structure without being wet due to a certain influence of the external environment, lose their previous strength, and undergo local deformation at a high speed.

The construction of buildings and structures, ensuring their normal operation when using collapsible soils as a foundation, creates great difficulties in the work of the engineer and requires the implementation of certain measures during the development of the project. In such soils, when the external load from the building is less than the structural strength of the soil, the soil behaves as a quasi-solid body; otherwise, the internal structural connection of the soil is

broken and the soil completely loses its strength. Structural bond failure occurs at different rates, being brittle and plastic. The causes of structural connection failure are the increase in moisture content and the thawing of frozen soil. In this case, physical factors are more dangerous. Therefore, in this case, the bearing capacity of the soil should be increased by engineering measures.

Ключовые слова: просадочный грунт, структурный прочность, инженерное мероприятия, несущая способность, физическая влажность.

Key words:

Collapsible soil, structural strength, engineering measures, bearing capacity, moisture content.

Как было установлено ранее в существующую классификационную систему не входит группа инженерных мероприятий, включающих использование конструкций фундаментов и их оснований, приспособляющихся к деформациям структурно-неустойчивых грунтов, в настоящее время имеется большое количество изобретений, относящихся как раз к этой третьей группе мероприятий.

Как показал анализ фонда изобретений мероприятия этой группы высокоэффективны и перспективны, поэтому лабораторией «Основания и фундаменты» предприняты попытки в изучении существующих и разработке новых видов фундаментных конструкций и подготовки оснований на структурно-неустойчивых грунтах, относящихся к третьей группе инженерных мероприятий причинно-следственной классификации.

В соответствии с рабочей программой нами разработаны некоторые новые, высокоэффективные способы подготовки основания фундаментов зданий и сооружений, возводимых на лессовых просадочных и глинистых набухающих грунтах [1].

Как известно, здания и сооружения, возводимые на просадочных грунтах, усиливаются железобетонными поясами, диафрагмами, армированием швов и т.д. Однако эти мероприятия не устраняют значительную чувствительность к неравномерным деформациям, возникающим при случайном увлажнении просадочных грунтов II типа.

Нами была разработана фундаментная конструкция, увеличивающая несущую способность просадочного основания в грунтовых условиях II типа по просадочности и снижающая чувствительность сооружения. Эта конструкция представляет собой килевой монолитный железобетонный фундамент, состоящий из жестко соединенных между собой горизонтальных и вертикальных элементов (рис.1, 2).

Предлагаемая фундаментная конструкция позволит осуществлять строительство зданий и сооружений на просадочных грунтах II типа, без проведения инженерных мероприятий, т.к. здание с килевым фундаментом обладает повышенной устойчивостью и малой чувствительностью неравномерным деформациям и условиям протекания просадочных процессов в восковании, вызванных случайным их увлажнением.

Следует отметить, что в сочетании с каким-либо методом подготовки основания, направленном на снижение его просадочных свойств, килевые фундаменты в еще большей степени будут увеличивать устойчивость сооружений в целом. Так, например, хороший эффект будет иметь использование килевых фундаментов высотных зданий в сочетании с методом регулируемого замачивания. В этом случае помимо повышенной устойчивости монолитный железобетонный килевой фундамент будет играть роль и противофильтрационной завесы, разделяющей основание на отсеки и тем самым улучшать регулировку замочки.

Возведение килевого фундамента производится следующим образом.

Отрывается котлован под фундаментную плиту - I высотного здания - 2. Затем под вертикальный элемент - 3 (киль) отрывается траншея. Далее опускается арматурный каркас для вертикального элемента - 3 и бетонируется до отметки срачивая ее с плитой - I. Затем укладывается арматура плиты и соединяется с выпусками арматуры киля. После этого производится дальнейшее бетонирование фундаментной конструкции. Для большей жесткости киль можно выполнить ребристым.

Известен отдельно стоящий свайный фундамент под колонну с промежуточной подушкой, разделяющей плиту ростверка и головы свай.

Однако, когда в основании зданий залегают структурно-неустойчивые грунты, наличие свай ухудшает работу фундамента, удорожает усложняет возведение нулевого цикла.

Нашей лабораторией был разработан фундамент, включающий отдельно стоящие блоки, расположенные в плане по сетке колонн и установленные на подготовку из сыпучего материала, который отличается тем, что с целью снижения материалоемкости, повышения надежности работы фундамента при его расположении на структурно-неустойчивых грунтах под фундаментными блоками устраивается промежуточная песчаная подушка поверх тонкой железобетонной плиты с отверстиями, установленной на грунтовое основание между которыми помещен дренажный слой песка.

Этот фундамент прост в изготовлении, обладает высокими антисейсмическими свойствами (промежуточная песчаная подушка гасит сейсмические воздействия) менее чувствителен к неравномерным деформациям оснований из структурно-неустойчивых грунтов.

Наличие промежуточной песчаной подушки, дренажного слоя под плитой и дренажных отверстий в железобетонной плите при случайном увлажнении грунтов сверху или в пределах глубины фундамента, обуславливает равномерное увлажнение основания и исключает появление неравномерных деформаций основания из структурно-неустойчивых при замочке грунтов.

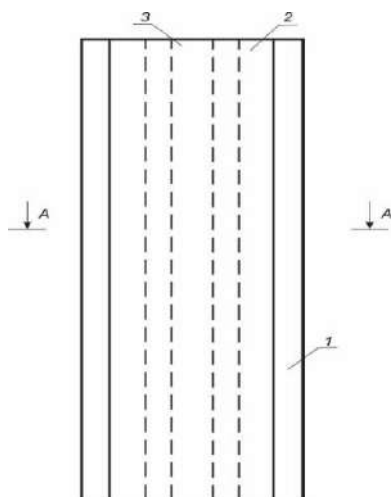


Рис.1. Фундамент высотных зданий с сооружений, возводимых на просадочных грунтах.

- 1-горизонтальный элемент фундамента; 2-сооружение;
- 3-вертикальный элемент фундамента.

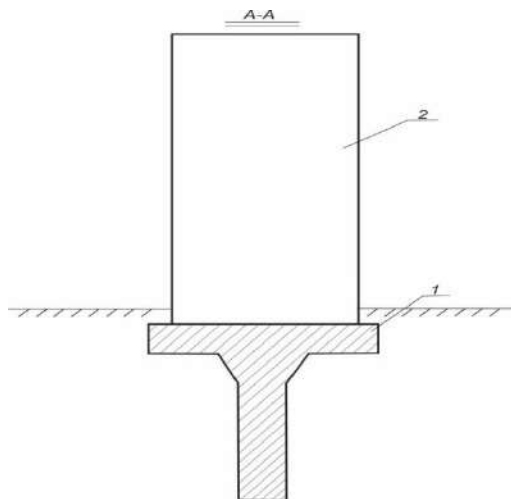


Рис. 2. Фундамент высотных зданий с сооружений, возводимых на просадочных грунтах.

Вертикальный разрез по фундаменту.

- 1-горизонтальный элемент фундамента;
- 2-сооружение;
- 3-вертикальный элемент фундамента.

Выводы: Рекомендации могут применяться к проектным и строительным работам.

Литература: 1. Мустафаев А.А., Фундаменты на просадочных и набучающих грунтах, Москва, Высшая школа, 1989г.

t.e.d. Həsənov Sabir Tehranxan oğlu

Meliorasiya Elmi-Tədqiqat İnstitutu, şöbə müdiri
sabir48tx@mail.ru

doktorant, Haqverdiyeva Ceyran Haqverdi qızı

Meliorasiya Elmi-Tədqiqat İnstitutu
ceyranhaqverdiyeva@gmail.com

TEMPERATURUN ÇAY AXINLARINA TƏSİRİ

Xülasə. Məqalədə havanın temperaturu ilə çay axınları arasında əlaqə və onun su resurslarına təsiri araşdırılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, atmosfer yağıntıları ilə bərabər çay axınlarının, həmçinin su resurslarının formalaşmasında temperatur müstəsna rol oynayır. Orta çoxillik temperaturun $0,7^{\circ}\text{C}$ artması tədqiq edilən çay axınlarının orta illik sərfinin 1,05-1,60 dəfə azalmasına, eyni zamanda mövcud su ehtiyatlarının il ərzində 2,68 milyard m^3 -nin itkiyə getməsinə gətirib çıxarır.

Açar sözlər: temperatur, buxarlanma, su itkisi, çay axını, azalma, qarışılıqlı əlaqə.

Summary. The article examines the relationship between air temperature and river flows and its impact on water resources. It was determined that along with atmospheric precipitation, temperature plays an exceptional role in the formation of river flows and water resources. A $0,7^{\circ}\text{C}$ increase in the average multi-year temperature leads to a 1,05-1,60 times decrease in the average annual consumption of the studied river streams, and at the same time, a loss of 2,68 billion m^3 of available water resources per year.

Key words: temperature, evapotranspiration, water loss, river flow, decline, mixed relationship.

Giriş. Son illərdə iqlim dəyişmələri ilə əlaqədar olaraq yağıntıların azalması və ya regionlar üzrə qeyri-bərabər paylanması, temperaturun və buxarlanmanın artması yerüstü və yeraltı su ehtiyatlarının azalmasına səbəb olmuşdur. Hesablamalara görə ölkənin su ehtiyatları, o cümlədən çay sularının resursları təqribən orta çoxillik norma ilə müqayisədə 10-50% arasında azalmışdır. Belə bir şəraitdə temperatur faktorunun çay axınlarına təsirinin müəyyən edilməsi praktiki baxımdan mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Təhlil və müzakirələr. Temperatur faktoru çay axınlarının formalaşmasında müstəsana rol oynayır. Temperaturun artması çaylarda sululuğun qısa bir müddət ərzində artmasına, sonra isə tədricən azalmasına gətirib çıxarır. Fikrimizi aydınlaşdırmaq üçün konkret faktlara nəzər salaq. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi atmosfer yağıntıları yerə bərk və maye formasında düşür. Bərk formada düşən yağıntılara qar, sulu qar və dolu daxildir. Maye şəkildə düşən yağıntılara isə şiddətli və çiskin yağıntılar, leysan, qatı duman daxildir. Çaylarda sel və daşqınlar, şiddətli yağıntılar qar örtüyünün əriməsi və leysan hesabına yaranır. Bu prosesdən sonra çayların su rejimi sutoplayıcı hövzələrin zirvələrində yerləşən daimi buzlaqların tədricən əriməsi və müxtəlif intensivliklə yağan yağıntılar hesabına formalaşır. İl ərzində buzlaqlarda buz örtüyünün torpaqla təmasda olan qatından süzən sular qrunut sularını, qrunut suları isə öz növbəsində çayın il boyu qidalanmasını təmin edir. Mövsümlərdə temperatur rejiminin dəyişməsi, ələlxüsus temperaturun orta çoxillik normadan artıq olması iki neqativ hal yaradır. Birinci halda daimi buzlaqların sahəsi və su ehtiyatı azalmağa başlayır, ikinci halda isə çayların sululuğunun azalması, hətta yay mövsümündə quruması baş verir.

Planetar miqyasda temperaturun 0,6-1,3⁰C artması, yağıntıların isə azalması dünyada dağ buzlaqlarının sayının və daimi qar örtüyü sahələrinin kəskin azalmasına gətirib çıxarmışdır, «National Geographic» jurnalında verilən məlumata görə keçən əsrin əvvəllərində (1910-cu ilə qədər) Amerika Birləşmiş Ştatlarının Montana ştatında 150 dağ buzlağı olmuşdur. 2007-ci ildə aparılmış müşahidələrə görə həmin buzlaqlardan vur-tut 27-si qalmış və onların sahələri də xeyli azalmışdır [1, s.106-114].

«Euronews» televiziya kanalının 16.07.2022-ci il tarixində verdiyi məlumata görə Qafqazda mövcud olan buzlaqların sahəsi 320 km² azalmış, yayılma yüksəklikləri 4000 m-ə çatmışdır: Dağ zirvə və yamaclarında çıpaqlaşma baş vermişdir. Mütəxəsislərin hesablamalarına görə daimi buzlaqların və qar örtüyünün sahəsi ildə 1% azalır. Lakin son proqnozlara görə əgər Yer kürəsində temperatur bu gedişlə yüksəlsə, onda 10 ildən sonra Qafqaz dağlarında buzlaqların tamamilə əriməsi baş verəcək və ilkin buzlaqlardan əsər-ələmət qalmayacaq.

Azərbaycanda iqlim dəyişmələrini və dağ buzlaqlarında baş verən prosesləri öyrənmək məqsədilə Şahdağ (2712 m), Bazardüzü və Tufandağ (4172 m) meteoroloji stansiyalarda aparılmış uzunmüddətli müşahidələr əsasında müəyyən edilmişdir ki, 1986-2011-ci illər ərzində Şahdağ buzlağının sahəsi 17 hektar, Tufandağ və Bazardüzü buzlaqlarının sahəsi 4 hektar azalmışdır. 2015-ci ildən sonra buzlaqların ərimə intensivliyi daha da artmış və buzlaqların dili əvvəlki illərlə müqayisədə 10-13 m geri çəkilməmişdir [2, s.191-192].

2008-2010-cu illərə qədər olan məlumatlara görə Tyanşan buzlaqlarının sahəsi 8,6-23,0 %, Alp dağ buzlaqlarının sahəsi 18 %, Elbrus dağında buzlaqların kütləsi 40% azalmışdır. Meteoroloji müşahidələrə görə iki il ərzində (2007-2009-cu illərdə) Arktikanın sahəsi 16 % azalmışdır [2, s. 184-185].

Dünyada temperaturun artması daimi buzlaqların sahəsini azaltmaqla bərabər çaylarda sululuğun azalmasına gətirib çıxarmışdır. Hətta bir sıra çayların qurumasına səbəb olmuşdur. Bu onunla izah edilə bilər ki, çayları ilin müxtəlif dövrlərində düşən atmosfer yağıntıları ilə bərabər həm də dağ buzlaqları qidalandırır. Yaz-yay mövsümündə dağ buzlaqlarının alt təbəqəsi

tədricən əriyərək qrunut sularını, qrunut suları isə öz növbəsində çayları qidalandıraraq, onlarda axın yaradır və isti aylarda çayların qurumasının qarşısını alır.

2018-2021-ci illərdə Kişçay, Kürmükçay, Vəlvələçay və Qudiyalçay çayları üzrəndə aparılan ölçmə işləri əsasında müəyyən edilmişdir ki, Kişçay çayının orta illik sərfi 1,33 dəfə, Kürmükçay çayının axın sərfi 1,05 dəfə, Vəlvələçay çayının sərfi 1,29 dəfə, Qudiyalçay çayının sərfi isə 1,6 dəfə azalmışdır (cəđ.).

Cədvəl

Tətbiq edilən çayların orta aylıq və orta illik su sərfləri, m³/san

İllər	Aylar												Orta illik, m ³ /san
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Kürmükçay (İlusu məntəqəsi)													
2018	4,63	4,10	4,39	5,84	6,58	7,02	6,24	6,21	5,34	4,65	6,33	6,15	5,63
2019	4,42	5,00	5,88	5,85	7,66	6,69	5,02	5,29	6,34	4,23	4,66	3,94	5,42
2020	4,15	4,56	5,74	6,31	6,78	5,02	4,85	6,62	6,14	5,58	5,53	3,65	5,41
2021	3,61	3,94	4,58	6,48	7,58	6,87	6,73	4,80	4,66	5,73	4,86	4,43	5,36
Vəlvələçay (Təngəaltı məntəqəsi)													
2018	2,88	2,60	4,18	5,86	7,14	6,41	4,08	4,48	4,33	2,93	3,14	2,85	4,24
2019	2,75	2,75	3,18	5,33	7,60	5,71	6,55	4,63	4,47	3,00	2,86	2,69	4,30
2020	2,62	2,79	3,48	3,76	7,48	3,93	4,97	4,51	3,60	3,05	3,08	2,93	3,85
2021	2,97	2,89	3,18	4,14	4,28	3,39	3,25	2,50	2,71	4,15	3,05	2,81	3,28
Qudiyalçay (Qırz məntəqəsi)													
2018	3,53	3,03	5,19	8,69	11,11	16,55	9,50	11,22	9,69	8,51	6,15	2,91	8,00
2019	3,22	2,34	2,44	4,10	6,27	6,39	13,11	7,01	5,16	4,87	4,80	4,49	5,35
2020	4,21	4,64	5,39	6,12	12,33	9,90	8,99	7,71	7,57	4,97	4,68	4,19	7,00
2021	3,90	3,72	4,28	5,54	6,94	5,06	4,43	4,02	4,18	5,11	4,46	4,24	5,00
Kişçay (Qaynarçay məntəqəsi)													
2018	1,86	1,82	2,61	3,95	4,24	6,43	4,94	4,86	4,04	3,29	2,68	2,44	4,0
2019	5,2	4,71	5,63	7,64	9,9	8,26	7,87	6,64	7,35	6,36	5,49	4,51	7,0
2020	1,86	2,15	2,55	3,2	3,92	2,73	3,07	3,11	2,71	2,61	2,45	2,24	3,0
2021	1,85	1,79	2,23	2,53	3,6	3,43	2,62	2,35	2,6	2,93	2,19	2,12	3,0

Tətbiq edilən bu çayların sərfinin azalması həm təbii, həm də insanların təsərrüfat fəaliyyəti nəticəsində baş verir. Lakin çay axınlarının yaranmasında təbii faktorlar, əsasən atmosfer çöküntüləri və temperatur mühüm rol oynayır. Bu amillərlə bərabər çay axınının formalaşmasına həm də onu yerləşdiyi coğrafi şərait, çay hövzəsinin vəziyyəti, sel ocaqlarının olması, onların sahəsi, bitki və torpaq örtüyü və digər amillər təsir göstərir. Məsələn, Böyük Qafqazın cənub və şimal-şərq yamaclarında yerləşən dağ çaylarında axın sərfinin dəyişməsi qeyd edilənlər əyani sübutdur. Eyni zamanda iqlim anomaliyaları dağ çaylarda özünü daha aydın göstərir. Bu çaylarda qəflətən sel və daşqınlar baş verir. Lakin bu faktın özü də bilavasitə atmosfer yağıntıları ilə bağlıdır.

Araşdırmalar göstərir ki, çay axın sərfi ilə temperatur arasında birbaşa əlaqə mövcuddur və çay sərfi yağıntılarla bərabər, temperaturla da funksional asılılıqdadır. Temperaturun artması buxarlanmasını intensivləşdirir, bu da qırt sularının, daha sonra isə çaylarda sululuğun azalmasına və ya axının tamamilə kəsilməsinə gətirib çıxarır. Təhlillər göstərir ki, buxarlanma ilə temperatur arasında aşağıdakı mütənasıblıq saxlanılır [3, s.100]:

$$E_t/E_{nor}=T_t/T_{nor}, \quad (1)$$

burada E_t – buxarlanmanın hər hansı t zaman kəsiyində miqdarı; E_{nor} – iqlim dəyişmələrinə qədər orta çoxillik buxarlanma (norma); T_t – son illərdə iqlim dəyişməsi hesabına yaranan orta çoxillik temperatur; T_{nor} – iqlim dəyişmələrinə qədər temperaturun orta çoxillik normasıdır.

Buxarlanmanın dəyişməsini (artıb-azalmasını) müəyyən etmək üçün (1) bərabərliyindən E_t -in qiymətini tapırıq:

$$E_t = \frac{T_t}{T_n} E_n, \quad (2)$$

burada bütün işarələr əvvəlki düsturlardakı işarələrdir.

Ümumdünya Meteorologiya Təşkilatının təklifinə görə temperaturun orta çoxillik normasını T_{nor} 1961-1990-cı illər ərzində müşahidə olunmuş temperaturlara görə təyin etmək lazımdır. Belə ki, bu illərdə iqlim amillərində kəskin dəyişmələr baş verməmişdir. Lakin son illərdə, əsasən 1990-cı ildən sonrakı dövrdə iqlim amilləri kəskin dəyişmişdir. Ələlxüsus temperaturun artması, yağıntıların isə azalması və regionlar üzrə qeyri-bərabər paylanması baş vermişdir.

Azərbaycanda 1961-1990-cı illərdə havanın orta çoxillik temperatur norması $T_{nor}=12,3^{\circ}\text{C}$ olmuşdur. 1990-2015-ci illərdə isə havanın orta çoxillik temperaturu ölkə üzrə $T_t=13^{\circ}\text{C}$ təşkil etmişdir [2, s. 32].

1961-1990-cı illərdə buxarlanmanın orta çoxillik miqdarı ölkə üzrə $E_{nor}=545$ mm olmuşdur. Düzənlik ərazilərdə buxarlanmanın qiyməti 1000-1400 mm, dağlıq ərazilərdə isə 100-525 mm arasında dəyişmişdir [4, s.90].

Bu qiymətləri (2) düsturunda yerinə yazıb, alırıq: $E_t=(13/12,3)\cdot 545=576$ mm.

Hesablamadan görünür ki, temperaturun artması hesabına hər il buxarlanmanın miqdarı 31 mm ($576 - 545=31$ mm) və ya $310 \text{ m}^3/\text{ha}$ artmışdır. Bu qiymət olduqca böyük qiymətdir və onun hesabına çaylarda sululuğun və yeraltı su hövzələrində isə su ehtiyatlarının tədricən azalması prosesi baş verir. Temperaturun artması nəticəsində ölkə ərazisində buxarlanmanın miqdarı hər il $2,68 \text{ mld m}^3$ ($V=\Omega\cdot E=8640000\cdot 310=2,68\cdot 10^9 \text{ m}^3$) və onunla əlaqədar olaraq su itkisi bir o qədər artmışdır. Bu da su qıtlığının yaranmasına səbəb olan faktorlardan biridir.

Nəticə. İqlim amillərinin təbiətinin təhlili göstərir ki, çay axınına temperaturun və onunla sıx bağlı olan buxarlanmanın təsiri olduqca böyükdür. Ona görə də çay axınları və su resursları hesablanarkən, proqnozlaşdırılarkən və dəyişmə qanunauyğunluqları müəyyən edilərkən temperatur faktorunun nəzərə alınması vacibdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Həsənov S.T., Allahverdiyeva F.F. Qlobal iqlim dəyişmələri: xronika, qlobal istiləşmə, yaranma səbəbləri, əks baxışlar // Azərbaycan aqrar elmi. 2017, № 4 , -s. 106-114.

2. Mahmudov R.N. Müasir iqlim dəyişmələri və təhlükəli hidrometeoroloji hadisələr / R.N. Mahmudov. -Bakı: Ziya, 2015, - 232 s.

3. Həsənov S.T., Allahverdiyeva F.F. Qlobal iqlim dəyişmələri və onun su ehtiyatlarına təsiri // AzHvəM EİB-nin Elmi əsərlər toplusu. XXXVII c. -Bakı: Elm, 2017 -s.65-74.

4. Cəfərov Q.V., Əliyev M.N., Mahmudov S.F. Respublikanın dağ çayları axımının dəyişkənliyinin qiymətləndirilməsi / AzETSPİ-nin “Su ehtiyatlarının səmərəli və kompleks istifadəsinin müasir problemləri” mövzusunda Elmi əsərləri. -Bakı: 2011, -s. 3-10.

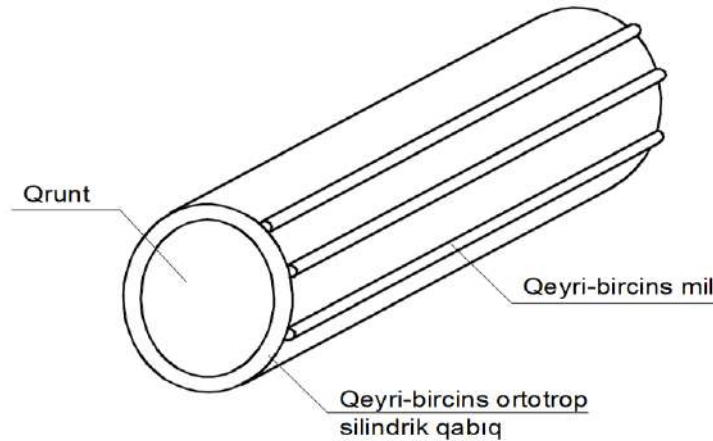
Lətifov Fuad Seyfəddin oğlu
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti,
<https://orcid.org/0000-0003-1313-3390>, flatifov@mail.ru
Rzayeva Vüsalə Bayazxan qızı
Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu,doktorant
<https://orcid.org/0000-0001-8669-1612>, rzayevavusale01@gmail.com

QEYRİ-BİRCİNS MİLLƏRLƏ MÖHKƏMLƏNDİRİLMİŞ QEYRİ-BİRCİNS SİLİNDRİK ÖRTÜYÜN QRUNTDA SƏRBƏST RƏQSLƏRİ

Резюме. В данной статье рассматривается свободные колебания продольными подкрепленными неоднородными стержнями неоднородной цилиндрической оболочки в грунте. Для описания неоднородности стержней и оболочки, предполагается, что их модули материала упругости и плотности является функциями координат. Движение грунта описывается уравнением Ламе в перемещениях. Предполагается, что контакт между грунтом и оболочкой, а также, между продольными ребрами и оболочкой жесткими, т.е. выполняется равенство перемещений и напряжений на контактной поверхности. Для решение задачи применяется вариационный принцип Гамильтона-Остроградского. Используя этих контактных условий составлен частотное уравнение и реализовано численно. Построены характерные кривые зависимости.

Açar sözlər: qeyri-bircins, mil, silindrik örtük, qrun, sərbəst rəqs, tezlik

Keywords: heterogeneity, shaft, cylindrical shell, soil, free vibrations, frequency.



Şəkil 1. Qrunla təmasda olan qeyri-bircins millərlə möhkəmləndirilmiş qeyri-bircins ortotrop silindrik örtük.

Tuaq ki, qrunla kontaktda olan, doğuranı boyu qeyri-bircins ortotrop silindrik örtük qeyri-bircins millərlə möhkəmləndirilmişdir (şəkil 1). Hamilton-Ostrogradski varyasiya prinsipinə görə

$$\delta \int_{t_0}^{t_1} (K - W - A_m) dt = 0 \quad (1)$$

$$K = V_k + \sum_{i=1}^{k_1} K_i; \quad W = V_p + \sum_{i=1}^{k_1} \Pi_i \quad (2)$$

Burada, V_p, V_k -uyğun olaraq, silindrik örtüyün, Π_i, K_i i -ci milin potensial və kinetik enerjiləri, A_m –qrunt tərəfindən silindrik örtüyə təsir edən qüvvələrin örtüyün nöqtələrinin yerdəyişmələrində gördüyü işdir. Qeyd edək ki, qrun t əvəzinə maye olduqda anoloji məsələlər öz həllini [1 – 3] işlərində tapmışdır. Silindrik örtüyün və millərin qeyri-bircinsliyini nəzərə almaq üçün hesab edəcəyik ki, onların elastiklik modulları və sıxlıqları silindrik örtüyün doğurarı boyu koordinatın funksiyasıdır. Belə olduqda onların enerjilərinin ifadələri aşağıdakı şəkildə olar:

$$V_p = \frac{Rh}{2} \iint (\sigma_{11}\varepsilon_{11} + \sigma_{12}\varepsilon_{12} + \sigma_{22}\varepsilon_{22}) ds \quad (3)$$

$$\sigma_{11} = b_{11}(x)\varepsilon_{11} + b_{12}(x)\varepsilon_{22}, \quad \sigma_{22} = b_{12}(x)\varepsilon_{11} + b_{22}(x)\varepsilon_{22}, \quad \sigma_{12} = b_{66}(x)\varepsilon_{12}$$

$$\varepsilon_{11} = \frac{\partial \varphi}{\partial x}; \quad \varepsilon_{22} = \frac{\partial v}{\partial y}; \quad \varepsilon_{12} = \frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}$$

$$\tilde{b}_{11} = \int_0^l b_{11}(x) dx; \quad \tilde{b}_{12} = \int_0^l b_{12}(x) dx; \quad \tilde{b}_{22} = \int_0^l b_{22}(x) dx; \quad \tilde{b}_{66} = \int_0^l b_{66}(x) dx;$$

$$b_{11}(x) = \frac{E_1(x)}{1-\nu_1\nu_2}; \quad b_{22}(x) = \frac{E_2(x)}{1-\nu_1\nu_2}; \quad b_{66}(x) = G_{12}(x) = G(x);$$

$$b_{12}(x) = \frac{\nu_2 E_1(x)}{1-\nu_1\nu_2} = \frac{\nu_1 E_2(x)}{1-\nu_1\nu_2}$$

$$V_k = \int_0^{2\pi} \int_0^l \rho(x) \left(\left(\frac{\partial u}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial \vartheta}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial t} \right)^2 \right) dx d\varphi$$

$$\Pi_i = \frac{1}{2} \int_0^l \left[\tilde{E}_i(x) F_i \left(\frac{\partial u_i}{\partial x} \right)^2 + \tilde{E}_i(x) J_{xi} \left(\frac{\partial^2 \vartheta_i}{\partial x^2} \right)^2 + \tilde{E}_i(x) J_{zi} \left(\frac{\partial^2 w_i}{\partial x^2} \right)^2 + \right. \\ \left. + G_i(x) J_{kpi} \left(\frac{\partial \varphi_{kpi}}{\partial x} \right)^2 \right] dx \quad (4)$$

$$K_i = \int_0^l \tilde{\rho}_i(x) F_i \left[\left(\frac{\partial u_i}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial \vartheta_i}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial w_i}{\partial t} \right)^2 + \frac{J_{kpi}}{F_i} \left(\frac{\partial \varphi_{kpi}}{\partial t} \right)^2 \right] dx$$

$$A_m = - \int_0^l \int_0^{2\pi} (q_x u + q_\varphi \vartheta + q_z w) dx d\varphi \quad (5)$$

(3) – (5) ifadələrində u, ϑ, w - silindrik lövhənin nöqtələrinin yerdəyişmələri, $\tilde{E}_i(x)$ - i -i milin elastikiyyət modulu, $\tilde{\rho}_i(x)$ - i -i milin materialının sıxlığı, F_i i -i milin en kəsiyinin sahəsi, J_{xi}, J_{kpi} - i -i milin en kəsiyinin ətalət momentləri, $G_i(x)$ - i -i milin sürüşmədə elastikiyyət modulu, u_i, ϑ_i, w_i i -i milin nöqtələrinin yerdəyişmələri, k_1 – millərin sayı, q_x, q_φ, q_z – qrun tərəfindən silindrik örtüyə göstərilən təzyiqlik qüvvələridir.

Millərlə bərkidilmiş silindrik örtük dedikdə, silindrik örtük və ona koordinat xətləri boyunca sərt bərkidilmiş millərdən ibarət sistem başa düşülür. Nəzərdə tutulur ki, koordinat oxları silindrik örtüyün baş əyrilik xətləri ilə üst-üstə düşür və millər bu xətlər boyunca örtüklə sərt kontaktda olur. Odur ki, silindrik örtüklə millər arasında aşağıdakı şərtlər ödənilir [4]:

$$u_i(x) = u(x, y_i), \quad \vartheta_i(x) = \vartheta(x, y_i) \quad w_i(x) = w(x, y_i) \quad (6)$$

$$\varphi_i(x) = \varphi_1(x, y_i); \quad \varphi_1(x, y_i) = - \frac{\partial w}{\partial x} \Big|_{y=y_i}$$

Qrunla silindrik örtük arasında kontak şərtləri qüvvələrin və yerdəyişmələrin bərabərlik şərtindən ibarətdir [5]:

$$u = s_x, \quad \vartheta = s_\varphi, \quad w = s_r \quad (7)$$

$$\sigma_{rx}|_{r=R} = q_x; \quad \sigma_{r\varphi}|_{r=R} = q_\varphi; \quad \sigma_{rr}|_{r=R} = q_r \quad (8)$$

(6)-(8) kontakt şərtlərinə sərhəd şərti də əlavə edilir [6]:

$$\vartheta = w = 0; T_1 = 0; M_1 = 0 \quad (9)$$

Qruntun rəqs prosesinə təsirinin iki halına baxacağıq: I. Qruntun ətalət təsiri rəqs prosesinə təsiri zəifdir; II. Qruntun ətalət təsiri rəqs prosesinə həlledicidir.

I halında qrunut tərəfindən silindrik örtüyə təsir edən qüvvələr aşağıdakı bərabərliklərdən təyin olunur:

$$\sigma_{rx}|_{r=R} = -\frac{E_s}{2(1+\nu_s)} \left\{ \left(2(3-2\nu_s)\chi^2 I_n'(\chi) - \chi n^2 I_n(\chi) \right) A_s - 2\chi^2 I_n'(\chi) B_s - n\chi I_n(\chi) C_s \right\} \cos n\varphi \cos kx \sin \omega t \quad (10)$$

$$\sigma_{r\theta}|_{r=R} = \frac{E_s}{2(1+\nu_s)} \left[-n\chi^2 I_n(\chi) A_s + 2n(\chi I_n'(\chi) - I_n(\chi)) B_s - \chi^2 I_n(\chi) C_s \right] \cdot \sin n\varphi \sin kx \sin \omega t$$

$$\sigma_{rr}|_{r=R} = -\frac{E_s}{2(1+\nu_s)} \left[\left(2(1-2\nu_s) I_n(\chi) + 2\chi I_n'(\chi) \right) \chi^2 A_s - 2(\chi I_n'(\chi) - (\chi^2 + n^2) I_n(\chi)) B_s + 2n(I_n(\chi) - \chi I_n'(\chi)) C_s \right] \cdot \cos n\varphi \sin kx \sin \omega t$$

II halında isə qrunut tərəfindən silindrik örtüyə təsir edən qüvvələr aşağıdakı bərabərliklərdən təyin olunur:

$$\sigma_{rx}|_{r=R} = \frac{E_s}{2(1+\nu_s)} \left[2k^* \gamma_l^* I_n'(\gamma_l^*) A_s + nk^* I_n(\gamma_t^*) B_s + \frac{\gamma_t^{*3} - k^{*2} \gamma_t^*}{k^* \mu_t^*} I_n'(\gamma_t^*) C_s \right] \times \cos n\varphi \cos kx \sin \omega t$$

$$\sigma_{r\theta}|_{r=R} = \frac{E_s}{2(1+\nu_s)} \left[-2nk^* I_n(\gamma_l^*) A_s - k\gamma_l^* I_n(\gamma_t^*) B_s + n\mu_t^* I_n(\gamma_t^*) C_s \right] \times \sin n\theta \sin kx \sin \omega t \quad (11)$$

$$\sigma_{rr}|_{r=R} = \frac{E_s}{1+\nu_s} \left\{ \left[-\gamma_l^* I_n'(\gamma_l^*) + (\gamma_l^{*2} + n^2) I_n(\gamma_l^*) - \frac{\nu_s}{1-2\nu_s} \mu_t^{*2} I_n(\gamma_l^*) \right] A_s + \left[-nI_n(\gamma_t^*) + n\gamma_t^* I_n'(\gamma_t^*) + \frac{\nu_s}{1-2\nu_s} n\gamma_t^* (I_n(\gamma_t^*) - I_n'(\gamma_t^*)) \right] B_s + \left[\frac{k^* \gamma_t^{*2}}{\mu_t^*} I_n''(\gamma_t^*) - \frac{\nu_s}{1-2\nu_s} \frac{2k^* \gamma_t^{*2}}{\mu_t^*} I_n(\gamma_t^*) \right] C_s \right\} \cos n\theta \sin kx \sin \omega t.$$

(10) və (11) ifadələrində I_n modifikasiya olunmuş birinci növ n -ci tərtib Bessel funksiyası, $\chi = kR$, E_s, ν_s – uyğun olaraq, qrunutun materialının elastiklik modulu və Puasson əmsalı, $\gamma_l^{*2} = k^{*2} - \frac{\omega^2}{a_l^2}$, $\gamma_t^* = k^{*2} - \frac{\omega^2}{a_t^2}$, $k^* = kR$, A_s, B_s, C_s sabitlər, a_l, a_t – boyuna və eninə dalğaların qrunutda yayılma sürətidir.

(9) sərhəd şərtləri daxilində örtüyün yerdəyişmələrini aşağıdakı şəkildə axtaracağıq:

$$\begin{aligned}
u &= u_0 \cos n\varphi \cos kx \sin \omega t; \\
\vartheta &= \vartheta_0 \sin n\varphi \sin kx \sin \omega t; \\
w &= w_0 \cos n\varphi \sin kx \sin \omega t
\end{aligned} \tag{12}$$

Burada u_0, ϑ_0, w_0 - naməlum sabitlərdir.
 Qruntun nöqtələrinin yerdəyişmələri aşağıdakı kimidir:
 I halında

$$\begin{aligned}
s_x &= \left[-\chi^2 R I'_n(\chi) - 4(1-\nu_s) k I_n(\chi) \right] A_s + k I_n(\chi) B_s \\
s_\varphi &= -\frac{n}{R} I_n(\chi) B_s - k I'_n(\chi) C_s \\
s_r &= -k^2 R I_n(\chi) + k I'_n(\chi) B_s + \frac{n}{R} I_n(\chi) C_s.
\end{aligned} \tag{13}$$

II halında

$$\begin{aligned}
s_x &= A_s k^* I_n(\gamma_l^*) - C_s \frac{\gamma_t^2}{\mu_t} I_n(\gamma_t^*) \\
s_\varphi &= -A_s n I_n(\gamma_l^*) - \frac{C_s n k^*}{\mu_t} I_n(\gamma_t^*) - \frac{B_s}{n} \gamma_t^* I'_n(\gamma_t^*) \\
s_r &= \gamma_l^* I'_n(\gamma_l^*) A_s + n I_n(\gamma_t^*) B_s + k^* \gamma_t^* I'_n(\gamma_t^*) C_s
\end{aligned} \tag{14}$$

(12)-(14) həllərindən və (7) kontakt şərtlərindən istifadə edərək, A_s, B_s, C_s sabitlərini u_0, ϑ_0, w_0 sabitləri ilə ifadə olunaraq, (10),(11) ifadələrində yerinə yazılır. Nəticədə u_0, ϑ_0, w_0 sabitlərindən asılı ifadələr alınır. Alınan ifadələri (5)-də yerinə yazıb, (12) həllərini (5)-də nəzərə almaqla qrunut tərəfindən silindrik örtüyə təsir edən qüvvələrin örtüyün nöqtələrinin yerdəyişmələrində gördüyü A_m işini hesablayarıq. Qəbul edilmişdir ki, $\rho(x) = \rho_0 \left(1 + \alpha \frac{x}{l} \right)$, $E_1(x) = E_{10} \left(1 + \beta \frac{x}{l} \right)$, $E_2(x) = E_{20} \left(1 + \gamma \frac{x}{l} \right)$, $\tilde{E}_i(x) = \tilde{E}_{i0} \left(1 + \delta e^{\frac{x}{l}} \right)$, $G(x) = G_0 \left(1 + \beta \frac{x}{l} \right)$, $G_i(x) = G_{i0} \left(1 + \delta e^{\frac{x}{l}} \right)$, $\omega_0 = \sqrt{\frac{E_{10}}{(1-\nu^2)\rho_0 R^2}}$, $\omega_1 = \omega/\omega_0$, $\tilde{\rho}_i(x) = \tilde{\rho}_{i0} \left(1 + \varepsilon e^{\frac{x}{l}} \right)$.

burada $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ qeyri-bircinslik parametrləridir. (2)-(5) ifadələrindən (1) Hamilton-Ostrogradski varyasiya prinsipindən istifadə etsək, u_0, ϑ_0, w_0 sabitlərinə nəzərən xətti bircins cəbri tənliklər sistemi alarıq. Alınan sistem xətti bircins cəbri tənliklər sistemi olduğundan, onun trivial olmayan həllinin varlığı üçün zəruri və kafi şərt onun baş determinantının sıfıra bərabər olmasıdır. Nəticədə aşağıdakı tezlik tənliklərini alarıq:

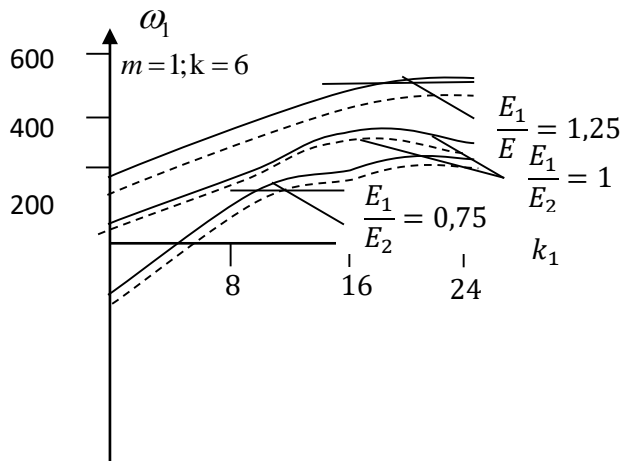
$$\det \|a_{pq}\| = 0, \quad p, q = 1, 2, 3 \text{ (I halında)}; \det \|b_{pq}\| = 0, \quad p, q = 1, 2, 3 \text{ (II halında)} \tag{15}$$

(15) tənlikləri axtarılan ω tezliyinə nəzərən transcendent tənliklərdir. Onun kökləri ədədi üsulla hesablanmışdır. Hesablamada qruntu, örtüyü, milləri xarakterizə edən parametrlər üçün aşağıdakı qiymətlər götürülmüşdür:

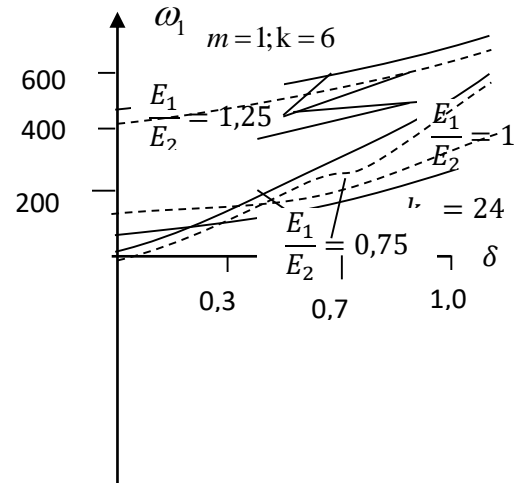
$$\begin{aligned}
E_i &= 6,67 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2; \nu = 0,3; \chi = 1; n = 8; h_i = 1,39 \text{ mm}; R = 160 \text{ mm}; h = 0,45 \text{ mm}; \rho_s / \rho_0 = 0,15; \\
L &= 800 \text{ mm}; \frac{F_i}{2\pi R h} = 0,1591 \cdot 10^{-1}; \frac{J_{yi}}{2\pi R^3 h} = 0,8289 \cdot 10^{-6}; \frac{J_{kp.i}}{2\pi R^3 h} = 0,5305 \cdot 10^{-6}; a_l = 2,25 a_i; \\
a_i &= 308 \text{ m/san.}
\end{aligned}$$

Hesablamaların nəticələri şəkil 2-də sistemin tezliklərinin millərin sayından, şəkil 3-də sistemin tezliklərinin qeyri-bircinslik parametrlərindən asılılığı şəklində, müxtəlif xassəli ortotrop materialdan olan silindrik örtük üçün verilmişdir. Hesablamada qeyri-bircinslik parametrləri $\alpha = \beta = \gamma = 0,5; \varepsilon = \delta = 0,3$ kimi qəbul edilmişdir. Şəkil 2 göstərir ki,

millərin sayı artdıqca, sistemin rəqs tezlikləri əvvəlcə artır və müəyyən qiymətdən sonra azalmağa başlayır. Bu onunla izah edilir ki, millərin sayı artdıqca onların kütləsi artır və onların rəqs prosesinə ətalət təsiri güclənir. Şəkil 3- dən görüldüyü kimi qeyri-bircinslik parametrinin qiyməti artdıqca, sistemin məxsusi rəqs tezlikləri artır. Hər iki şəkildə qırıq xətlərə mühitin ətalət təsirinin nəzərə alındığı hal uyğundur. Görüldüyü kimi mühitin ətalət təsirinin nəzərə alınması sistemin məxsusi rəqs tezliklərinin azalmasına səbəb olur.



Şəkil 2. Tezlik parametrinin millərin sayından asılılığı.



Şəkil 3. Tezlik parametrinin qeyri-bircinslik parametridən asılılığı.

Ədəbiyyat

1. Rzayeva V.B. Qeyri-bircins halqalarla möhkəmləndirilmiş qeyri-bircins silindrik örtüyün mayədə sərbəst rəqslərinin tədqiqi. The XXXIV International Scientific Symposium "From the 20th of January to Karabakh Victory", The 28th of January 2023, p.248-251.
2. Rzayeva V.B. Free vibrations of an inhomogeneous fluid-contacting shell strengthened with inhomogeneous rods. Modern problems of Mathematics and Mechanics PROCEEDINGS of the International Conference dedicated to the 100-th anniversary of the National Leader Heydar Aliyev, Baku, 26-28 April 2023, p.341-343.
3. Rzayeva V.B. Free vibrations of a nonhomogeneous rod-cylindrical shell-fluid system. Transactions of NAS of Azerbaijan, Series of Physical-Technical & Mathematics Science (issue Mechanics), Volume 43, issue 7, Baku, "Elm", 2023, p.60-68.
4. Амиро И.Я., Заруцкий В.А. Теория ребристых оболочек. Методы расчета оболочек. «Наукова думка», 1980, 367с.
5. Латифов Ф.С.. Колебания оболочек с упругой и жидкой средой. Баку, Элм», 1999, 164с.
6. Босьяков С.М., Чживэй В. Анализ свободных колебаний цилиндрической оболочки из стеклопластика при граничных условиях Навье. Механика машин, механизмов и материалов. НАН Белоруссии ,2011, №3 (10).

Nazim Şamil oğlu Poluxov
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
“Memarlıq konstruksiyaları və abidələrin bərpası” kafedrasının dosent, tex.ü.f.d.,
<https://orcid.org/0009-0008-8305-2514>, n.polukhov@gmail.com

ÇOXMƏRTƏBƏLİ BİNALARIN LAYİHƏLƏNDİRMƏ VƏ HESABLANMA XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN TƏHLİLİ.

Xülasə: Məqalədə çoxmərtəbəli binaları layihələndirərkən və konstruktiv hesablanma yerinə yetirərkən diqqət verilməli əsas xüsusiyyətlərdən bəhs olunur. Azərbaycan şəraitində çoxmərtəbəli dəmirbeton çərçivə konstruksiyalı binaları layihələndirərkən normaların hansı tələblərinə əməl etməyin vacibliyi qeyd olunur. Binaların konstruktiv elementlərinin gərginlikli-deformasiya vəziyyətinə təsir edən yüklərdən, o cümlədən seysmik (qısamüddətli dinamik) yüklərdən bəhs olunur. Layihələndirmə zamanı bina və qurğuların progressiv dağılmasını hesablamalarda nəzərə almaq tövsiyə olunur. Dəmir-beton konstruksiyalı çoxmərtəbəli binaların qeyri-xətti deformasiya modeli ilə hesablanması modelinin işlənməsi vacibliyi qeyd olunur.

Açar sözlər: Gərginlikli-deformasiya vəziyyəti, hesablama modeli, diafraqmalı karkas konstruksiyası, seysmik yüklər, progressiv dağılma, qeyri-xətti deformasiya modeli.

Полухов Назим Шамиль оглы,
канд.техн.наук, доцент кафедры “Архитектурные конструкции и реставрация памятников”, Азербайджанский Архитектурно - Строительный Университет,
<https://orcid.org/0009-0008-8305-2514>, n.polukhov@gmail.com

АНАЛИЗ ПРОЕКТНО-РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ.

Аннотация: В статье говорится об основных особенностях, которые следует учитывать при проектировании многоэтажных зданий и выполнении конструктивных расчетов. В условиях Азербайджана отмечается важность соблюдения требований норм при проектировании многоэтажных зданий железобетонной каркасной конструкции. Обсуждаются нагрузки, влияющие на напряженно-деформированное состояние конструктивных элементов зданий, а также сейсмические (кратковременные динамические) нагрузки. При проектировании в расчетах рекомендуется учитывать прогрессирующее обрушение зданий и сооружений. Отмечена важность разработки модели расчета многоэтажных зданий с железобетонной конструкцией с нелинейной моделью деформирования.

Ключевые слова: Напряженно-деформированное состояние, расчетная модель, конструкция диафрагменного каркаса, сейсмические нагрузки, прогрессирующее обрушение, модель нелинейного деформирования.

Müxtəlif təyinatlı çoxmərtəbəli binalar adətən şəhər ərazisində yerləşdiyindən içərisində və ətrafındakı çoxlu sayda insanların həyat və sağlamlığı onun konstruktiv həllindən, etibarlılığından və keyfiyyətli tikilməsindən asılıdır. Bundan başqa bu binalar əsaslı tikinti layihələri arasında ən çox kütləvi tətbiq edilənidir ki, iqtisadi cəhətdən səmərəli layihə həllərinin verilməsi çox vacibdir. Bununla yanaşı minimal material sərfi ilə zəmanətli, təhlükəsiz istismar həlli tapmaq layihələndirmənin əsas vəzifəsidir. Binalarda yükdaşıyıcı sistemin düzgün seçilməsi, yükçötürən sistemin hesablanması zamanı konstruksiyada gərginlikli-deformasiya vəziyyətinə təsir edən bütün amillərin tam nəzərə alınması mühüm rol oynayır.

Çoxmərtəbəli binaların yükdaşıyıcı sistemlərinin əsas materialı kimi Azərbaycanda, praktikada ənənəvi olaraq dəmirbeton istifadə olunur. Eyni zamanda binanın dəmirbeton elementləri xarici təsirlərə qarşı müqaviməti əhəmiyyətli dərəcədə xarakterik xüsusiyyətlərə malikdir, bu da yükdaşıyan sistemlərin hesablanması konstruksiyaların modelləşdirilməsini çətinləşdirir. Əvvəla bu çoxlu sayda lokal sahələrdə deformasiyanın toplanması (çatlar və yığıma iki elementlərinin qovuşmasında) və yüklənmənin bütün səviyyələrində yaranan gərginlikli-deformasiya vəziyyətinin fiziki qeyri-xəttiliyi, gərginlik komponentlərinin müxtəlif istiqamətlərdə dəyişikliyi sərtlik xarakteristikalarında qeyri-mütənasib dəyişik yaradır.

Hazırda çoxmərtəbəli binaların yükdaşıyıcı sistemlərinin hesablanması zamanı əsasən sonlu elementlər metodundan (SEM) istifadə olunur ki, bu da digər hesablama metodlarından əhəmiyyətli dərəcədə üstünlüklərə malikdir. O olduqca universal olub praktikada fəza sistemi nəzərə almaqla bütün yükdaşıyıcı sistemləri, hesabı sxemləri dəyişmədən müxtəlif tipli təsirləri nəzərə alaraq hesablamağa imkan verir.

Müasir tikintidə konstruktiv elementləri monolit dəmirbetondan yerinə yeririlən bina və tikililər çoxluq təşkil edir. Bu cür strukturların hesablanması hazırda müxtəlif növ yükləmələr, quraşdırma ardıcılığı nəzərə alınmaqla çoxlu sayda mürəkkəb hesablamaları, o cümlədən konstruksiyaların gərginlikli-deformasiya vəziyyətinin və dayanıqlılığının hesablamalarını avtomatik yerinə yetirməyə imkan verən proqram alətlərindən istifadə etməklə həyata keçirilir. Hesablama proqramlarının əksəriyyəti sonlu elementlər metoduna (SEM) əsaslanır ki, bu da sadələşdirilmiş modellərdən daha mürəkkəb modellərə keçməyə, konstruksiyanın həndəsi ölçülərini, materialların parametrlərini, qrunt əsasını, yüklənməni nəzərə almağa imkan verir. Bu şərtləri maksimum dərəcədə təmin etməklə konstruksiyanın real şəraitdə işləməsinə kifayət qədər uyğun gələn nəticələr əldə etmək olur. Bundan əlavə, proqram sistemlərinin istifadəsi hesablamaların vaxtını əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilir.

Dəmirbetonun deformasiya xüsusiyyətlərinin proqram təminatı ilə, universal sonlu elementlə nəzərə alınması mürəkkəb və çətin hesab sxemlərinin tərtibini tələb edir. Beləliklə, monolit çoxmərtəbəli binanın elastik hesablamaları zamanı hesabı sxemlərdə düyünlərin sayı on minlərlə olur. Çünki bu hesablama modeli nəzərdə tutur ki, daxilindəki hər bir sonlu elementin xüsusiyyətlərinin sabitliyi, birləşmələrin fiziki qeyri-xəttiliyi və uyğunluğu yığıma konstruksiyalar arasında isə əlavə düyün verilsin. Onların sayı yüz minlərlə olduğundan bu da ona gətirib çıxarır ki, ilkin məlumatların daxil edilməsini və nəticələrin təhlilinin xeyli dərəcədə çətinləşdirir, səhv etmə ehtimalı və əmək sərfiyyatı artır, hesabatın icrası və yoxlama müddətini kəskin artır.

Binaların konstruktiv hesabatını LİRA SOFT, LİRA SAPR, ETABS, SAP, MONOMAX, STARK ES və digər proqramlarla həyata keçirmək olar. Bunun üçün həmin binanın konstruktiv modelini (hesabı sxemini) yaratmaq,daşıyıcı sistemini müəyyənləşdirmək lazımdır.

Yükdaşıyan sistemlərin hesablanması layihələndirmənin ən məsuliyyətli hissəsi olub onun düzgün yerinə yetirilməsinin nəticəsi layihələndirilmiş binanın normal istismara yararlılığını və etibarlılığını təmin edir.

Çoxmərtəbəli binaların yükdaşıyıcı sistemləri adətən diafraqmalı karkas konstruksiyadan olur ki, bu da əsas yükötürən elementləri dəmir-betondan sərtlik diafraqmaları, çərçivələr (sütun və rigellər) və mərtəbəarası örtük tavalarından ibarətdir. Binanın bütün konturu boyu çərçivə, sərtlik diafraqmaları və üfiqi örtük tavası vahid fəza sistemi təşkil edərək binanın ayrı-ayrı elementləri arasında onların sərtliyindən asılı olaraq üfiqi və şaquli (o cümlədən seysmiki) yükləri paylayır[3]. Verilmiş konstruktiv sxem bütün növ yüklərin təsirindən binanın fəza sərtliyini və dayanıqlılığını təmin edir və yükləri bünövrə vasitəsi ilə bünövrə əsasına ötürür.

Müxtəlif tipli binaların gərginlikli-deformasiya vəziyyətində olan halda hesablamaların düzgünlüyünə təsir edən əsas meyarlardan biri, yükdaşıyıcı sistemlərin ayrı-ayrı komponentlərinin konstruktiv xüsusiyyətlərinin müəyyən edilməsi, bitişik elementlərin bir-birinə qarşılıqlı təsirləri və eləcə də digər amillər mümkün qədər tam nəzərə alınmasıdır.

Mövcud vəziyyəti, ətraf mühitin mövcud amillərini və parametrlərini qiymətləndirmək, həmçinin layihələndirmə həcmi müəyyənləşdirmək üçün ilk növbədə binanın yerləşəcəyi sahənin, ərazinin planlaşdırılması layihəsi hazırlanır. Ərazinin planlaşdırma layihəsi torpaq sahəsinin vəziyyəti əsasında bir çox cəhətdən binanın mərtəbə sayı, hündürlüyü, binanın konfigurasiyası, məkanda oriyentasiyası kimi mühüm parametrləri müəyyən edir və təbii ki, memarlıq, planlaşdırma, mühəndislik, texnoloji və konstruktiv həllərə təsir göstərir.

Çoxmərtəbəli binaları layihələndirmədən qabaq eyni zamanda onların inşa olunacağı ərazilərin geoloji durumu yoxlanılmalı, mühəndisi-geoloji tədqiqat işləri aparılmalı, neçə mərtəbəli və neçə bloklu binanın tikintisinin aparılacağı müəyyənləşdirilməlidir. Çünki binanın əsas dayağı bünövrə olduğundan onun qoyulması üçün məkənin dəqiqləşdirilməsi, obyektin hündürlük, en, davamlılıq və dayanaqlılıq məsələləri yoxlanılmalı və bütün bunlar sənədlərdə öz əksini tapmalıdır. Ərazinin gilli, qumlu, daş-çınqıllı və düz-relyefli olmasını öyrənmədən bünövrənin hansı formada qoyulmasını müəyyənləşdirmək mümkün deyildir. Ona görə də ilk öncə geoloji-kəşfiyyat işlərinin aparılması hökmən vacibdir.

Mühəndis-axtarış işləri obyektlərin tikinti və mühəndisi-müdafiə tədbirlərinin layihə öncəsi və layihələndirmə zamanı əsaslandırılması, tikinti layihələndirilən rayon və meydançaların mühəndisi-geoloji şəraitinin kompleks öyrənilməsinə xidmət edir. Bu tədqiqatlar nəticəsində ərazinin relyefinin geoloji quruluşunun, geomorfoloji, hidrogeoloji şəraitinin, həmçinin litoloji kəşfiyyatda sükurların tərkibinin, fiziki-mexaniki xüsusiyyətlərinin, yeraltı suların yayıldığı dərinliklərin, suların kimyəvi tərkibinin dəqiqləşdirilməsi, təhlükə törədə biləcək ekzogen-geoloji proseslərin öyrənilməsi təmin olunur.

Çoxmərtəbəli binalarda seçilmiş inşaat konstruksiyaları da öz növbəsində binanın təyinatına cavab verməlidir. Binalar funksional tələblərə cavab verməklə yanaşı, mühəndis-texniki baxımdan məqsədəuyğun, memarlıq-bədii cəhətdən gözəl və qənaətbəxş olmalıdır.

Çoxmərtəbəli binaların layihələri hazırlanarkən seysmiki normaların tələblərini nəzərdən qaçıрмаq olmaz. Seysmik normalarda [1] binanın planlarının simmetrik layihələndirilməsi tövsiyə olunur ki, bu da binanın konstruktiv sxeminin simmetrik olmasına şərait yaradır. Konstruktiv baxımdan binanın ağırlıq mərkəzi ilə sərtilik mərkəzlərinin də üst-üstə düşməsi və ya bir-birinə yaxın olması vacib şərtlərdəndir. Binanın plan üzrə çeviklik göstəricisi, yəni uzununun eninə nisbəti də 4 və ya ondan az olmalıdır. Binanın bünövrəsinin qoyulma dərinliyinin də planlaşdırma səviyyəsindən yerüstü hissəsinin hündürlüyünün 10%-indən çox olmasını da diqqətə almaq lazımdır.

Çoxmərtəbəli binalar Azərbaycan şəraitində adətən monolit dəmirbeton karkas tipli, yəni çərçivə diafraqmalarla, çərçivə qapalı sərtilik özəkləri və ya qutu şəkilli diafraqmalarla və çərçivə diafraqma və ya sərtilik özəkləri olmadan layihələndirilir. Binanın konstruktiv sxeminin hansının qəbul edilməsi tikinti meydançasının seysmikliyindən və binanın yerüstü mərtəbəsinin sayından asılı olaraq müəyyən edilir. Belə ki, binanın [1] konstruktiv sxemi 7 ballıq zonada diafraqma və ya sərtilik özəkləri olmayan çərçivə şəklində yerüstü mərtəbəsi 9 mərtəbəyədək binalarda, dəmir-beton diafraqmalı çərçivə şəklində 20 mərtəbəyədək binalarda və qapalı sərtilik özəkləri və ya qutu şəkilli diafraqmalarla çərçivə şəklində isə 24 mərtəbə-yədək binalarda qəbul edilməlidir. Eyni qayda ilə 8 ballıq zonada uyğun olaraq konstruktiv sxemlər 7, 16 və 20 mərtəbəyədək, 9 ballıq zonada isə 5, 12, 16 mərtəbəyədək qəbul edilir [1].

Çoxmərtəbəli binalarda mərtəbələrin sayı və binanın yerüstü hissəsinin hündürlüyü seysmik normanın qoyduğu məhdudiyyətləri keçdikdə layihələndirmə işləri ixtisaslaşdırılmış elmi-tədqiqat institutları tərəfindən tərtib edilmiş texniki şərtlər əsasında həyata keçirilməlidir.

Çoxmərtəbəli binaların daşıyıcı konstruksiyalarının hesablamaları aşağıdakı yüklər və təsirlər üçün aparılır:

1) *Daimi yüklər:*

– Binanın damında, dam örtüyünün konstruksiyasının, damda qoyulan qurğu və avadanlıqların, memarlıq elementləri və parapet divarlarının öz çəkisindən yaranan şaquli yüklər;

– Mərtəbələrdə döşəmə örtüyünün konstruksiyasının, balkon məhəçəri, arakəsmə və divarların öz çəkisindən yaranan şaquli yüklər;

– Bünövrə üstünə zirzəminin döşəmə konstruksiyasının, əks doldurulan qruntların öz çəkisindən yaranan şaquli yüklər.

2) *Müvəqqəti yüklər:*

– Qar rayonuna uyğun qar yükü (damda şaquli yük);

– Mərtəbəarası örtüklərdə balkon, pilləkən qəfəsesi, lift holu, liftin maşın zalı və digər yerləşmələrin təyinatına uyğun düşən faydalı yüklər

3) *Külək rayonuna uyğun külək yükü(üfiqi yük);*

4) *Külək pulsasiyasından yaranan üfiqi dinamik yüklər;*

5) *Seysmik yüklər.*

Çoxmərtəbəli binaların konstruktiv elementlərinin gərginlik-i-deformasiya vəziyyətinə təsir edən mühüm alimlərdən biri seysmik (dinamiki) yüklərin təsirləridir.

Dinamik yük vaxt baxımından təsir gücünü, istiqamətini və ya tətbiq nöqtəsini sürətli dəyişməsi ilə xarakterizə olunur ki, bu da bina və qurğularda kifayət qədər ətalət qüvvələrinə səbəb olur. Bina və qurğulara təsir edən digər qüvvələrlə yanaşı bu ətalət qüvvələrinin də təsiri ciddi surətdə nəzərə alınmalıdır.

Belə ki, binanın istismarı zamanı zəlzələdən(seysmik yükədən) və bina ətrafında sistemsiz hərəkət edən yük maşınlarının istismarından, iri kütlələrin zərbə ilə düşməsindən, partlayışdan və digər səbəblərdən də bu çür qüvvələr, dinamik yüklər yaranır.

Çoxmərtəbəli binalarda dövrü olmayan yüklərə, qısa müddətli dinamik yüklərə xüsusi ilə fikir verilməlidir. Seysmik, zərbə və partlayış dalğalarının təsirindən yaranan yüklər bu qəbildən olan yüklərdir.

1934-cü ildə M.Biot tərəfindən təklif olunan seysmik davamlılığın spektral nəzəriyyəsi üsulu böyük praktik əhəmiyyətə malikdir və demək olar ki, bütün ölkələrin standartlarında əsas kimi qəbul edilir. Bu metodun əsasları yerin təcilini ötürən platformada yerləşən və müxtəlif tezlikli kəfkirlər(rəqqaslar) toplusundan ibarətdir.

Seysmik hesablamanın birbaşa üsulu diferensial rəqs tənliklərinin istifadəsinə əsaslanır. Tənliklərin sağ tərəfinə instrumental və ya sintez edilmiş akseleroqram şəklində seysmik yük daxildir. Bu dinamik hesablama üsulu, əsasən, sərbəstlik dərəcəsi çox olan sistemlərin mürəkkəb hesablama sxemli bina və qurğuların hesablanması kompüter texnologiyasından istifadə etməklə həyata keçirilir. Bu üsul elastoplastik deformasiyaları nəzərə almağa imkan verir. Elastoplastik deformasiyaları nəzərə almaq üçün ideal elastoplastik və möhkəmlənmə ilə ikixətli diaqramdan istifadə olunur [4].

Bunlardan başqa layihələndirmə zamanı bina və qurğuları progressiv dağılmaya da hesablama tələb olunur[5]. Progressiv dağılma binaların konstruksiyalarının hər hansı bir kiçik hissəsinin sıradan çıxması və ya zədələnməsi nəticəsində bütün konstruksiyaların tam və ya qismən sıradan çıxmasına səbəb olan vəziyyətdir. Belə qəza vəziyyəti qaz partlayışları, terror hücumları, yanğınlar, binanın tikintisi və istismarı zamanı qüsurlar, onların keyfiyyətsiz yenidən qurulması, binanın həddindən artıq yüklənməsi kimi insan fəaliyyətindən və fəvqəladə hallar zəlzələlər, qasırğalar, sürüşmələr, bünövrələrin qeyri-bərabər deformasiyası kimi təbiət hadisələri nəticəsində yarana bilər.

Progressiv dağılmanın qarşısını almaq üçün bütün binanın ümumi möhkəmləndirilməsi, yerli gücləndirilmə və elementlərin bir-birinə bağlanması yolu ilə təmin edilə bilər. Əksər Amerika normaları ümumi möhkəmləndirməyə üstünlük verir, burada bina elementlərindən birinin dağılması bütün tikilinin məhvini səbəb olmur. Yerli gücləndirmə aparmaq çox çətindir. Çünki bunun üçün həssas hissələrin yerini bilmək lazımdır. Bunu etmək üçün binaya qabaqcadan

mümkün təsirləri müəyyənləşdirmək olmur. Elementlərin konstruktiv qarşılıqlı əlaqəsi və ya fasiləsiz ardıcıl olması da ümumi və ya yerli möhkəmləndirmə üsulu sayılır.

Proqressiv dağılma üçün hesablamalar çox vaxt böyük yerdəyişmələrlə nəticələndiyindən, hesablamaları həndəsi qeyri-xətti qoyuluşda aparmaq tövsiyə olunur.

Son dövrə kimi dəmirbeton elementlərinin hesablarında tətbiq olunan metod xətti deformasiya metodu olmuşdur. Ona görə də dəmirbeton elementlərində istifadə olunan materialların (beton və armaturun) elastiklik həddindən sonrakı işinə daxil olan plastik deformasiyalarını nəzərə almaq mümkün olmurdu. Təcrübələr nəticəsində betonun və armaturun deformasiyaları ilə gərginliklər arasında əlaqələrin Hük qanundan kənara çıxaraq qeyri-xəttiliyi aşkar olunur. Nəticədə dəmirbeton elementlərin qeyri-xətti deformasiya modeli əsasında hesablanma metodunun işlənməsi zərurəti yaranır. Müasir dövrdə ayrı-ayrı dəmirbeton elementlərin qeyri-xətti deformasiya modeli əsasında möhkəmliyə hesabatı aparılır[2].

Çoxmərtəbəli binaların hesabatının da bu günkü tələbata uyğun işlənməsi vacibdir. Binanın ayrı-ayrı dəmirbeton konstruksiyaları onların tətbiq sahəsindən asılı olaraq statik və dinamik yüklərin təsirinə məruz qalırlar. Çoxmərtəbəli binaların qeyri-xətti deformasiya modeli əsasında statik və dinamik yüklərin təsirinə hesablanma metodunun işlənməsi aktual mövzudur.

Seysmik yüklərin təsiri altında konstruksiyaların hesablanması üsullarının inkişafı və təkmilləşdirilməsi sənaye və mülki binaların təbii fəlakət baş verdikdə problemsiz işləməsinə təmin etmək ehtiyacından irəli gəlir. Dəmirbeton konstruksiyaların dinamik yüklərə davamlılığı probleminə tədqiqatçılar arasında böyük maraq var. Yerli və xarici alimlərin bir sıra işi dinamik yüklərin təsiri altında dəmir-beton konstruksiyaların davranışının öyrənilməsinə həsr edilmişdir.

Nəticə:

Çoxmərtəbəli binaları layihələndirərkən və konstruktiv hesabatını yerinə yetirərkən proqressiv dağılmasını və qeyri-xətti deformasiya modeli ilə hesablama kimi yeni yanaşmaları tətbiq etmək lazımdır.

Ədəbiyyatlar:

1. AzDTN 2.3-1 “Seysmik rayonlarda tikinti” AR Dövlət Şəhərsalma və Arxitektura Komitəsi- Bakı 2009, 36səh.; Dəyişiklik №1, Bakı 2011, 4səh.; Dəyişiklik №2, Bakı 2013, 7səh.

2. Hacıyev M.Ə., Əsədov E.Z., Quliyev F.M., Qeyri-xətti deformasiya modeli əsasında düzbucaqlı en kəsikli dəmirbeton elementlərin əyilmə məsələlərinin həlli. Azərbaycan İnşaat və Memarlıq Elmi tədqiqat İnstitutunun elmi-praktiki jurnalı, Bakı 2015, № 3, səh.27-34.

3. Дроздов П.Ф. Проектирование и расчет многоэтажных гражданских зданий и их элементов. Учебное пособие для вузов. Изд. М., Стройиздат, 1986 г. 351 с.

4. Денисов Б.Е. Расчет зданий и сооружений на сейсмические воздействия. [Текст] / Денисов Б.Е., Килимник Л.Ш., Николаенко Н.Н., Поляков С.В. Справочник проектировщика. Динамический расчет сооружений на специальные воздействия. – М.: Стройиздат, 1981 г. – с. 41-79.

5. СП 385.1325800.2018, “Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения”. Правила проектирования. Основные положения. Изд. М., Стандартинформ, 2018г. 19с.

Quliyev Fövzi Mənaf oğlu
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, t.ü.f.d., dos.
<https://orcid.org/0000-0003-2226-3875>,
quliyevfevzi@mail.ru

Tarixi binalarının yükdaşıyan konstruksiyalarında ən çox rast gəlinən qüsurlar

The buildings built in the territory of our country at the end of the 19 th century and the beginning of the 20 th century are considered the main buildings of the cities, and these buildings carry a lot of historical significance. During the construction of these buildings, construction materials used in that period were used. Vertical and horizontal load-bearing structures of buildings currently tend to show characteristic, repetitive defects and failures. The article presents a summary of defects and malfunctions that often occur in these buildings. When defects and wear are detected in buildings, a detailed analysis of their causes and consequences should be carried out as a basis. Restoration and reconstruction of the building is the main condition for its reliability and long-term operation. A part of the restoration and reconstruction of buildings should be the elimination of the causes of their deterioration and the elimination of all defects that harm the stability of the structure.

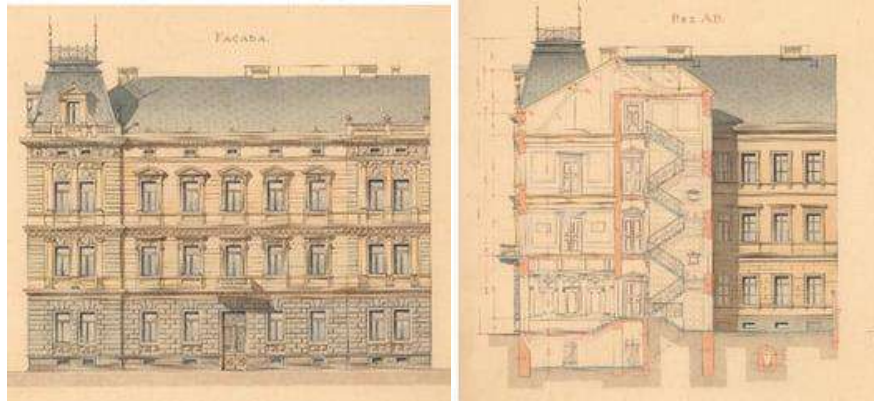
açar sözlər:

bina, konstruksiya, aşınma, bərpa, qüsür

Key words:

building, construction, wear, restoration, defect

19-cü əsrin axırlarında 20-ci əsrin əvvəllərində ölkəmiz ərazisində inşa edilmiş yaşayış binaları şəhərlərin əsas tikililəri hesab edilir və bu tikililər bir çox tarixi əhəmiyyəti özündə daşıyır. Bu yaşayış binaları tikintisi zamanı həmin dövrdə istifadə edilən inşaat materiallarından istifadə edilmişdir.



Şəkil 1. XIX əsrin axırlarında inşa edilmiş dördmərtəbəli yaşayış binası (a) və kəsik (b) .

19-cu əsrin ikinci yarısından çoxmənzilli binaların şaquli və üfüqi yükdaşıyan konstruksiyaları hazırda bir çox hallarda xarakterik, təkrarlanan qüsurlar və aşınmalar aşkar edilir (Şəkil 2). İnşaat konstruksiyalarının və dövrə aid divar hörgüsünün detallarının araşdırmaları əsasında hörgü konstruksiyalarında ən çox rast gəlinən qüsurlar və aşınmalarını müəyyən etməkdir. Şaquli və üfüqi konstruksiyalarının təhlükə altında olan struktur detalları, o cümlədən, məsələn, əsas tikinti şərtləri məsələsi, tarixi binaların tikintisinin nəticələrini və texniki problemlərini azaltmaq üçün münasib addımdır. Eyni zamanda, tarixi binanın bərpasının layihələndirilməsini asanlaşdırma və sürətləndirə bilər ki, bu proses zamanı heç bir monumental dəyər itiməsin [1].



Şəkil 2. 19-cu əsrin ikinci yarısı və 20-ci əsrin əvvəllərində rütubətin, səhv dizayn həllinin və baxımsızlığın səbəbindən başlanan deqradasiya proseslərinin səbəb olduğu konstruksiyalarda ən çox yayılmış aşınmaları aydın şəkildə göstərən şəkillər. Şəkillərdə aşağıdakılar aydın görünür: (a) düzgün quraşdırılmamış nov, kütləvi sızma nəticəsində zədələnmiş çıxıntı, kif və mamır; (b) gipsin deqradasiyası və pozulması, duzların, kiflərin və mamırların əhəmiyyətli çoxalması.

Binanın içərisində yükdaşıyan divarlar orta divarlar adlanan divarları əmələ gətirirdi ki, burada aşırımlar 4 ilə 5 m arasında, müstəsna hallarda 8 m-ə qədər (saraylar, ictimai binalar), dəhlizlər isə adətən daha az idi. Şəhər yaşayış binalarının şaquli yükdaşıyıcı konstruksiyaları ən çox qarışıq hörgüdə və 290 mm × 140 mm × 65 mm klassik formatda olan bərk bişmiş kərpicdən hörgü ilə yerinə yetirilirdi [2,3]. Hörgü konstruksiyalarının çatlar, səth təbəqələrinin əzilməsi və dağılması hallarına daha çox rast gəlinir. Hörgüdəki qüsurlar qeyri-kamil layihə sənədləri və ya qeyri-kamil və ya səhv icra nəticəsində yaranır. Ən çox rast gəlinən düzgün bağlanma prinsiplərinə əməl edilməməsidir. Sonradan yaranan nasazlıqlar, qeyri-kafi yükdaşıma qabiliyyəti, deqradasiya prosesləri və digərləri ilə özünü göstərən hörgü qüsurlarına aşağıdakılar daxildir:

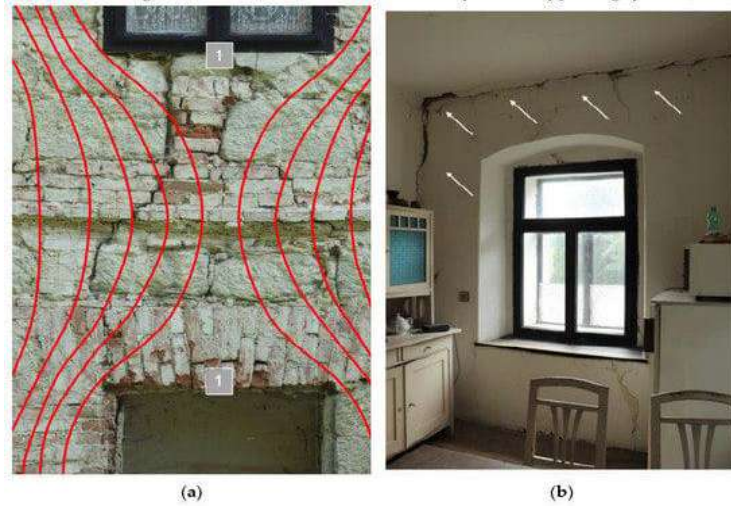
- ❖ məhlulun keyfiyyətsizliyi (tərkibi, aqreqatların həddən artıq dənə ölçüsü, zəif yapışma, yığışma, zəif işləmə qabiliyyəti) [4],

- ❖ hörgü elementlərinin keyfiyyətsizliyi (həddindən artıq məsaməlilik, qeyri-kafi sıxılma və dartılma, hörgü elementlərində yüksək nəm udma, tikinti materialının ayrı-ayrı hissələrinin keyfiyyətində fərqlər) [5,6],

- ❖ hörgü elementlərinin müstəvisinə və şaquliliyinə riayət edilməməsi.

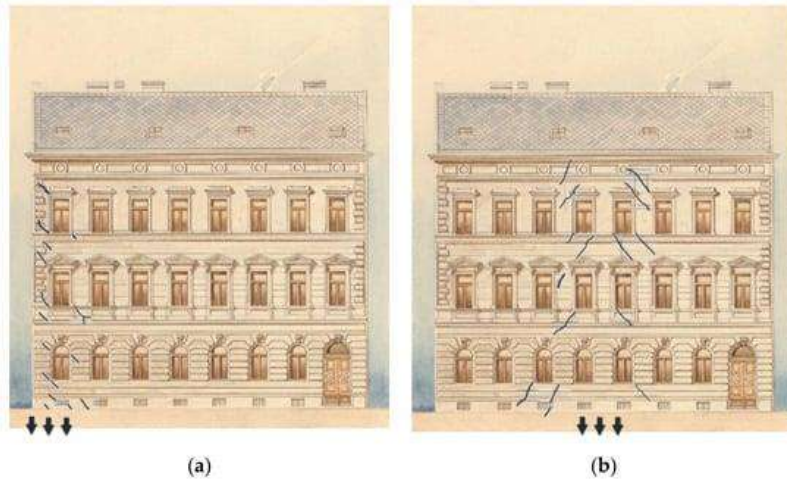
Şaquli yükdaşıyan hörgü konstruksiyalarının qüsurları daşıyıcı sistemin mexaniki müqavimətini və dayanıqlığını təmin etmək baxımından həlledici əhəmiyyətə malikdir. Hörgü konstruksiyalarının və tikililərin konstruktiv qüsurlar bina konstruksiyasının statik yüklərə və bəzi yüklərin deformasiya effektinə və dinamik komponentli statik yüklərə reaksiyası nəticəsində yaranır. Bu qüsurların ən çox yayılmış təzahürləri həddindən artıq deformasiyalar və çatlar, əzilmə (sıxılmada uğursuzluq) və qeyri-kafi yükdaşıma qabiliyyəti səbəbindən yaranan yerli mexaniki zədələrdir. Nəticədə gərginliyin konsentrasiyası olan yerlərdə yüklənmənin dəyişməsi, uzunmüddətli deformasiyalar, hörgülərin deqradasiyası və dağılması və ya qeyri-peşəkar müdaxilələr nəticəsində yaranır. (**Şəkil 3**) [7,8].

Hörgü konstruksiyalarının və binalarının qeyri-konstruktiv qüsurlar ayrı-ayrı konstruksiyalar üçün istifadə olunan materialların xarici mühitlə qarşılıqlı təsiri nəticəsində yaranır, bu, hər şeydən əvvəl yüksək nəmlik səviyyəsi, strukturların tələb olunan xassələrini zəiflədən kimyəvi, mineraloji və bioloji proseslərlə özünü göstərir. Onların tədricən pisləşməsi və parçalanması — deqradasiya prosesləridir [9].



Şəkil 3. 19-cu əsrin ikinci yarısı və 20-ci əsrin əvvəllərindən konstruksiyaların konstruktiv qüsurlara misallar: (a) hörgüdə açıqlıqlarla zəifləmiş nəzərəçarpan dartılma çatları, təzyiqlik trayektoriyalarının təsviri ilə, 1—normal gərginliklər və dartılma sahəsi. çatlar; (b) təməlin dibindəki dəyişikliyin təsiri nəticəsində məcburi deformasiya nəticəsində divar ilə tavan arasında yaranan çat.

Döşəmə dibinin formasının dəyişməsi və sonrakı hörgü nasazlıqları da ətrafdakı tikinti fəaliyyəti nəticəsində baş verə bilər, məsələn, binanın genişləndirilməsi, nəqliyyat vasitələrinin hərəkəti (qruntun sıxılmasına səbəb olan dinamik təsirlər, binanın zərbələri), yaxud hidrogeoloji şəraitin dəyişməsi, qonşu binanın tikintisi zamanı mövcud bünövrənin dayaq dibinə təsiri və ya şaxtanın nüfuz etməsi, bünövrənin əlavə yüklənməsi, qonşu binanın tikintisi zamanı dinamik təsirlər və zərbələr və s. (Şəkil 4) [10].

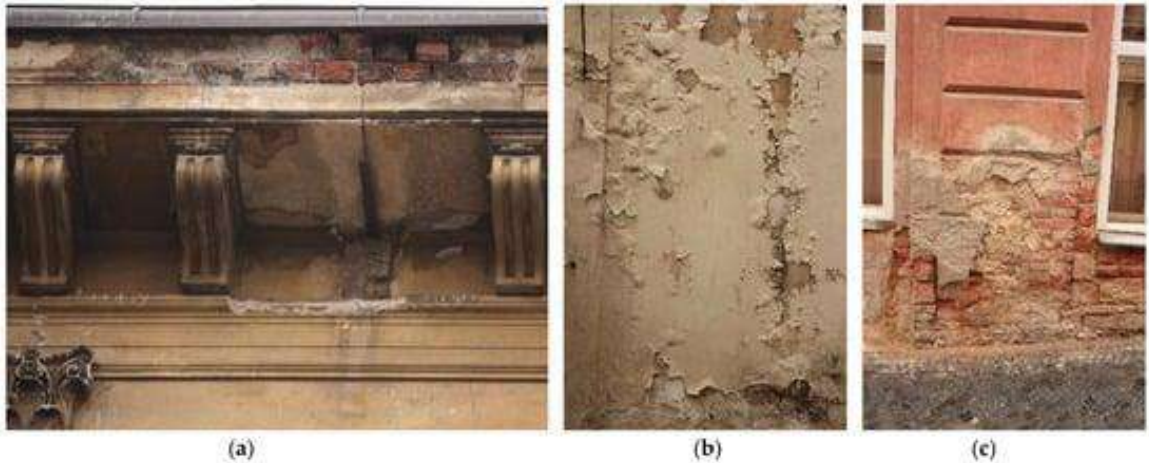


Şəkil 4. Şaquli hörgü çatlarının və aşınmaların gedişatının qrafik təsviri - fasaddakı xarakterik maili çatları (a), kənar təsirə məruz qalan hissənin azalması və bununla da bünövrə formasının dəyişməsi nəticəsində yaranan çatlar (b) binanın orta hissələrində, məsələn, qeyri-bərabər bünövrə şəraiti (qumlar – qaya), qeyri- bərabər sıxılma və ya əsas qunt sularının təsiri.

Yaşayış binalarının divar hörgüsündə ciddi problemi əsas yarananlar duzlar və zəif turşu məhlulları ilə çirklənmiş nəmin təsiri nəticəsində nəm hörgü və səth örtüklərinin deqradasiyası və parçalanmasıdır. Kimyəvi proseslər hörgü elementlərinin bağlayıcı komponentini parçalayır və bu reaksiyaların məhsulu olan bağlayıcı və duzlar rütubətin dəyişməsi zamanı hörgü məsamə sistemində təzyiqlik yaradır və onun bütövlüyünü korlayır, örtüklərin və divarların parçalanmasına və dağılmasına səbəb olur. .

19-cu əsrin ikinci yarısından və 20-ci əsrin əvvəllərindən tarixi binaların üstünlük təşkil edən hissələri, hörgünün düzgün işlənməməsi və ya zədələnmiş hidroizolyasiyası nəticəsində bünövrə hörgüsünün və bünövrə xəttinin üstündəki hörgüdə artan nəmlik daha çox rast gəlinir. Bünövrə xətti və binanın yeraltı hissələrinin hörgüsü daha çox su təchizatı və kanalizasiya borularının və magistral xətlərin sızması və ya qəzaları, ərazinin pis drenajı, kifayət qədər havalandırma olmaması səbəbindən qüsurlar yaranır [11,12]. Tarixi kərpicdən tikilmiş binaların bir çox hallarda rütubətdən qorunma yoxdur və ya nəm keçirmə, ventilyasiya sistemləri və s. xarab olub və deqradasiyaya uğrayıb [13].

Yeraltı və qismən yerüstü hörgülərin artan rütubət səviyyəsi adətən kimyəvi və bioloji deqradasiya prosesləri ilə müşayiət olunur, onların intensivliyi artan nəmlik səviyyəsinin göstəricisindən və onun aqressivliyindən asılıdır. Duzluluğun, xüsusən də hörgüdəki sulfatların, xloridlərin və nitratların tərkibinin çox olması artan nəmlik səviyyəsinin yüksək olmasına səbəb olur (Şəkil5 [14,15]. Hörgü hiqroskopikliyi artıran hiqroskopik xüsusiyyətlərə malik duzlar və hörgü məsamə sistemində bakteriya olması, rütubətin artmasına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərə bilər. Deqradasiya prosesləri adətən hörgüdəki bağlayıcı komponentlərin tərkibini azaldır. Bu səbəblərə görə bina strukturlarının vəziyyətinin qiymətləndirilməsinə, o cümlədən, ümumi məsaməliliyin və məsamələrin paylanması dəyişməsinin təhlili və suda həll olunan duzların tərkibinin qiymətləndirilməsi daxil edilməlidir [16] .



Şəkil 5. Tarixi binaların xarici mühitin təsiri nəticəsində divarlarda kimyəvi, mineraloji və bioloji proseslərlə müşayiət olunan artan nəmlik səviyyəsinin və temperaturun təsiri nəticəsində yaranan qeyri-konstruktiv qüsurların nümunələri (a) çıxıntının və onun səthinin zədələnməsi, görünən duz qabarcıqları; (b) aşağı diffuziya keçiriciliyinə görə səth təbəqələrində qapalı və açıq qabarcıqlar; (c) rütubətin və duzların uzunmüddətli təsiri nəticəsində divar hissəsinin geniş zədələnməsi.

Nəticə

Məqalədə 19-cu əsrin ikinci yarısı və 20-ci əsrin əvvəllərindən çoxmənzilli binaların şaquli və üfüqi yükdaşıyan konstruksiyalarında ən çox yayılmış qüsurları və aşınmaları təqdim olunur. Tarixi binalarda yaranan qüsurlar və nasazlıqlar, deqradasiya prosesləri və binaların bərpası tədbirlərinin layihələndirilməsi ilə bağlı məsələlər geniş mövzuları əhatə edir. İstifadə olunan tarixi tikililər, materiallar və tikinti üsulları haqqında bilik bizə görkəmli, əsasən də tarixi tikililərin ilkin vəziyyətinə qaytarılması və bərpası zamanı qüsurların qarşısını almağa kömək edir.

Qüsurların və aşınmaların səbəb və nəticələrinin dəqiq təhlili reabilitasiya və bərpa tədbirlərinin etibarlılığı və uzunmüddətli davamlılığının əsas şərtidir. Binaların yenidən qurulması və təmirinin tərkib hissəsi aşınmaların aradan qaldırılması, onların struktur

təhlükəsizliyini, dayanıqlıq təhlükəsizliyini qüsurların aradan qaldırılması olmalıdır. Yenidən qurulan binaların davamlılığını təmin etmək üçün əsasən kimyəvi və biokimyəvi proseslərin, temperaturun və nəmin təsirindən yaranan deqradasiya və korroziya proseslərinin qarşısı alınmalı və adekvat qoruyucu tədbirlər görülməlidir. Bu baxımdan binaların və onların ayrı-ayrı hissələrinin artan rütubət səviyyəsinin təsirindən qorunması birinci dərəcəli əhəmiyyət kəsb edir.

Ədəbiyyat

1. Anzani, A.; Cardani, G.; Condoleo, P.; Garavaglia, E.; Saisi, A.; Tedeschi, C.; Tiraboschi, C.; Valluzzi, M.R. Understanding of historical masonry for conservation approaches: The contribution of Prof. Luigia Binda to research advancement. *Mater. Struct.* **2018**, *51*, 140. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
2. Pacold, J. *Konstrukce Pozemního Stavitelství*; Díl II.; Fr. Rivnac Publisher: Prague, Czech Republic, 1890. [[Google Scholar](#)]
3. Niklas, J.; Šanda, F. J. P. *Jöndlovo Poučení o Stavitelství Pozemním*; I. L. Kober Publisher: Prague, Czech Republic, 1865. [[Google Scholar](#)]
4. Girsá, V.; Michoinová, D. *Historické Omitky—Zachrana, Konzervace, Obnova*; CTU in Prague: Prague, Czech Republic, 2013; ISBN 978-80-01-05229-7. [[Google Scholar](#)]
5. Witzany, J.; Zigler, R.; Čejka, T.; Pospíšil, P.; Holický, M.; Kubát, J.; Maroušková, A.; Kroftová, K. Physical and Mechanical Characteristics of Building Materials of Historic Buildings. *Civ. Eng. J.* **2017**, *4*, 343–360. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
6. Matysek, P.; Witkowski, M. A Comparative Study on the Compressive Strength of Bricks from Different Historical Periods. *Int. J. Arch. Herit.* **2016**, *10*, 396–405. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
7. Research MSM6840770001. *Spolehlivost, Optimalizace a Trvanlivost Stavebních Materiálů a Konstrukcí*; Faculty of Civil Engineering, CTU in Prague: Praha, Czech Republic, 2010. [[Google Scholar](#)]
8. Kotlík, P.; Šrámek, J.; Kaše, J. *Monografie STOP (2000): Opuka*; STOP: Praha, Czech Republic, 2000. [[Google Scholar](#)]
9. Witzany, J.; Wasserbauer, R.; Čejka, T.; Kroftová, K.; Zigler, R. *Obnova a Rekonstrukce Staveb. Poruchy, Degradace, Sanace*; CTU in Prague: Prague, Czech Republic, 2018; ISBN 978-80-01-06360-6. [[Google Scholar](#)]
10. Bradáč, J. *Základové Konstrukce*; Akademické Nakladatelství CERM: Brno, Czech Republic, 1995. [[Google Scholar](#)]
11. Witzany, J.; Zigler, R.; Čejka, T.; Maroušková, A.; Kubát, J. Research into the effect of grouting on physical-mechanical properties of historic masonry. In *Advances in Engineering Materials Structures and Systems: Innovations, Mechanics and Applications*; Taylor & Francis: London, UK, 2019; pp. 617–618. ISBN 978-1-138-38696-9. [[Google Scholar](#)]
12. Witzany, J.; Hruška, A.; Zlesák, J.; Zigler, R. Vliv vlhkosti na redistribuci napětí tlačených zděných konstrukcí. In *11. Mezinárodní Vědecká Konference VUT Brno*; VUT v Brně: Brno, Czech Republic, 1999; pp. 239–242. [[Google Scholar](#)]
13. Skabrada, J. *Konstrukce Historických Staveb*; Argo: Prague, Czech Republic, 2003; ISBN 80-7203-548-7. [[Google Scholar](#)]
14. Fára, P. *Monografie STOP: Sanace Vlhkého Zdiva*; STOP: Prague, Czech Republic, 2003. [[Google Scholar](#)]
15. Drawing No. 307. Archive of the National Technical Museum: Fund 55—University of Technology Prague, Civil Engineering. Available online: <http://www.ntm.cz/en> (accessed on 12 January 2021).
16. Delgado, J.M.P.Q.; Guimarães, A.S.; De Freitas, V.P.; Antepara, I.; Kočí, V.; Černý, R. Salt Damage and Rising Damp Treatment in Building Structures. *Adv. Mater. Sci. Eng.* **2016**, *2016*, 1–13. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]

Решение некоторых основных вопросов спуска и транспортировки на плаву опорного блока морских платформ

Ф.К.Гасанов – др. философии по технике, доцент, заслуженный инженер, гл.инженер- первый заместитель директора (НИПИ «Нефтегаз», SOCAR)

Email: fazilq.hasanov@socar.az

hasanovfazil@hotmail.com

Р Е З Ю М Е. В статье рассматриваются исследования процессов спуска и транспортировки, постановка опорного блока платформ.

Для выполнения процессов спуска и транспортировки ОБ, ввиду недостаточности водоизмещения их плавающих граней на опорные блоки, установлены дополнительные плавучести-понтон. Размеры и размещения понтонов определялись из расчета.

Головные понтоны устанавливаются на боковых панелях ОБ в головной части, вспомогательные понтоны на верхней панели в нижней диафрагме.

Перемещение ОБ производится пушпульным устройством, которое соединяются с ОБ через удлинитель толкателя посредством соединительных узлов.

Определяется усилие, развиваемое пушпульным устройством при перемещении ОБ. Вес опорного блока воспринимается стапельными балками и поворотной рамой через деревянные полозы.

Результаты проведенных исследований используются на БЗГО им. Г.Алиева при спуске, транспортировке и установке опорных блоков платформ.

Ключевые слова :опорный блок, пушпульная система, понтон, стапель, спусковые балки.

В настоящее время проблеме освоения топливно-энергетических ресурсов шельфа, прежде всего нефтегазовых месторождений Каспийского моря, уделяется особое внимание. Решение этой проблемы требует изучения большого комплекса научно-технических вопросов. Одним из важнейших проблем является транспортировка опорного блока морских платформ как основной элемент нефтегазопромысловых гидротехнических сооружений, предназначенных для работы на больших глубинах.

Сборка опорного блока (ОБ) производится на стапеле Бакинского завода глубоководных оснований им. Г.Алиева. Стапель выполнен из двух параллельных стапельных балок, расстояние между которыми 25 м. Каждая стапельная балка образует путь скольжения шириной 1250 мм и длиной 364 м. Для снижения коэффициента трения при перемещении ОБ на пути скольжения устанавливается тефлоновое покрытие, обеспечивающее приемлемые величины коэффициентов трения.

Пушпульная система предназначена для перемещения опорного блока по стапельным балкам и состоит из 2-х автономных гидротолкающих устройства (рис.1), каждое из которых развивает тяговое усилие 1400 т при давлении в гидроцилиндрах 360 бар и толкающее усилие 1500 тс при давлении в гидроцилиндрах 300 бар. Пушпульная система соединяется с опорным блоком через толчковые балки с помощью шарнирных устройств. Для восприятия усилий от гидротолкателей в направляющих балках выполнены отверстия 110x300 мм с шагом 1100 мм, в которые вставляются упоры гидротолкателей.

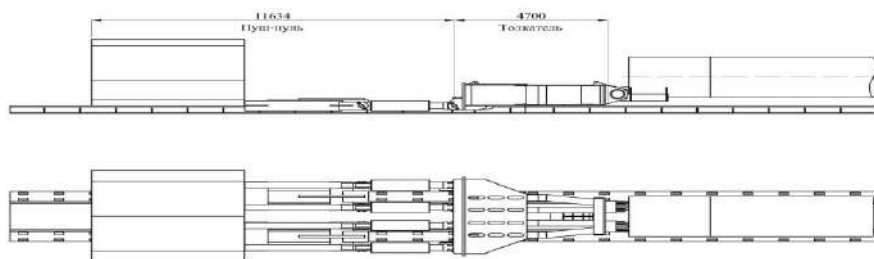


Рис.1 Пушпульная система

Для выполнения процессов спуска и транспортировки ОБ ввиду недостаточности водоизмещения их плавающей грани на опорные блоки устанавливаются плавучести-понтон.

Размеры и размещение понтонов определяются из условий:

- обеспечения безопасного спуска ОБ;
- равномерного распределения нагрузки на поворотной раме.

Головные понтоны устанавливаются на боковых панелях ОБ в головной части, вспомогательные понтоны на верхней панели и нижней диафрагме.

Конструкция понтонов обеспечивает прочность при внешнем гидростатическом давлении до 10 м вод.столба, а также при нагружении их опорным блоком по всех случаях транспортировки и установки.

Понтон грузоподъёмностью 4500 кН подводится под ОБ в конце спуска для уменьшения нагрузки на раму, а также для уменьшения удара головной части ОБ о воду при соскоке и уменьшения её заглубления понтона определяется из условия необходимой высоты для свободной установки понтона. Осадка понтона с остаточным балластом $d_n=555$ мм. Надводный борт понтона:

$$H_n = D - d_n + t \quad (1)$$

где $D=1420$ мм нога блока, $t=29$ мм – толщина подушки. Понтон подводится под ОБ, когда центр копыла ОБ находится от оси поворотной рамы на расстоянии $L_k=11$ м для уровня моря минус 27,0 м. Высота ОБ над водой в районе крайней трубы понтона.

$$H_N = H_h + K_N \quad (2)$$

Для удобства размещения понтона под ОБ необходимо, чтобы подводный борт понтона был $H_{N5}=1697$ мм, что соответствует осадке $d_n=1123$ мм и достигается приёмом балласта. На рис. 2 и 3 представлена схема установки понтона г/п 4500 кН. Высота точки N, которая лежит на оси стойки нижней панели ОБ находится над серединой понтона, относительно уровня воды (рис.2).

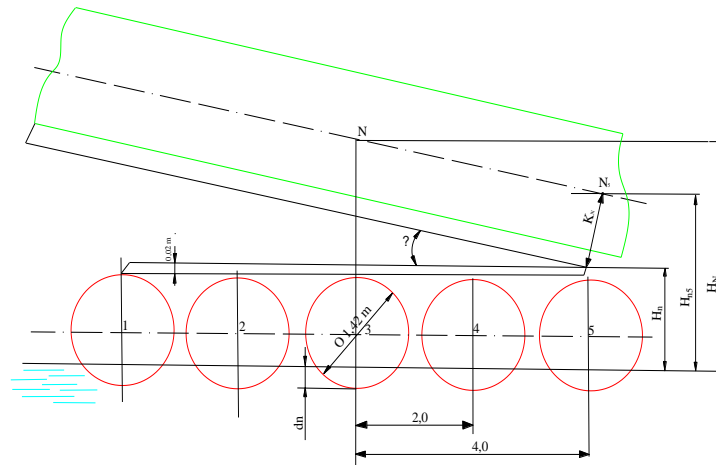


Рис.2

$$H_N = H_{N5} + l_1 \operatorname{tg} \beta \quad (3)$$

где, l_1 -расстояние между понтонами. Для данного положения ОБ на раме расстояние точки E от середины рамы равно $L_k = 11$ m (рис.3).

Высота точки E над водой :

$$H_E = H_c + L_k \operatorname{Sin} \beta \quad (4)$$

Тогда расстояние точки N от диафрагмы D-1 блока будет:

$$\ell_d = \frac{H_c + L_k \operatorname{Sin} \beta - H_{N5} - l_1 \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{Sin} \beta} \quad (5)$$

Угол наклона рамы при подведении понтона $\beta = 5,5^\circ$. При дальнейшем продвижении ОБ по раме осадка крайней трубы понтона увеличивается на величину Δd . Усилие, создаваемое понтоном при этом, определяется по формуле [1].

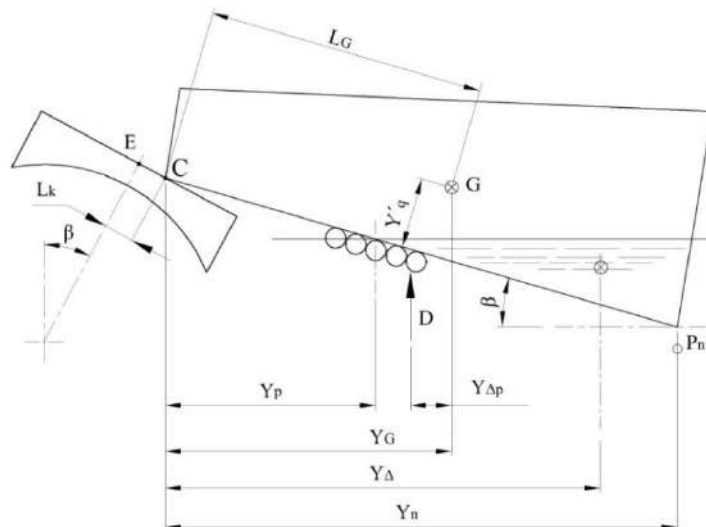


Рис.3

$$P_o = \frac{\Delta d}{\frac{1}{\gamma S} + \frac{\left(\frac{1}{2} + x_g\right)(x_p - x_g)}{DH}} \quad (6)$$

где, γ - плотность воды; S - площадь ватерлинии понтона порожнем; L - ширина понтона;

$X_g=0$ - координата ЦТ площади ватерлинии; X_p - координата точки приложения силы P_o ;

D - водоизмещение понтона порожнем; H - метацентрическая высота. Угол наклона понтона при этом:

$$\gamma = \frac{P_o - X_p}{92,5}, \text{ град.}$$

Где, 92,5 тм/град – момент кренящей на 1 градус. При $\gamma < \beta$ считаем определение действующего усилия ОБ достаточным. При $\gamma > \beta$ понтона фактически полностью прижмётся к ОБ и его наклон составит угол β .

Грузоподъёмности понтона при наклонении на угол β определяются в дальнейшем расчётом по осадке каждой трубы понтона. Когда копыл ОБ будет находиться примерно над осью поворота рамы, рама должна быть освобождена от фиксации и при дальнейшем продвижении ОБ повернётся на максимальный угол поворота 7^0 . Рассчитаем это положение. Полагаем, что ось вращения копыла находится в точке Е. Тогда освобождение поворотной рамы должна производиться в момент, когда узел занимает положение Д. При этом $L_k = L_c \operatorname{tg} \beta$, где $\beta = 5,5$; $L_c = 36,76$ м. Рассчитаем положение ОБ при спуске для $L_k = 8$ м, $L_k = 3$ м, $L_k = 0$ и когда копыл находится над осью опрокидной рамы (точка Е), т.е. $L_k = 9$ м.

$$H_E = H_C + L_k \sin \beta \quad (7)$$

При всплытии ОБ величины y_G меняются незначительно и их значения определяем, полагая угол θ равным углу наклона рамы в конце спуска ($\beta = 3,5^0$)

$$y_G = v \cos \theta + y'_D \sin \theta \quad (8)$$

Момент плавучести ОБ при спуске с понтоном г/п 4500 кН

$$M_{\Delta} = G y_G - P (y_p + y_{\Delta p}) - P_n Y_n \quad (9)$$

Где P - грузоподъёмность понтона, определяемая в зависимости от положения понтона относительно ОБ.

$Y_{\Delta p}$ - расстояние ЦВ понтона от его ЦМ.

Положение точек N и N_5 над водой (рис. 1) определяется по формуле

$$H_N = H_E - l_{NE} \sin \theta^* \quad (10)$$

$$H_{N5} = H_E - (l_{NE} + l_1) \sin \theta^* \quad (11)$$

где θ^* - предполагаемый угол всплытия ОБ.

Изменение осадки крайней трубы понтона

$$\Delta d = H_k - H_{N5} \quad (12)$$

При расчете принималось $H_k=1957$ мм. В случае, когда плотность полностью прижимается к ОБ грузоподъемность понтона Р и отстояние центра величины понтона от его центра масс y_{Δ} , определяются по осадке каждой трубы понтона. В случае, если понтон полностью прижать к ОБ :

$$y = y_p + y_{\Delta p} \quad (13)$$

В случае, если понтон не полностью прижать к ОБ :

$$y = y_p + l_1 \quad (14)$$

При спуске ОБ для различных уровней моря блок занимает такие же положения относительно уровня моря, что и для уровня моря минус 27 м. Однако положение ОБ относительно поворотной рамы при этом будет иным. Поэтому при расчёте спуска ОБ для уровней отличных от расчётного можно использовать данные (кривые положений нагрузок), полученные при расчете спуска ОБ для моря минус 27 м с внесением соответствующих поправок и построением кривых положений нагрузок для каждого нового уровня моря. Изменение уровня моря $\Delta h = 27 - 26,8 = 0,2$ м.

$$\Delta L = \frac{\Delta h}{\sin \beta}; \quad \Delta a = \frac{\Delta h}{\operatorname{tg} \beta} \quad (15)$$

Расстояние ЦМ ОБ от оси рамы :

$$L_m' = L - \Delta L = L - \frac{\Delta h}{\sin \beta} \quad (16)$$

Расстояние центра копыла от оси рамы :

$$L_k' = L_k + \Delta L = L_k + \frac{\Delta h}{\sin \beta} \quad (17)$$

Расстояние нагрузки на раму от её оси :

- толкании

$$a' = a + \Delta a = a + \frac{\Delta h}{\operatorname{tg} \beta} \quad (18)$$

- без толкания

$$a'_1 = a_1 + \Delta a_1 = a_1 + \frac{\Delta h}{\operatorname{tg} \beta} \quad (19)$$

a_1 – расстояние нагрузки от оси рамы без учета толкания

a – расстояние нагрузки от оси рамы с учетом толкания

Значения изменений ΔL и Δa для различных значений угла β даны в таблице 1.

Расчет фаз спуска блока выполнен в программе “SACS 5.58 Vi (Structural Analysis computer Sistem)”, “STAAD Pro.V8i” результаты расчета [2-9] приведены в таблице.

Построена линия положений центра осей координат в зависимости от угла β для нового уровня моря . При $L_k=0$ (что соответствует расчётному $L_k=63$ м) :
 $L'_k = \Delta L_k$ и $a' = \Delta a$

Л и т е р а т у р а

1. Ф.К.Гасанов, Гидротехнические расчеты самоподъемной плавучей установки в разных сочетаниях волновых и ветровых нагрузок, Москва 2015 – с. 23 ÷ 27.
2. Верлань А.Ф., Ефимов И.Е., Латышев А.В. Вычислительные процессы в системах управления и моделирования. Л.: Судостроение, 1981. - 246 с.
3. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы: Пер. с англ. М.: Мир, 1984-428 с.
4. Джеймсон Э., Мюллер Т., Боллхауз У. и др.численные методы в динамике жидкостей-Пер.с англ.-М.:Мир, 1981-408с.
5. Носков Б.Д. Сооружения континентального шельфа. М.: МИСИ, 1986. -306 с.
6. Оден Дж. Конечные элементы в нелинейной механике сплошных сред.-Пер.с англ.-М.: Мир, 1976-464с.
7. Постнов В.А., Хархурим И.Я. Метод конечных элементов в расчётах судовых конструкций. JL: Судостроение, 1974. - 344 с.
8. Самарский А.А. Введение в теорию разностных схем-М.:Наука, 1971-552 с.
9. Buslov V.M., Karzan D.I. Deepwater platform designs: An illustrated's review. J. OCEAN INDUSTRY. 1985. October. - p. 47 - 53.

УСТОЙЧИВОСТЬ ДВУХСЛОЙНЫХ СТЕРЖНЕЙ В УПРУГОЙ СРЕДЕ

докторант Мохамед Абдалла Мохамед Али, Азербайджанский Университет
Архитектуры и Строительства, mscom89@yahoo.com

Аннотация: В статье для элемента тонкотирирующего с упругим основанием, описываемом моделью Фусса-Винклера решены задачи устойчивости двухслойных стержней в упругопластической стадии при различных способах закрепления концов. Получены соответствующие аналитические зависимости для критических напряжений.

Ключевые слова: устойчивость, критическая сила, критическое напряжение, упругое основание.

Xülasə: Məqalədə Fuss-Vinkler modeli ilə təsvir olunan elastik əsasla təmasda olan ikiqatlı millərin onların uclarının bağlanması müxtəlif variantlarında dayanıqlıq məsələsi həll olunmuşdur. Böhran gərginlikləri üçün analitik ifadələr alınmışdır.

Рассмотрим двухслойный упругопластический стержень, находящийся на упругом основании по гипотезе Фусса-Винклера с коэффициентами пастели C_0 и сжимаемый по концам силами P , рис.1, кроме того будем считать, что один слой работает в пределах упругости, а другой слой работает за пределом упругости.

Сжатые стержни находят большое применение в различных областях техники в качестве несущих элементов. В зависимости от гибкости стержня [2,4] их несущая способность в большинстве случаев определяется их устойчивостью. В некоторых случаях эти сжатые элементы проектируются как двухслойные [3], контактирующие с упругим основанием. Наличие упругого основания вносит свои коррективы на устойчивость этих стержней [1,5]. Поэтому исследование двухслойных стержней контактирующих с упругим основанием с учетом развития пластических деформаций имеет и практическое значение.

Для составления уравнения равновесия в момент потери устойчивости, необходимо определить связь между вариациями напряжения и деформации в каждом слое отдельно. В рассматриваемом случае эти зависимости имеют вид:

$$\begin{aligned} \delta\sigma &= E_2\delta\varepsilon \quad \text{при} \quad -h_2 \leq z \leq 0; \\ \delta\sigma &= E_1(1-\lambda_1)\delta\varepsilon, \quad \text{при} \quad 0 \leq z \leq h_1 \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь E_1, E_2 и h_1, h_2 - соответственно модули упругости и толщины соответствующих слоев, λ_1 - коэффициент линейного упрочнения пластического слоя.

Предположим, что гипотеза плоских сечений справедливо для всей толщины элемента стержня, т.е. $\delta\varepsilon = \varepsilon_0 + z \cdot \chi$, где ε_0 - дополнительная деформация оси стержня, χ - кривизна срединной линии вдоль оси x ; z - координата толщины.

Известно, что вариации усилия и момента вычисляются по формулам:

$$\delta P = \int_{-h_2}^0 \delta\sigma \cdot b(z) \cdot dz + \int_0^{h_1} \delta\sigma \cdot b(z) \cdot dz, \quad (2)$$

$$\delta M = \int_{-h_2}^0 \delta\sigma \cdot b(z) \cdot z dz + \int_0^{h_1} \delta\sigma \cdot b(z) \cdot z dz \quad (3)$$

Здесь $b(z)$ - ширина поперечного сечения стержня.

Уравнение равновесия возмущенного состояния рассматриваемого стержня имеет вид

$$\begin{cases} \delta P = 0, \\ \frac{d^2\delta M}{dx^2} + P \frac{d^2W}{dx^2} + C_0W = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Здесь W - прогиб, т.е. ордината упругой линии стержня.

Для простоты анализа сначала рассмотрим стержень прямоугольного поперечного сечения В этом случае с учетом (1), (2) из (3) для вариаций усилия и момента получим следующие формулы:

$$\delta P = a_1 \varepsilon_0 + a_2 \chi, \quad \delta M = a_2 \varepsilon_0 + a_3 \chi \quad (5)$$

Здесь обозначено:

$$a_k = \frac{E_1 b h_1}{k} \left[1 - \lambda_1 + (-1)^{k+1} e_{21} \delta_{21}^k \right], \quad k = \overline{1,3}, \quad c_{21} = \frac{E_2}{E_1}, \quad \delta_{21} = \frac{h_2}{h_1}, \quad b = const. \quad (6)$$

С учетом (4) из первого уравнения системы (5) имеем $\varepsilon_0 = -\frac{a_2}{a_1} \chi$

Подставляя это выражение во второе уравнение системы (5) для вариации момента будем иметь:

$$\delta M = KI \cdot \chi, \quad (7)$$

где обозначено
$$KI = a_3 - \frac{a_2^2}{a_1} \quad (8)$$

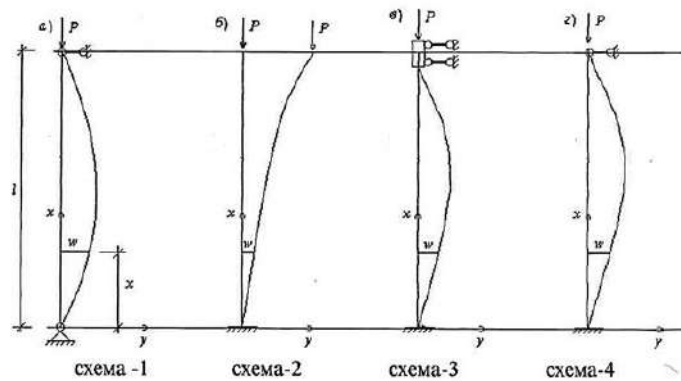


Рис.1. Варианты закрепления концов стержней.

Учитывая (7) во втором уравнении системы (4), после некоторых выкладок получим:

$$KI \frac{d^4 W}{dx^4} + P \frac{d^2 W}{dx^2} + C_0 W = 0.$$

Представим это уравнение в следующем виде:

$$\frac{d^4 W}{dx^4} + R \frac{d^2 W}{dx^2} + QW = 0, \quad (9)$$

где $R = \frac{P}{KI}$, $Q = \frac{C_0}{KI}$.

Исследуем следующие частные случаи:

1. “Схема-1”. Оба конца стержня шарнирно оперты (рис.1, а).
2. “Схема-2”. Один конец стержня заделан, другой конец свободен (рис.1, б).
3. “Схема-3”. Оба конца стержня заделаны (рис.1, в).
4. “Схема-4”. Один конец стержня заделан, другой конец шарнирно оперт (рис.1, г).

Во всех случаях жесткость рассматриваемого стержня по длине принято постоянной.

1. Рассмотрим “Схема-1”. В этом случае прогиб принят в виде выражения

$$W = f \sin \frac{\pi n x}{l}, \quad n = \overline{1, \infty} \quad (10)$$

где f - амплитуда прогиба, n - число полуволин вдоль оси, l - длина стержня.

Подставляя (10) в (9), используя метод Бубнова-Галеркина и производя определенные математические операции в результате получим следующую формулу для определения критической нагрузки

$$P_{cr} = \left(\frac{\pi m}{l}\right)^2 KI + C_0 \left(\frac{l}{\pi m}\right)^2; \quad (11)$$

а минимальная критическая сила будет

$$P_{cr} = \left(\frac{\pi}{l}\right)^2 KI + C_0 \left(\frac{l}{\pi}\right)^2. \quad (12)$$

Или же, с учетом (6) и (8) для определения критического напряжения получим

$$\sigma_{cr}^* = (\pi m)^2 \left(\frac{h}{l}\right)^2 \varphi_1 + \frac{C_0}{(\pi m)^2 E_1} \frac{h_1}{b} \left(\frac{l}{h_1}\right)^2. \quad (13)$$

Здесь и далее

$$\sigma_{cr}^* = \frac{P}{E_1 b h_1}, \quad \varphi_1 = \frac{1}{3} (1 - \lambda_1 + e_{21} \delta_{21}^3) - \frac{1}{4} \frac{(1 - \lambda_1 + e_{21} \delta_{21}^2)}{1 - \lambda_1 + e_{21} \delta_{21}}. \quad (14)$$

Для определения минимального критического напряжения будем иметь

$$\sigma_{cr}^* = \pi^2 \left(\frac{h_1}{l}\right)^2 \varphi_1 + \frac{C_0}{\pi^2 E_1} \frac{h_1}{b} \left(\frac{l}{h_1}\right)^2. \quad (15)$$

Поступая аналогично с формулами (11), (12), (13) и (15) для остальных схем получим:

2. “Схема-2”. Тогда для прогиба можем принять следующее выражение

$$W = f \left[1 - \frac{\cos(2n+1)\pi x}{2l} \right], \quad n = \overline{0, \infty} \quad (16)$$

$$P_{cr} = \frac{KI}{(2n+1)^2 \left(\frac{\pi}{2l}\right)^2 [4 - \pi(2n+1)]} \times \left\{ (2n+1)^4 \left(\frac{\pi}{2l}\right)^4 [4 - \pi(2n+1) + C_0 [8 - 3\pi(2n+1)]] \right\}. \quad (17)$$

Отсюда для минимальной критической нагрузки имеем:

$$P_{cr} = \left(\frac{\pi}{2l}\right)^2 KI + \frac{(8-3\pi)}{4-\pi} C_0 \left(\frac{2l}{\pi}\right)^2. \quad (18)$$

Критическое и минимальное критическое напряжения определяются формулами:

$$\sigma_{cr}^\alpha = \pi^2 (2n+1)^2 \left(\frac{h_1}{2l}\right)^2 \varphi_1 + \frac{C_0}{\pi^2 E_1} \frac{h_1}{b} \left(\frac{2l}{h_1}\right)^2 \frac{[8-3\pi(2n+1)]}{(2n+1)^2 [4-\pi(2n+1)]} \quad (19)$$

или

$$\sigma_{cr}^* = \pi^2 \left(\frac{h_1}{l}\right)^2 \varphi_1 + \frac{C_0}{\pi^2 E_1} \frac{h_1}{b} \left(\frac{2l}{h_1}\right)^2 \frac{(8-3\pi)}{(4-\pi)} \quad (20)$$

3. “Схема-3”. Уравнение упругой линии в этом случае будет иметь вид

$$W = f \sin^2 \frac{\pi n x}{l}, \quad n = \overline{1, \infty} \quad (21)$$

С учетом (21) для определения критической и минимальной критической нагрузки получим:

$$P_{cr} = 4 \left(\frac{\pi m}{l}\right)^2 KI + \frac{3}{4} C_0 \left(\frac{l}{\pi m}\right)^2 \quad (22)$$

или

$$P_{cr} = 4 \frac{\pi^2}{l^2} KI + \frac{3}{4} C_0 \left(\frac{l}{\pi} \right)^2. \quad (23)$$

А для определения критического и минимально-критического напряжения имеем:

$$\sigma_{cr}^* = 4(\pi l)^2 \left(\frac{h_1}{l} \right)^2 \varphi_1 + \frac{3}{4} C_0 \frac{1}{\pi^2 n^2 E_1} \frac{h_1}{b} \left(\frac{l}{h_1} \right)^2 \quad (24)$$

или

$$\sigma_{cr}^* = 4\pi^2 \left(\frac{h_1}{l} \right)^2 \varphi_1 + \frac{3}{4} C_0 \frac{1}{\pi^2 E_1} \frac{h_1}{b} \left(\frac{l}{h_1} \right)^2. \quad (25)$$

4. “Схема-4”. Уравнение упругой линии в этом случае принято в виде:

$$W = f(\sin nx - nx + nl - nl \cos nx), \quad n = \overline{1, \infty}. \quad (26)$$

С учетом (26), после некоторых математических вкладок для определения критической и минимально-критической нагрузки, а также для соответствующих напряжений, находим

$$P_{cr} = n^2 KI + \frac{C_0}{n^2} \left[\frac{\lambda_0}{2} + \frac{5}{6} \lambda_0^3 - \frac{1}{4} (1 - \lambda_0^2) \sin 2\lambda_0 - \lambda_0 \sin^2 \lambda_0 \right] \times \quad (27)$$

$$\times \left[\frac{\lambda_0}{2} + \frac{\lambda_0^3}{2} - \sin \lambda_0 + \lambda_0 \cos \lambda_0 - \frac{1 - \lambda_0^2}{4} \sin 2\lambda_0 - \lambda_0 \sin^2 \lambda_0 \right]^{-1},$$

при $l_0 = nl = 4,4934$ P_{cr} и σ_{cr}^* будут минимальными, т.е.

$$P_{cr} = \frac{20,19}{l^2} KI + \frac{C_0}{12,114} l^2; \quad (28)$$

$$\sigma_{cr}^* = 20,19 \left(\frac{h_1}{l} \right)^2 \varphi_1 + \frac{C_0}{12,114} \frac{1}{\pi^2 E_1} \frac{h_1}{b} \left(\frac{l}{h_1} \right)^2. \quad (29)$$

Теперь рассмотрим случай, когда поперечное сечение стержня является равнобедренной трапецией.

В этом случае ширина сечения $b(z)$ представляется в виде:

$$b(z) = b_0 + \frac{b-b_0}{h} (h_1 - z); \quad (h = h_1 + h_2). \quad (30)$$

Тогда вариация усилия и момента будет определяться из соотношений

$$\delta P = \int_{-h_2}^0 \delta \sigma \left[b_0 + \frac{b-b_0}{h} (h_1 - z) \right] dz + \int_0^{h_1} \delta \sigma \left[b_0 + \frac{b-b_0}{h} (h_1 - z) \right] dz \quad (31)$$

$$\delta M = \int_{-h_2}^0 \delta \sigma \left[b_0 + \frac{b-b_0}{h} (h_1 - z) \right] z dz + \int_0^{h_1} \delta \sigma \left[b_0 + \frac{b-b_0}{h} (h_1 - z) \right] z dz.$$

С учетом (1), (2) из этих формул получим

$$\delta P = \alpha_1 l_0 + \alpha_2 \cdot \chi, \quad \delta M = \alpha_2 l_0 + \alpha_3 \cdot \chi \quad (32)$$

где введены обозначения:

$$\alpha_k = \frac{E_1 b_0}{k} h_1^k \left\{ (1 - \lambda_1) \left[1 + \frac{b-b_0}{(k+1)b_0} \delta_{10} \right] + \right.$$

$$+ (-1)^{k+1} \ell_{21} \left[\delta_{21}^k + \frac{b-b_0}{b_0} \delta_{10} \left(\delta_{21}^{k-1} + \frac{k}{k+1} \delta_{21}^k \right) \right] \Bigg\}, \quad k = \overline{1,3}, \quad (33)$$

$$\ell_{21} = \frac{E_2}{E_1}, \delta_{21} = \frac{h_2}{h_1}, \delta_{10} = \frac{h_1}{h_1}, \delta_{20} = \frac{h_2}{h}.$$

Из системы уравнения (32) будем иметь

$$\delta M = K_1 I \varphi, \quad (34)$$

где
$$K_1 I = \alpha_3 - \frac{\alpha_2^2}{\alpha_1} \quad (35)$$

Поступая аналогично с пунктом (а), в результате дифференциальное уравнение устойчивости получим

$$\frac{d^4 W}{dx^4} + R_1 \frac{d^2 W}{dx^2} + Q_1 W = 0, \quad (36)$$

где $R_1 \frac{P}{K_1 I}, Q_1 = \frac{C_0}{K_1 I}$

Не повторяя проделанные выше математические операции, приведем окончательные результаты:

- для “Схема-1”

$$P_{cr} = K_1 I \left(\frac{\pi m}{l} \right)^2 + C_0 \left(\frac{l}{\pi m} \right)^2 \quad (37)$$

или

$$P_{cr} = K_1 I \left(\frac{\pi}{l} \right)^2 + C_0 \left(\frac{l}{\pi} \right)^2 \quad (38)$$

- для “Схема-2”

$$P_{cr} = K_1 I (2n+1)^2 \left(\frac{\pi}{2l} \right)^2 + \frac{C_0}{(2n+1)^2} \frac{[8-3\pi(2n+1)]}{[4-3\pi(2n+1)]} \left(\frac{2l}{\pi} \right)^2 \quad (39)$$

или

$$P_{cr} = \left(\frac{\pi}{2l} \right)^2 K_1 I + C_0 \frac{8-3\pi}{4-\pi} \left(\frac{2l}{\pi} \right)^2; \quad (40)$$

- для “Схема-3”

$$P_{cr} = 4 \left(\frac{\pi m}{l} \right)^2 K_1 I + \frac{3}{4} C_0 \left(\frac{l}{\pi m} \right)^2 \quad (41)$$

или

$$P_{cr} = 4 \frac{n^2}{l^2} K_1 I + \frac{3}{4} C_0 \left(\frac{l}{\pi} \right)^2; \quad (42)$$

- для “Схема-4”

$$P_{cr} = n^2 K_1 I + \frac{C_0}{n^2} \left[\frac{\lambda_0}{2} + \frac{5}{6} \lambda_0^3 - \frac{1}{4} (1-\lambda_0^2) \sin 2\lambda_0 - \right. \\ \left. - \lambda_0 \sin^2 \lambda_0 \right] \left[\frac{\lambda_0}{2} + \frac{\lambda_0^3}{2} - \sin \lambda_0 + \lambda_0 \cos \lambda_0 - \frac{1-\lambda_0^2}{4} \sin 2\lambda_0 - \lambda_0 \sin^2 \lambda_0 \right]^{-1} \quad (43)$$

при $\lambda_0 = nl = 4,4934$

$$P_{cr} = \frac{20,19}{l^2} K_1 I + \frac{C_0}{12,114} l^2. \quad (2.44)$$

С учетом (33) и (35) формулы (38), (40), (42) и (44) преобразуем в следующий вид:
- для “Схема-1”

$$\sigma_{cr}^* = \pi^2 \left(\frac{h_1}{l} \right)^2 \varphi^2 + \frac{C_0}{\pi^2 E_1} \frac{h_1}{b} \left(\frac{l}{h_1} \right)^2; \quad (45)$$

- для “Схема-2”

$$\sigma_{cr}^* = \pi^2 \left(\frac{h_1}{2l} \right)^2 \varphi^2 + \frac{C_0}{\pi^2 E_1} \frac{8-3\pi}{4-\pi} \frac{h_1}{b} \left(\frac{2l}{h_1} \right)^2; \quad (46)$$

- для “Схема-3”

$$\sigma_{cr}^* = 4\pi^2 \left(\frac{h_1}{l} \right)^2 \varphi^2 + \frac{3}{4} \frac{C_0}{\pi^2 E_1} \frac{h_1}{b} \left(\frac{2l}{h_1} \right)^2; \quad (47)$$

- для “Схема-4”

$$\sigma_{cr}^* = 20,19 \left(\frac{h_1}{l} \right)^2 \varphi^2 + \frac{C_0}{12,114 \pi^2 E_1} \frac{h_1}{b} \left(\frac{l}{h_1} \right)^2. \quad (48)$$

Здесь обозначено:

$$\varphi_2 = \frac{1}{3} \left\{ (1-\lambda_1) \left(1 + \frac{b-b_0}{4b_0} \delta_{10} \right) + l_{21} \left[\delta_{21}^3 + \frac{b-b_0}{b_0} \left(\delta_{21}^2 + \frac{3}{4} \delta_{21}^3 \right) \right] - \right. \\ \left. - \frac{1}{4} \left((1-\lambda_1) \left(1 + \frac{b-b_0}{3b_0} \delta_{10} \right) - l_{21} \left[\delta_{21}^2 + \frac{b-b_0}{b_0} \left(\delta_{21} + \frac{2}{3} \delta_{21}^2 \right) \right] \right)^2 \right\} \\ \left. - \frac{1}{4} \left((1-\lambda_1) \left(1 + \frac{b-b_0}{2b_0} \delta_{10} \right) + l_{21} \left[\delta_{21} + \frac{b-b_0}{b_0} \left(1 + \frac{1}{3} \delta_{21} \right) \delta_{20} \right] \right) \right\}. \quad (49)$$

Надо отметить что при $C_0 = 0$ из формул (38), (40), (42) и (44) получаются значения Эйлеровых сил для соответствующих задач, при этом принимается, что $K_1 I = EJ$.

Литература

1. Агаев Н.Г. Инженерные методы исследования устойчивости тонкостенных конструкций. М., Стройиздат 1990. -172 с.

2. Алфутов Н.А. Основы расчета на устойчивость упругих систем. М., Машиностроение, 1978. -312 с.

3. Амензаде Р.Ю., Шестериков С.А. Устойчивость неоднородного по толщине стержня из композитного материала. Механика композитных материалов. 1992, № 1. -с. 115-121.

4. Безухов Н.И., Лужин О.В., Колкунов Н.В. Устойчивость и динамика сооружений. М., Стройиздат, 1987. -263 с.

5. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Соппротивление материалов. М., Наука, 1986. -560 с.

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОТЕРИ НАПОРА В ТРУБОПРОВОДАХ И ГИДРОСМЫВНЫХ СИСТЕМАХ

Докторант Алимарданов Узеир Валерий оглу, Азербайджанский Университет
Архитектуры и Строительства, aurorainterwest@gmail.com

Резюме. Статья посвящена выводе наиболее общей зависимостей для определения потерь напора на трение по длине различных трубопроводов. Установлено, что известные расчетные формулы справедливы при движении реальной жидкости и учитывают только гидравлические сопротивления, выражающегося коэффициента трения, которые при ламинарном движении отражает гидравлический уклон. Однако, на потерь напора наряду с этими, на него влияют средняя скорость и расход потока, форма сечения и диаметр трубы, состояние стенок и физические свойства жидкости. С учетом этих факторов предложена наиболее общая зависимость для точного определения потерь напора в трубопроводах и гидросмывных системах.

Ключевые слова. потерь напора, расчетная формула, трубопровод, действующие факторы.

ON THE QUESTION OF DETERMINING PRESSURE LOSS IN PIPELINES AND HYDRAULIC SYSTEMS

Resume. The article is devoted to the derivation of the most general dependencies for determining the friction pressure losses along the length of various pipelines. It is established that the known calculation formulas are valid for the movement of a real fluid and take into account only the hydraulic resistances, expressed by the coefficient of friction, which in laminar motion reflects the hydraulic slope. However, along with these pressure losses, it is affected by the average speed and flow rate, the shape of the cross section and diameter of the pipe, the condition of the walls and the physical properties of the liquid. Taking into account these factors, the most general dependence is proposed for the accurate determination of pressure losses in pipelines and hydraulic washing systems.

Keywords: pressure loss, calculation formula, pipeline, operating factors.

Введение. При расчете и проектировании водо-и нефтотрубопроводов, а также различных гидравлических устройств и гидротехнических сооружения одним из важных вопросов является определение потери напора на трение. В технических литературах, нормативных документах и справочниках имеются различные расчетные формулы для определения потерь напора. Однако, анализ показывает, что в этих расчетных формулах не учитывается ряд факторов, например средняя скорость и расход потока, формы сечения трубы и т.д. Поэтому возникает необходимость в усовершенствовании или уточнении расчетных формул, предназначенных для определения потерь напора с учетом пропущенных факторов.

Результаты и обсуждения. Анализ проведенных исследований, показал, что потеря напора на трение на элементарном участке dx потока в круглой трубе выражается формулой:

$$dh_f = \frac{\lambda}{D} \frac{w^2}{2g} dx, \quad (1)$$

где w - средняя скорость жидкости:

$$w = \frac{Q}{\omega} = \frac{4Q}{\pi D^2}, \quad (2)$$

Q - объемный расход потока; ω , D - площадь сечение и диаметр трубы; λ - коэффициент трения.

Формула (1) справедлива при движении реальной жидкости по трубам при любом (ламинарном и турбулентном) режиме. Различие вносится только выбором значения коэффициента трения λ . Он учитывает влияние на потерь напора по длине ряд факторов, которые не получили отражения в формуле (1), но они существенны для определения гидравлических сопротивлений в потоке. Важнейшими из этих факторов являются средняя скорость и расход потока, состояние стенок (степень шероховатости), форма сечения и диаметр трубы, а также физические свойства жидкости.

К настоящему времени предложено большое число формул для определения λ [1,2,3,4,5], где изложены их подробный анализ и область применения, на которых не будем останавливаться. Здесь приводятся лишь те формулы для определения λ , которые более удобны в практическом использовании. При ламинарном режиме ($Re < Re_{кр}$, где $Re_{кр} = (2 \div 4) \cdot 10^3$ - критическое число Рейнольдса [2,5]) коэффициент трения λ для труб круглого сечения определяется по формуле Пуазейля [1,2] :

$$\lambda = \frac{64}{Re}, \quad (3)$$

где Re - число Рейнольдса:

$$Re = \frac{wD}{\nu} = \frac{4Q}{\pi D \nu}, \quad (4)$$

ν - кинематическая вязкость.

После небольшого интервала, соответствующего переходному процессу (т.е. смену режимов) [6], течение является турбулентным ($Re > Re_{кр}$) [7]. При турбулентном режиме наблюдаются три зоны (или области) гидравлического (гладкостенного, доквадратичного и квадратичного) сопротивления.

Для определения коэффициента трения λ в зоне гладкостенного сопротивления (или гидравлически гладких труб) широкое распространение получил формула Блазиуса:

а) при $Re < Re_{кр} < 10^5$ (или $10D/\Delta$) [2,3,7]

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}; \quad (5)$$

б) при $10^5 < Re < 3 \cdot 10^6$ [2,7,8]:

$$\lambda = \frac{0,184}{\sqrt[5]{Re}}; \quad (6)$$

а в автомодельной области квадратичного сопротивления (или вполне шероховатых труб, при $Re \geq 500D/\Delta$) - формула Шифринсона [2,7,8,9]:

$$\lambda = 0,11 \sqrt[4]{\Delta/D}; \quad (7)$$

или формула Прандтля [2,3]:

$$\lambda = (2 \lg 3,7 D/\Delta)^{-2}, \quad (8)$$

где Δ/D - относительная шероховатость.

В доквадратичной области сопротивления (между зонами гладкостенного и квадратичного сопротивлений, при $10D/\Delta < Re < 500D/\Delta$), коэффициент трения λ , определяют по формуле Белоусова [7] :

$$\lambda = \frac{10^{\chi}}{Re^{0,123}}, \quad (9)$$

где $\chi = 0,127 \lg \Delta/D - 0,627$,

или по формуле Латышенкова [2,3]:

$$\lambda = \frac{\lambda_{ke}}{\sqrt[5]{w}}, \quad (10)$$

где λ_{ke} - коэффициент трения в квадратичной зоне, который определяется по (7) или (8).

Отметим, что для определения границ областей гидравлических сопротивлений и для определения коэффициента трения λ существует и другие зависимости [7,8,10]. К ним относится, например, формула [2], полученное методом размерности:

$$\lambda = \frac{8k}{Re^m} \left(\frac{\Delta}{R} \right)^\chi; \quad m = 2 - n, \quad (11)$$

где $R = D/4$ - гидравлический радиус; Δ - высота выступов шероховатости; k - коэффициент пропорциональности; m, n, χ - показатели степени.

На пределах формула (11) переходит в зависимости (3), (5) и (7).

Следовательно, выражения для коэффициента трения λ при различных (ламинарном и турбулентном) режимах движения жидкости может быть записано в общем виде:

$$\lambda = \frac{A}{w^m}. \quad (12)$$

Здесь коэффициент A и показатель степени m в зависимости от режима течения и области сопротивления имеют различные значения. При ламинарном режиме ($Re \leq Re_{kp}$), $A = 64\nu/D$ и $m = 1$; а при турбулентном режиме ($Re > Re_{kp}$), в зонах: а) гладкостенного сопротивления ($Re_{kp} < Re \leq 10D/\Delta$) $A = 0,3164 \sqrt[4]{\Delta/D}$ и $m = 1/4$; б) до квадратичного сопротивления ($10D/\Delta < Re < 500D/\Delta$) $A = 0,114 \sqrt[4]{\Delta/D}$ и $m = 1/5$; в) квадратичного сопротивления ($Re \geq 500D/\Delta$), $A = 0,114 \sqrt[4]{\Delta/D}$ и $m = 0$. Из этого следует, что преобразованием (12) легко можно получить известные формулы (3) - (11).

Таким образом формула (1) с учетом выражение для коэффициента трения (12), запишется так:

$$dh_f = \frac{A}{D} \frac{w^{2-m}}{2g} dx. \quad (13)$$

Здесь w - есть функция x .

Вывод расчетной формулы. Рассмотрим движение реальной жидкости в гидросмывной системе с непрерывной раздачей в пути расходом. Пусть, эта система (состоящей из круглой трубы с насадками) имеет длину l , пропускает транзитом расход $Q = ql$, где q - интенсивность изменение (раздачи) расхода. Тогда объемный расход потока на расстоянии x от начала будет равен:

$$Q = Q_0 - qx, \quad (14)$$

где Q_0 - расход потока жидкости в начальном сечении (до раздачи расхода):

$$Q = Q_T + Q_P. \quad (15)$$

Выражение (14) с учетом $Q_P = ql$ и (15) можно записать так:

$$Q = Q_T + q(l - x). \quad (16)$$

Продифференцировав (14) или (16) получим:

$$dQ = -qdx. \quad (17)$$

Для решения поставленной задачи, в качестве исходного используем уравнение квазиодномерной модели реальной жидкости с изменением расхода, которое с учетом выражение для потерь напора на трение (13), представим в форме:

$$-dy = \frac{\alpha_0}{g} dw^2 + \frac{A}{D} \frac{w^{2-m}}{2g} dx - \frac{w^*}{g} dw. \quad (18)$$

Это уравнение не накладывает ограничений на режимы движения жидкости и может применяться для решения задач как ламинарных, так и турбулентных потоков в гидросмывной системе.

Учитывая, что $w=Q/\omega$ (принимая площадь сечение трубы) и принимая во внимание (17), уравнение (18) приводим к виду:

$$-dy = \frac{\alpha_0}{g\omega^2} dQ^2 - \left(\frac{AQ^{2-m}}{2gDq\omega^{2-m}} + \frac{w^*}{g\omega} \right) dQ. \quad (19)$$

Интегрируя это уравнение в интервале (0; x) получим:

$$y_x = y_0 - \left[\frac{\alpha_0}{g\omega^2} (Q_0 + Q) - \frac{w^*}{g\omega} \right] (Q_0 - Q) + \frac{A(Q_0^{3-m} - Q^{3-m})}{2gq(3-m)D\omega^{2-m}}. \quad (20)$$

Полученная формула (20) дает возможность определить изменение напора (давления) по длине потока с непрерывной раздачей в гидросмывной системе при различных течения жидкости. При выполнении практических расчетов по формуле (20) необходимо использовать $\omega = \pi D^2 / 4$, $Q = Q_0 - qx$ и $q = (Q_0 - Q_T) / (l \cdot A)$. Коэффициент неравномерности распределения скорости по сечению потока α_0 при ламинарном режиме течения следует принять $\alpha_0=1,33$, а при турбулентном - $\alpha_0=1,02 \div 1,06$ [1,3,5]. Значения коэффициента A и показателя степени m , входящие в уравнение (20) приведены в таблице.

Таблица

Зависимость A и m от характера режима и сопротивления движения

№ п/п	Характер режима и сопротивления	Значения		Примечание
		A	m	
1	Ламинарный ($Re \leq Re_{кр}$)	$64 \nu/D$	1	$Re_{кр} = (2 \div 2,32) \cdot 10^3$
2	Турбулентный ($Re > Re_{кр}$)			
2.1	- гладкостенный ($Re_{кр} < Re < 10D/\Delta$)	$0,3164 \sqrt[4]{\nu/D}$	1/4	
2.2	- доквадратичный ($10 D/\Delta < Re < 500D/\Delta$)	$0,11 \sqrt[4]{\Delta/D}$	1/5	
2.3	- квадратичный ($Re \geq 500D/\Delta$)	$0,11 \sqrt[4]{\Delta/D}$	0	

При горизонтальном расположении гидросмывной системы (т.е. когда ось трубы параллелен плоскости сравнения), формула (20) запишется так:

$$\frac{P_x}{\gamma} = \frac{P_0}{\gamma} - \frac{1}{g\omega} \left[\frac{\alpha_0}{\omega} (Q_0 + Q) - w^* \right] (Q_0 - Q) + \frac{A(Q_0^{3-m} - Q^{3-m})}{2gq(3-m)D\omega^{2-m}}. \quad (21)$$

Выводы.

1. Анализ выведенной формулы (21) показывает, что он является наиболее общим, поскольку при тех или иных допущениях, как частные случаи из него можно получить предложенные ранее зависимости. Так, например, из (21) при допущении (т.е. если рассматривать только квадратичный закон трения) $m = 0$, $A = \lambda_{кв}$ и $w^* = 0$, получим формулу выведенные в известных работах.

2. В известных работах затрагивались лишь частные решения (при $\lambda = \lambda_{ke}$ и $w^* = 0$) задачи движения жидкости в напорных системах с непрерывной раздачей расхода по пути. Причем в большинстве случаев рассматривались течение жидкости в квадратической области сопротивления, где коэффициент трения λ , вовсе не зависит от числа Рейнольдса (и изменений расхода жидкости). В реальных напорных системах (технических трубчатых системах) жидкость непрерывно уменьшается, следовательно изменяется и коэффициент трения λ . При этом в зависимости от количества отводимого расхода по длине трубы изменяется область сопротивления и режим течения. Например, движении потока в трубе с раздачей расхода (рассмотренный конкретно для квадратического сопротивления) режим течения в тупиковой части может оказаться даже и ламинарным. Все это естественно ограничивает область применения существующих работ по расчету напорных трубопроводов с раздачей расхода. В этом аспекте полученное нами формула (21) обладает существенным преимуществом (свободен от вышеизложенных недостатков) и позволяет решать практические задачи напорный гидросмывной системы при различных режимах течения жидкости и зоны сопротивления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроскин И.И. и др. Гидравлика. М., 1954, 484с.
2. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления. М., 1982, 224 с.
3. Богомолов Л.И., Михайлов К.А. Гидравлика. М., 1972, 648 с.
4. Чугаев Р.Р. Гидравлика. Л.: Энергоиздат, 1982, 672 с.
5. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. М.: Энергоатомиздат, 1984, 640 с.
6. Петров Г.А. Гидравлика переменной массы. ХГУ, 1964, 244 с.
7. Рабинович Е.Э. Гидравлика. М., 1981, 277 с.
8. Курганов А.М., Феодоров Н.Ф. Справочник по гидравлическим расчетам. Л., 1980, 423 с.
9. Константинов Н.М., Петров Н.А., Высоцкий Л.И. Гидравлика, часть 2. Специальные вопросы. Высшая школа, 1987, 431 с.
10. Ерошенко В.М., Зайчик Л.И., Ершов А.В. Коэффициенты трения и гидравлического сопротивления в трубах с проницаемыми стенками //Изв. АН СССР, МЖГ, 1984, №4, с. 87-93.

Orxan Yaşar oğlu Əfəndiyev

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

Mexanika kafedrası, doktorant,

0009-0008-8432-2563, o.efendiyev@mail.ru

MƏSAMƏLİLİYİN MATERIALIN MEXANİKİ XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİNİN ANALİTİK TƏDQIQI

Xülasə - Məsaməli cisimlər mayelərlə təmasda olduqda mayələr onların içərilərinə nüfuz edirlər, bunun da nəticəsində onlar ikifazlı mühitə çevrilirlər. Maye dedikdə biz həm mayeləri həm də qazları nəzərdə tutacağıq. Əsil mayələr azsıxılan, qazlar isə çoxsıxılan mayələr kimi qəbul ediləcəkdir. Cismin məsamələrdən başqa, qalan hissəsini skelet adlandıracağıq. Cisimlərdəki məsamələr kapilyar borular vasitəsi ilə biri-biri ilə əlaqədə olurlar. Xarici qüvvələrin təsiri altında məsaməli cismin skeleti deformasiyaya uğrayır və zaman keçdikcə məsamələrin həcmi dəyişir ki, bu da cisimdəki mayenin xüsusi kütləsinin dəyişməsinə gətirib çıxarır. Aşağıda isbat edəcəyik ki, məsaməli materialın fiziki xassələri onun məsamələrindəki mayenin xüsusi kütləsindən asılı olur.

Açar sözlər: məsaməli cisimlər, kapilyar borular, skelet, Yunq modulu.

Beləliklə, zaman keçdikcə məsamələrin həcminin dəyişməsi zamanın funksiyası olan deformasiyaların əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Orkhan Y. Efendiyev
ANALYTICAL STUDY OF THE EFFECT OF POROSITY ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF THE MATERIAL

Abstrak-when porous bodies come into contact with liquids, liquids penetrate into them, as a result of which they turn into a two-phase medium. When we talk about liquids, we mean both liquids and gases. True liquids will be treated as liquids with a small compression, and gases as liquids with a large compression. The rest of the body, except for the pores, we will call the skeleton. The pores in the bodies communicate with each other through capillary tubes. Under the influence of external forces, the skeleton of a porous body is deformed, and over time the volume of pores changes, which leads to a change in the specific mass of the liquid in its body. Below we will prove that the physical properties of a porous material depend on the specific mass of the liquid in its pores.

Keywords: porous bodies, capillary tubes, skeleton, Jung module.

GİRİŞ

Belə deformasiyalar qayıdan olduqda (kiçik gərginliklərdə) özülü-elastik deformasiyalar adlanırlar.

İndi iki fazalı mühitlərin gətirilmiş fiziki xassələri üçün düsturlar alaq. Aşağıdakı işarələmələri qəbul edək.

Məsaməli cismin həcmi - V ;

Skeletin həcmi - V_s ;

Məsamələrdəki mayenin həcmi- V_m ;

Skeletin kütləsi - m_s ;

Məsamələri maye ilə dolmuş cismin kütləsi- m ;

Məsamələrdəki mayenin kütləsi - m_m ;

Skeletin sıxlığı - ρ_s ;

Məsamələri maye ilə dolmuş cismin sıxlığı – ρ ;

Məsamələrdəki mayenin sıxlığı - ρ_m .

MƏSƏLƏNİN HƏLLİ

Bu doqquz kəmiyyət arasında aşağıdakı asılılıqlar var.

$$m_m = m - m_s ; \quad (1)$$

$$Vm = \frac{m - m_s}{\rho_m} ; \quad (2)$$

$$V_s = V - V_m = V - \frac{m - m_s}{\rho_m} ; \quad (3)$$

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} = \frac{m_s}{V - V_m} ; \quad (4)$$

(1)-dən

$$m_m + m_s = m;$$

buradan

$$\frac{m_m}{m} + \frac{m_s}{m} = 1. \quad (5)$$

İndi isə məsamələri maye ilə dolmuş cismin gətirilmiş Yunq modulu üçün ifadə alaq. Biroxlu dartılmada Huk qanunu məlum olduğu kimi

$$\mathcal{E} = \frac{\sigma}{E}, \quad (6)$$

şəkindədir. Burada E -Yunq modulu, σ -dartıcı gərginlik, ε -nisbi uzanmadır. (6)-dan

$$E_s = \frac{F}{\frac{m_s}{m} \cdot S \cdot \varepsilon} = \frac{m}{m_s} \cdot \frac{F}{S \cdot \varepsilon} = \frac{m}{m_s} \cdot E. \quad (8)$$

Beləliklə skeletin Yunq modulu məsamələri maye ilə doldurmuş cismin Yunq modulundan $\frac{m}{m_s}$ dəfə fərqlidir.

Çubuq sıxılarkən onun skelet və məsamələrindəki maye sütununun sıxılma deformasiyaları bir-birinə bərabər olur, yəni $\varepsilon_s = \varepsilon_m$ onda

$$\frac{T_s}{S_s \cdot E_s} = \frac{T_m}{S_m \cdot E_m} \quad (9)$$

Burada T_s və T_m –uyğun olaraq en kəsiyi skelet və məsamə hissələrinə təsir edən sıxıcı qüvvələr, S_s, E_s və S_m, E_m uyğun olaraq skelet və mayenin en kəsik sahəsi və Yunq moduludur. Digər tərəfdən həm skeletin, həm maye sütununun həm də ümumi elementin sıxılmaları bir-birinə bərabərdirlər, yəni

$$\frac{T_s}{S_s E_s} = \frac{T_m}{S_m \cdot E_m} = \frac{T_s + T_m}{(S_s + S_m) E_g}$$

Burada E_g -gətirilmiş Yunq moduludur. Axırıncı bərabərlikdən

$$E_g = \frac{m_s E_s + m_m E_m}{M} \quad (10)$$

Analoji qayda ilə gətirilmiş Puasson əmsalı- ν_g , axma həddi- σ_g , üçün aşağıdakı ifadələri almaq olur.

$$\nu_g = \frac{m_s \nu_s + m_m \nu_m}{m}; \quad (11)$$

$$\sigma_g = \frac{m_s \sigma_{sa} + m_m \sigma_{ma}}{m}; \quad (12)$$

(10) - (12) bərabərliklərində s indeksli kəmiyyətlər skeletə, m indeksli kəmiyyətlər isə mayeyə aiddirlər (10) bərabərliyində $m = m_s + m_m$ olduğunu nəzərə alsaq E_g üçün alırıq.

$$E_g = \frac{m_s E_s + m_m E_m}{(m_s + m_m)^2}. \quad (13)$$

Deformasiya olunma vaxtı skeletin həcmi az, məsamələrin həcmi isə çox dəyişdiyindən (13)-də m_m -ə dəyişən kəmiyyət kimi baxıb E_g - dən m_m - ə görə törəmə alsaq

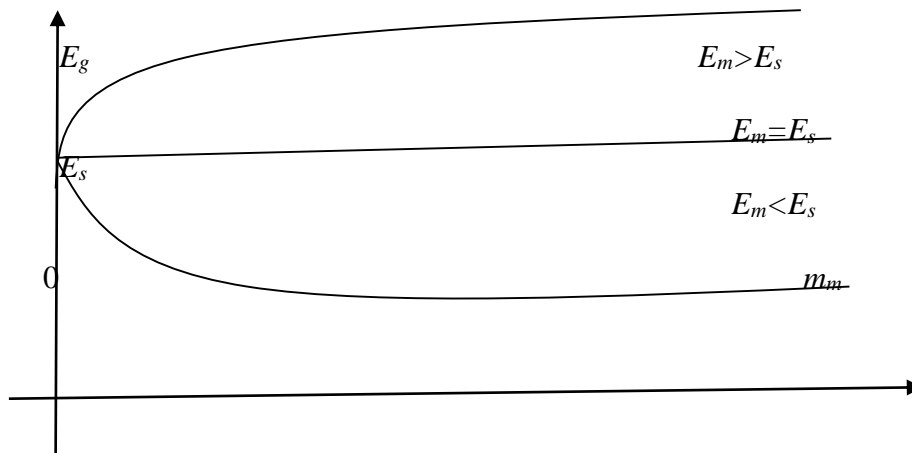
$$E_g^l = \frac{m_s (E_m - E_s)}{(m_s + m_m)^2}, \quad (14)$$

olar. (14)-dən görüldüyü kimi $E_m > E_s$ olduqda E_g^l müsbət, $E_m < E_s$ olduqda isə E_g^l mənfi olur. Bu isə o deməkdir ki, məsamələrdəki mayelərin kütləsindən asılı olmayaraq mayenin Yunq modulu skeletin Yunq modulundan böyük olduqda, mayenin kütləsi artdıqda gətirilmiş Yunq modulu artır, əksinə mayenin Yunq modulu skeletinkindən az olduqda isə azalır E_g -nin m_m -dən asılılıq qrafikini qursaq, alırıq (şəkil 1.)

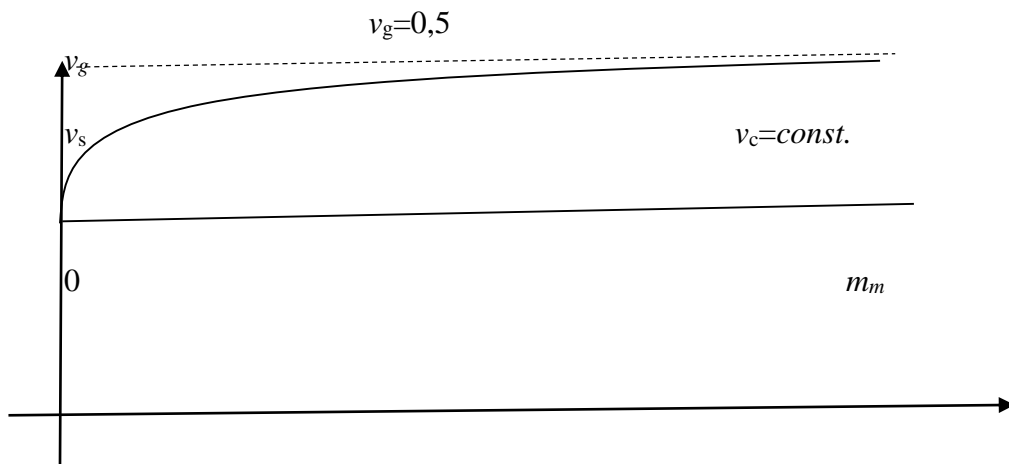
Cismin məsamələrindəki maye sıxılmaz olarsa $\nu_m = 0,5$ olur. Bu halda (11)-dən

$$\nu_g^1 = \frac{m_s (0,5 - \nu_s)}{(m_s + m_m)^2}. \quad (15)$$

Məlumdur ki, istənilən material üçün $0 \leq \nu \leq 0,5$. (15)-dan görüldüyü kimi məsamələr sıxılmayan maye ilə dolu olduqda həmişə $\nu_g^1 \geq 0$. Bu isə o deməkdir ki, məsamələri sıxılmayan maye ilə dolmuş cismin Puasson əmsalı məsamələrdəki maye artdıqca həmişə artır. ν_g -nin m_m -dən asılılıq qrafiki şəkil 2.-dəki kimi olur.



Şəkil 1. Gətirilmiş Yunq modulunun məsamələrdəki mayenin kütləsindən asılılıq qrafiki



Şəkil 2. Gətirilmiş Puasson əmsalının məsamələrdəki mayenin kütləsindən asılılıq qrafiki.

NƏTİCƏLƏR

1. Məsamələri maye ilə dolmuş cisimlərin mexaniki xarakteristikaları üçün ifadələr alınmışdır.

2. Nəzəri olaraq sübut olunmuşdur ki, məsamələrdəki mayenin Yunq modulu skeletinkindən böyük olduqda mayenin kütləsi artdıqca gətirilmiş Yunq modulu artır və əksinə mayenin Yunq modulu skeletinkindən kiçik olduqda mayenin kütləsi artdıqca azalır.

3. Məsamələr sıxılmayan maye ilə dolduqda Puasson əmsalı mayenin kütləsi artdıqca həmişə artır, yəni azalma halı mümkün deyil.

İSTİFADƏ OLUNAN ƏDƏBİYYAT

1. Ализаде А.Н., Гулгазли А.С., Гасанов А.И. Обобщение одного вариационного принципа с учетом действия нейтронного облучения на ползучесть материала. Изв.АН Азерб.ССР. Серия физ-тех и матем. наук, 1985, № 4, с. 49-52.

2. Ализаде А.Н., Гулгазли А.С. Вариационный принцип для определения напряженно-деформированного состояния упругой оболочки при облучении с учетом геометрической нелинейности Изв.АН Азерб.ССР. Серия физ-тех и матем. наук, 1979, №6, с. 84-87.

3. Gülgəzli Ə.S., Əfəndiyev O.Y. İki tərəfdən oynaqlı bərkidilmiş məsaməli-lövhnənin şişmədən dayanıqlıq qabiliyyətinin itirilməsi. ISSN 2409-4560 AzİMETİ Azərbaycanca İnşaat və Memarlıq 3 (18) 2018.

4. Гаджиев В.Д. О деформации и устойчивости вязкопластических элементов конструкций при наличии начальных напряжений. Всесоюз. конф. по композитным материалам. Тез. докл. Ереван, 1987, Т. 2. с. 68-70.

5. Гасанов Р.А., Гулгазли А.С., Зейналов А.И. Общий вид уравнения состояния пористой среды Азербайджанское Нефтяное Хозяйство, №9, 2016, с.31-33.

6. Гасанов Р.А., Ширали И.Я., Меджидов Г.Н., Пирмамедов И.Т., Гулгазли А.С. Решение механико-математических моделей буровых процессов. Изд-во АГНА .Баку-2010.340 с.

UOT 624.072
ASMA BÜNÖVRƏNİN KONSTRUKTİV HƏLLİ VƏ
HESABLANMASI YOLU

t.ü.f.d., C.V. Əsgərov, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
t.ü.f.d., Ə.M.Quliyeva, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
t.ü.f.d., N.H.Seyidov, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
t.ü.f.d., R.D.ƏLİYEV, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

e-mail: kristal_namiq@mail.ru, c.askerov@mail.ru, azizaquliyeva@1960gmail.com,
ramiz.dadash@mail.ru

КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПОДВЕСНЫХ ФУНДАМЕНТОВ И ИХ
МЕТОД РАСЧЕТА.

к.т.н. Аскеров Д.В., Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства
к.т.н. Кулиева А.М., Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства
к.т.н. Сеидов Н.Г., Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства
к.т.н. АЛИЕВ Р.Д., Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства

Xülasə: Asma özüllü binalar, onların konstruktiv həll yolu, təklif edilmiş variant üçün hesablama yolunun verilməsi. Aparılmış hesabatların nəticəsi.

Açar sözlər: Asqı, aktiv, seysmomüdafiyə, zəlzələyədavamlılıq, tezlik, period dinamiklik əmsali.

Аннотация: Конструктивное решение подвесных фундаментов , вариант для расчета зданий с подвесным фундаментам. Результаты вычисленных вариант.

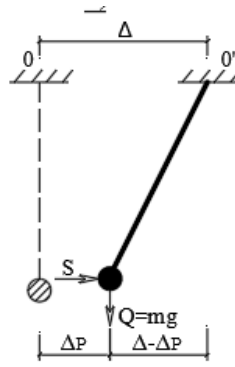
Ключевые слов: Конструктив, решение, подвеска, активная-сейсмозащита, сейсмостойкость, изоляция ,коэффициент, динамичность.

Son vaxtlar yer kürəsinin seysmik aktivliyi artmışdır. Müasir tikintilərin mövcud normanın tələblərinə uyğun layihələndirilib tikilməsi onları dağılmadan tam qoruya bilmir. Odur ki, bina və qurğulara təsir edə biləcək zəlzələ yükünün azaldılması yollarının tapılması və hesablanması aktual məsələdir. Biz bu məqaləmizdə asma bünövrəli binaların konstruktiv həlləri və hesablanması haqqında fikirlərimizi bildirəcəyik. Asma bünövrəli binalara təsir edən seysmik yükün qiymətini dinamiklik əmsalından istifadə etməklə də təyin etmək olar [1]. Zəlzələ təsirinin dinamiki xassəli olduğunu nəzərə alsaq seysmik təsir qüvvəsini (S) aşağıdakı kimi də təyin edə bilərik. Əgər konstruksiyanın sərbəst rəqsinin tezliyi ω , təsir edən qüvvənin tezliyi ρ olarsa dinamiklik əmsalını aşağıdakı düsturla təyin edə bilərik.

$$K_d = \frac{1}{1 - \frac{\rho^2}{\omega^2}} \quad (1)$$

Məlumdur ki, dinamiki yüklərin və yerdəyişmələrin qiymətini statik yükün və yerdəyişmənin qiymətini yuxarıda göstərilən dinamiklik əmsalına vurmaqla tapa bilərik.

S qüvvəsinin statiki qiyməti S_1 -ni sxem 1-də göstərilən O' nöqtəsinə nəzərən S və Q qüvvələrinin momentlərinin sıfıra bərabər olması şərtindən təyin etmək olar.



SXEM -1

$$S_{st} = Q \frac{\Delta_h}{\sqrt{R^2 - \Delta_h^2}} \quad (2)$$

$$\Delta_h = \Delta - \Delta_p$$

T, R və Δ göstəricilərinin qəbul edilmiş qiymətləri ilə aparılan hesablamalar (2)-cü düsturda Δ_h^2 qiymətinin, S_{st} -nin qiymətinə çox az təsir etdiyini (1% ətrafında) nəzərə alsaq (2) düsturunu belə sadə formada da yazmaq olar:

$$S_{st} = Q \frac{\Delta_h}{R} \quad (3)$$

$$\frac{\Delta_h}{R} = \frac{1}{1 - \frac{\rho^2}{\omega^2}} \quad (4)$$

(4) düsturundan alınan nəticələri seysmik normada[5] verilən $A\beta$ hasili ilə müqayisəsi kanatlardan asılmış konstruksiyalara seysmiki yüklərin təsirinin azaldığını göstərəcəkdir. Bu müqayisə cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 1.

Göstəricilər $A\beta$		Zəlzələnin qüvvəsi balla		
(4) -düst.alınan nəticə.		7	8	9
QRUNTLAR	I kat	$\frac{0.08}{0.001} = 80 \text{ dəfə}$	$\frac{0.16}{0.002} = 80 \text{ dəfə}$	$\frac{0.32}{0.004} = 80 \text{ dəfə}$
	II kat	$\frac{0.1}{0.001 \div 0.004} = 25 \div 100 \text{ dəfə}$	$\frac{0.2}{0.002 \div 0.007} = 28 \div 100 \text{ dəfə}$	$\frac{0.4}{0.004 \div 0.0014} = 28 \div 100 \text{ dəfə}$
	III kat	$\frac{0.13}{0.004 \div 0.008} = 16 \div 32 \text{ dəfə}$	$\frac{0.26}{0.007 \div 0.017} = 15 \div 37 \text{ dəfə}$	$\frac{0.52}{0.014 \div 0.034} = 15 \div 37 \text{ dəfə}$

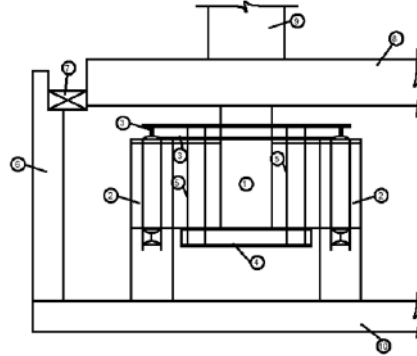
Cədvəldən görünür ki, asma konstruksiyalara təsir edən seysmiki yüklərin qiyməti kifayət qədər az alınmışdır. Bu azalma minimum 15, maksimum 100 dəfədir. Hətta III kateqoriyalı qruntlarda (4) düsturuna əsasən 9 bala hesablanan hasilin qiyməti (0.034) normaya görə I kateqoriya qruntlar üçün 7 balda alınan $A\beta$ hasilindən (0.08) 2.3 dəfə az alınır. Bunların əsasında belə fikir söyləmək mümkündür ki, asma konstruksiyalar seysmiki yüklərin təsirini heçə endirmək qabiliyyətinə malikdir. Buradan belə qənaətə gəlmək olar ki, asqının uzunluğunu dəyişməklə istədiyimiz qiyməti ala bilərik. Masacıqlar və bünövrə divarlarının arasını asan

deformasiyaya məruz qalan materialla (məsələn mineralpambıqlı döşəklər, müəyyən sərtlikli yaylar) dolduraraq konstruksiyanın enerjiudma qabiliyyətinin artması hesabına zəlzələ təsirini daha da azaltmaq olar[3].

Bünövrəsi asma konstruksiyalı binaların bir mühüm çatışmayan xüsusiyyəti vardır. Üfüqi seysmiki yüklərə yumşaq müqavimət göstərən binalar külək yükündən bir qədər böyük yerdəyişmələrə məruz qala bilər.

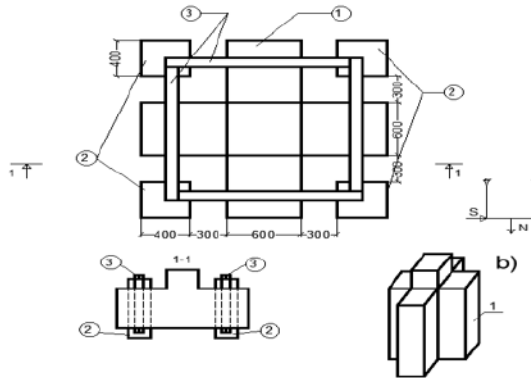
5-9 mərtəbəli asma özüllü binalar üçün aparılmış hesablamalarda 5-ci zona üçün külək yükünün hesabı qiymətindən üfüqi yerdəyişmələrin 2.3-3.5 sm alındığı müəyyən edilmişdir.

Belə yerdəyişmələr dağılma təhlükəsi yaratmır, lakin insanların narahatçılığına səbəb olur. Buna yerdəyişmələrin qiyməti müxtəlif tədbirlərlə minimuma endirilə bilər. Deyilən məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı tədbir təklif olunur. (bax sxem 2-ə).



Sxem-2

- 1 -Xacvari masacıq ,2-Sütuncuq,3- atma, 4- atma
5-asqı , 6 – məhdudlayıcı, 7- aralıq element , 8- rigel, 9-sütun, 10-Bünövrə.



Sxemdən görüldüyü kimi bu məqsədlə masacıqların üstündə quraşdırılan paylayıcı tirlər uzadılaraq binanın bünövrəsinin divarına dirənir.

Bünövrə divarı ilə paylayıcı tirlərin arasında qabaqcadan yüksəkləmə qabiliyyəti müəyyən olunmuş aralıq elementlər (aralıq qat, prokladka) yerləşdirilir.

Bu aralıq elementlər binaların müəyyən yükləməyədək asma bünövrəli konstruktiv sxemli kimi yox, adı bünövrəli bina kimi işləməsini təmin edəcəkdir.

Aralıq elementlərin dağılmasını yaradan üfüqi yüklərin qiymətini layihələndirmə zamanı təyin etmək olar. Aralıq elementlər dağıldıqdan sonra isə bina asma bünövrəli konstruktiv sxem kimi işlənməyə başlayacaqdır.

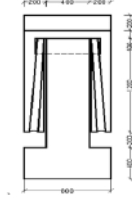
Aralıq element kimi boşluqlu keramit bloklar istifadə edilə bilər. Bu aralıq elementlər rabitələri sıradan çıxan seysmomüdafə sistemlərinin funksiyasını yerinə yetirir.

Daş bina üçün aparılmış hesablamalar 6-6.5 ballı zəlzələlərdə yaranan üfüqi qüvvələrin qiymətinin külək yükündən yaranan üfüqi qüvvələrin qiymətindən çox olduğunu göstərir.

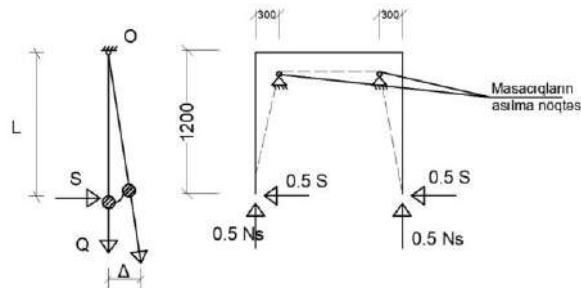
Layihələndirmə zamanı aralıq elementlərinin 6-6.5 ballı zəlzələlərdə dağılmasını təmin etməklə binaların külək yükünün təsirində normal istismarını təmin etmiş olarıq.

Aralıq elementlərin dağılması binaya təsir edəcək zəlzələ yükünün enerjisini kifayət qədər azaltmış olacaqdır.

Göstərilən sxemdə aralıq elementlərin quraşdırılması onların zəlzələdən sonra bərpaşında bir çətinlik yaratmır və bərpadan sonra binalar yenə də əvvəlki sxemlə işləmək qabiliyyətiniə gələ bilər.



II- Masaciq.



II-şəkilli masacıqların hesabi sxemi

Sxem-3 Δ ; δ ; T_0 parametrlərinin hesablanması üçün hesabi sxem.

Δ – mütləq yerdəyişmə

δ – vahid qüvvədən yerdəyişmə

T_0 – məxsusi rəqsin periodudur

Asma bünövrəli binaların sərbəst rəqslərinin periodunu təyin edək. Misal üçün asqıların uzunluğu 120 sm götürək. Vahid yerdəyişmənin qiymətinin təyin edilməsi üçün sxem 3-dən istifadə edək. S qüvvəsinin statik təsirindən Q yükünün yerdəyişməsinə O nöqtəsinə nəzərən momentlərin bərabərliyi şərtindən aşağıdakı kimi təyin edə bilərik:

$$S \cdot l = Q \cdot \Delta \quad (5)$$

Onda vahid qüvvədən Q-yükünün yerdəyişməsinin qiyməti (yəni $S=1$ olduqda) aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$\delta = \frac{L}{Q} \quad (6)$$

Sərbəst rəqslərin periodu T_0 aşağıdakı düsturu ilə təyin edilir.

$$T_0 = 2\pi\sqrt{m\delta} \quad (7)$$

$m=Q/g$ və (6) düsturundan δ -ın qiymətini (7) düsturda nəzərə alsaq onda (7) düsturu aşağıdakı kimi olacaqdır.

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{Q}{g} \cdot \frac{l}{Q}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad (8)$$

Göründüyü kimi (8)-ci düstur dinamikada rəqqasın sərbəst rəqslərinin periodunu təyin etmək üçün istifadə edilən və hamıya yaxşı bəlli olan düsturdur və onun bu yolla alınması istifadə edilən sxemin həqiqətə uyğun olduğunu dəstəkləyir.

(8)-ci düsturdan istifadə edərək $l = 120 \text{ sm}$ sm olduqda misal götürülmüş binalar üçün sərbəst rəqslərin periodunun 2.2 san olduğunu alarıq. Adi özüllü binalarda zəlzələ zamanı

yarana biləcək seysmiki qüvvələri normaya görə təyin edərək onları asma özüllü binalarda yarana biləcək qüvvələrlə müqayisə etmək olar.

Bildiyimiz kimi seysmik normaya [5] görə aparılan hesablamalarda məlum olan A , β və k_1 əmsallarının hasili həlledici rol oynayır.

Asma özüllü binalarda isə təyin olunacaq β_d əmsalı bu rolu oynamaqdadır.

Aparılmış tədqiqatlar və hesablamalardan görünür ki 5 və 9 mərtəbəli daş binaların sərbəst rəqslərinin periodları müvafiq olaraq 0.25-0.35 san. və 0.4-0.5 san. ətrafında dəyişir [4]. Seysmik normada [5] bu periodlara uyğun β əmsalının qiyməti (orta kateqoriyalı qruntlar üçün) uyğun olaraq 2.5-2.2 və 2.2-2 ətrafında dəyişir.

K_2 əmsalı binalarda qəbul edilə bilən zədələnmələrin və istifadə edilən materiallarda qeyri-elastik deformasiyaların əmələ gəlməsi nəticəsində bu binalarda yaranan seysmiki qüvvələrin qiymətlərinin azalmasını nəzərə alır.

Bu əmsalın qiyməti aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$\beta_d = \frac{A}{\delta_c} = \frac{1}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right]^2 + 4\left(\frac{n}{\omega_0}\right)^2 \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} \quad (9)$$

Burada: A - məcburi rəqslərin amplitudası. Bizim hal üçün əsasın rəqslərinin amplitudası.

δ_c - sistemin yükün maksimal qiymətində statiki deformasiyası

n - rəqslərin sönmə əmsalı

ω, ω_0 - məcburi və sərbəst rəqslərin tezliyi.

Tədqiqatların ilkin mərhələsində sönmənin təsirini nəzərə almadan və $\omega = \frac{1}{T}$ əvəzetməni edərək (9) düsturunu belə yazmaq olar:

$$\beta_d = \frac{1}{1 - \left(\frac{T_0}{T}\right)^2} \quad (10)$$

Burada: T_0 - sistemin sərbəst rəqslərinin periodu

T - məcburi rəqslərinin periodu

Aparılmış ölçmələr, sınaqlar və hesablamalar əsasında 7; 8 və 9 ballı zəlzələlərdə zəlzələnin üstünlük təşkil edən periodlarının qiymətlərinin uyğun olaraq 0.4 san bərabər və ya ondan az, 0.4-0.7 san və 0.7-1 san olduğu qəbul edilir. Spektral metoddan fərqli olaraq, bizim apardığımız hesablama metodu ilə zəlzələ yükünün qiymətini təyin etmək üçün qrunzun rəqsinin amplitudasını bilmək lazımdır.

Əsas nəticələr

- Zəlzələdavamlı bina tikintisində aktiv seysmomüdafə qurğularının tətbiqi daha məqsədəuyğundur.

- Asma bünövrələrin tətbiqi ilə seysmik yükün qiymətini minimuma endirmək mümkündür.

- 9 ballıq ərazidə asma bünövrəli konstruksiyalarının tətbiqi ilə yüksək mərtəbəli daş binalar tikmək olar.

- Yüksək möhkəmlikli paslanmayan materillərin varlığı bu istiqamətdə geniş tədqiqat işlərinin aparılmasına imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Зеленыхов Ф.Д. “Предохранение зданий и сооружений от разрушения с помощью сейсмоамортизатора” Москва-1979. Наука с.-48

2. Еслисеев С.В., Нерубенко Г.П. “Динамические гасители калеманий” Новосибирск. Наука 1982-144с.
3. Айзенберг Я.М. Адаптивные системы сейсмической защиты сооружений- М. Наука 1975-248 с.
4. Немчинов Ю.И, Сейсмостойкость зданий и сооружений, В двух частях, - Киев:, 2008.-480с. иллюстр.
5. Seysmik rayonlarda tikinti AzDTN 2.3-1 BAKI -2009

Cavad Məhdəvi Təbatəbaei
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
Mexanika kafedrası, doktorant,
0009-0005-4217-4476, nadermt@gmail.com

KOORDİNAT OXLARI İSTİQAMƏTİNDƏ QEYRİ-BİRCİNS OLAN, MAYE İLƏ BİRGƏ SƏRBƏST RƏQS EDƏN MÖHKƏMLƏNDİRİLMİŞ SİLİNDİRİK QABIĞIN PARAMETRLƏRİNİN OPTİMALLAŞDIRILMASI

Xülasə- Praktikada iş şəraitindən asılı olaraq, texnoloji proseslərdə müxtəlif qarışıqlar əlavə etməklə müxtəlif sərtlikli silindrik örtüklər əldə olunur. Belə qatqılar hesabına materialın tərkibindən asılı olaraq konstruksiyaların materiallarında kəskin qeyri-bircinslik və anizotrop luq xüsusiyyəti yaranır. Odur ki, qeyd olunan konstruksiyaların hesabında ən vacib məsələlərdən biri konstruksiya elementinin mexaniki xassələrini maksimum düzgün qiymətləndirmək ibarətdir. Digər tərəfdən belə konstruksiyalar müxtəlif təbiətli mühitlərlə təmasda olurlar. Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, dinamik məsələlərin həllində mühitin təsirinin nəzərə alınması mühüm əhəmiyyət daşıyır.

Açar sözlər: Qeri-bircinslik, Bubnov Qalerkinin üsulu, Kirxof-Lyav hipotezi, tezlik parametri, optimallaşdırma.

OPTIMIZATION OF THE PARAMETERS OF A REINFORCED CYLINDRICAL SHELL, INHOMOGENEOUS IN THE DIRECTION OF THE COORDINATE AXES, FREELY OSCILLATING WITH THE LIQUID

Summary - in practice, depending on the operating conditions, cylindrical coatings of different hardness are obtained by adding various mixtures to technological processes. Due to such additives, depending on the composition of the material in the materials of the structures, there is a sharp heterogeneity and otrop. Therefore, one of the most important issues in the report on the mentioned structures is the most correct assessment of the mechanical properties of the structural element. On the other hand, such structures come into contact with the environment of different nature. The conducted research shows that when solving dynamic tasks, it is important to take into account the influence of the environment.

Keywords: inverse homogeneity, Bubnov-Galerkin method, Kirchhoff-Love hypothesis, frequency parameter, optimization.

I. GİRİŞ

Təqdim olunan məqələdə baxılan mövzuya yaxın işlərin qısa xülasəsini verək. [1] işlərində müxtəlif konfigurasiyaya malik lövhələr və en kəsiyi dairəvi olan kəsilməz qeyri bircins ortotrop materiallardan hazırlanmış lövhələr və silindrik örtüyün mürəkkəb xassəyə malik xarici mühitin müqaviməti nəzərə alınmaqla sərbəst rəqslərin həlli üçün təqribi-analitik həll metodikasını qurulmuşdur. [2] işində qeyri bircins düzbucaqlı lövhələrin xarici mühitin

müqaviməti nəzərə alınmaqla rəqsi hərəkətləri tədqiq olunur. [3] işində elastikiyyət modulları və sıxlığı üç fəza koordinatlarından asılı olan kəsilməz qeyri bircins düzbucaqlı sabit qalınlıqla lövhələrin hərəkət tənlikləri ortotrop hal üçün çıxarılmışdır. Burada hesab olunur ki, Kirxof-Lyav hipotezi qeyri bircins ortotrop lövhə üçün qəbul edilə bilər. [7] işində elastikiyyət modulları və sıxlığın lövhənin müstəvisi boyu yönəlmiş koordinatlarından asılıdır və özlü elastik əsas üzərində yerləşir. Hərəkət tənliyi əyintiyə nəzərən dəyişən əmsallı xüsusi törəməli xətti tənlik olduğundan dəyişənlərinə ayırma və Bubnov-Qalerkin metodlarından istifadə olunmuşdur. Xarakterik parametrlərin konkret qiymətlərində hesabat aparılmış, nəticələr, cədvəllər, tezliklə materialın və əsasın xassələrinin xarakterizə edən parametrlər arasında əlaqə əyriyə qurulmuşdur. [8] işində dəyişən qalınlıqlı düzbucaqlı lövhənin xarici mühitin müqaviməti nəzərə alınmaqla sərbəst rəqsləri məsələsi həll edilmiş, bircinci yaxınlaşmada xarakterik funksiyaların xətti qanunla dəyişməsində hesabat aparılmışdır. Hesabatın nəticələri cədvəl və əlaqələrlə verilmişdir. [6] işində hesab olunur ki, lövhənin elastikiyyət əmsalları, sıxlıq lövhənin uzunluğu və qalınlığı boyu xətti qanunla dəyişirlər. Məsələnin həlli dəyişənlərinə ayırma və Bubnov-Qalerkinin ortoqonallaşdırma metodlarının köməyi ilə həll olunmuşdur. [28, 29] işlərində qeyri bircins ortotrop dairəvi lövhənin və en kəsiyi dairəvi olan silindrik örtüyün xarici mühitin müqaviməti nəzərə alınmaqla rəqsi hərəkətləri məsələlərinin həllinə həsr olunmuşdur. Məsələnin həlli xətti tənliklər sisteminin həllinə gətirilmişdir. Alınan sistem tənliyində gərginlik funksiyasını aradan çıxartmaq mümkün olur və əyintiyə nəzərən altı tərtibli dəyişən əmsal xüsusi törəməli tənliyə gətirilir. Məsələnin həllini dəyişənlərinə ayırma və Bubnov-Qalerkin metodundan istifadə etməklə tezliyin qiyməti təyin edilir və xüsusi hallarda hesabat aparılmış əsasən materialın və əsasın qeyri bircinsliyinin təsiri araşdırılır.

II. MƏSƏLƏNİN QOYULUŞU

Baxılan məsələnin müəllif tərəfindən həll edilən [3,4,5] işlərində sistemin rəqstəzliyinin tapılmasına imkan verən (1) tənliyinin

$$4\gamma_{11}\gamma_{22}\gamma_{33} + \gamma_{44}\gamma_{55}\gamma_{66} - \gamma_{55}^2\gamma_{22} - \gamma_{66}^2\gamma_{11} - \gamma_{44}^2\gamma_{33} = 0. \quad (1)$$

tapılmış kökləri tədqiq olunan konstruksiyanın optimal variantını seçməyə imkan verir.

(1) tənliyi aşağıdakı yanaşmanın köməyi ilə əldə olunmuşdur.

$$J_{ch*} = \gamma_{11}u_0^2 + \gamma_{22}g_0^2 + \gamma_{33}w_0^2 + \gamma_{44}u_0g_0 + \gamma_{55}u_0w_0 + \gamma_{66}g_0w_0 \quad (2)$$

Sistemin tam enerjisi ifadə edən [3,4,5] funksionalını aslı olmayan u_0, g_0, w_0 sabitlərinə nəzərən variyasiyalasaq və aslı olmayan variyasiyaların əmsallarını sifira bərabər etsək, aşağıdakı bircins tənliklər sistemini alarıq:

$$\begin{cases} 2\gamma_{11}u_0 + \gamma_{44}g_0 + \gamma_{55}w_0 = 0 \\ \gamma_{44}u_0 + 2\gamma_{22}g_0 + \gamma_{66}w_0 = 0 \\ \gamma_{55}u_0 + \gamma_{66}g_0 + 2\gamma_{33}w_0 = 0 \end{cases} \quad (3)$$

(3) sistemi bircins tənliklər sistemi olduğundan, onun sıfırdan fərqli həllinin varlığı üçün zəruri və kafi şərt əsas determinantının sifira bərabər olmasıdır. Nəticədə aşağıdakı tezlik tənliyini alarıq:

$$\begin{vmatrix} 2\gamma_{11} & \gamma_{44} & \gamma_{55} \\ \gamma_{44} & 2\gamma_{22} & \gamma_{66} \\ \gamma_{55} & \gamma_{66} & 2\gamma_{33} \end{vmatrix} = 0 \quad (4)$$

(4) tənliyini aşağıdakı kimi yazaq:

$$4\gamma_{11}\gamma_{22}\gamma_{33} + \gamma_{44}\gamma_{55}\gamma_{66} - \gamma_{55}^2\gamma_{22} - \gamma_{66}^2\gamma_{11} - \gamma_{44}^2\gamma_{33} = 0. \quad (5)$$

Naməlum tezlik parametri Bessel funksiyasının arqumentinə daxil olduğundan (5) tənliyi transendent tənlikdir. O, ədədi üsulla hesablanmışdır. Tənliyin köklərinin tapılması (5) tənliyinin sol tərəfinin tezlik parametrinin müxtəlif qiymətlərində hesablanmadan alınan ədədlərin işarə dəyişməsinə əsaslanmışdır. Tənliyinin sol tərəfinin işarə dəyişməsinə görə kökün yerləşdiyi aralıq təyin olunur və sonra Nuyuton üsulu ilə kök hesablanır.

(5) tənliyinin tapılmış kökləri tədqiq olunan konstruksiyanın optimal variantını seçməyə imkan verir. Yəni, məqsəd millərin və halqaların sayını, silindrik örtüyün qalınlığını necə tənzimləmək lazımdır ki, seçilən konstruksiya çəkisi yüngülob, iqtisadi baxımdan maya dəyəri aşağı olan, möhkəmliyi praktikanın tələbatına cavab verən konstruksiya olsun. Bunun üçün nisbi effektivlik əmsalı və ya optimallaşma parametri μ daxil edilir. Belə parametr olaraq, diskret paylanmış millərlə və halqalarla möhkəmləndirilmiş, maye ilə kontakda olan, materialı koordinat oxları istiqamətində müxtəlif qeyri-bircinslik xassəsi daşıyan silindrik örtüyün minimal məxsusi rəqs tezliyinin kvadratının, onlarla eyni çəkiddə olan hamar silindrik örtüyün məxsusi rəqs tezliyinin kvadratına olan nisbəti qəbul edilir:

$$\mu = \frac{\omega_{1\min}^2}{\omega_{10\min}^2} \quad (6)$$

Məsələnin həlli örtüyün nisbi qalınlığı $h^* = \frac{h}{R}$, millər arсында məsafələrin milin qalınlığına olan nisbəti $a_1 = \frac{2\pi R}{k_1 h_i}$, halqalar arasındakı məsafələrin halqanın qalınlığına olan

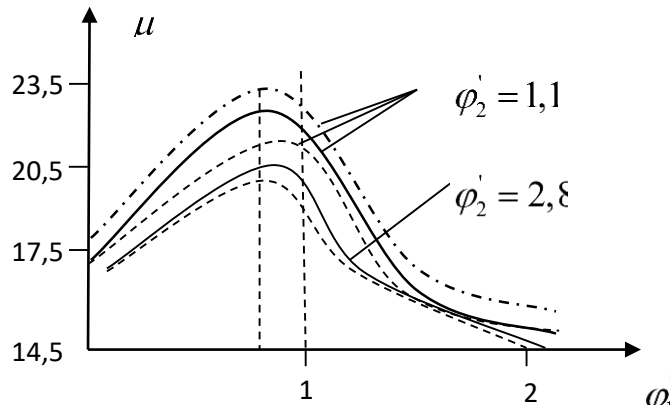
nisbəti $a_2 = \frac{L_1}{(k_2 + 1)h_j}$, millərin çəkisinin halqaların çəkisinə olan nisbəti φ'_2 , qabırğaların

ümumi çəkisinin örtüyün çəkisinə olan nisbəti φ'_1 parametrlərinin müxtəlif qiymətlərində μ parametrinin maksimal qiymətinin tapılmasına gətirilir. Bu nisbəti maksimum qiymət alan örtüyün ölçüləri və materialı optimal hesab olunur.

Qrafik 1. –də (5) tənliyindən tapılmış ω_1 tezliklərinə əsasən оптимальная параметри μ –nün hesablanmış qiymətlərinin müxtəlif φ'_2 -lər üçün φ'_1 -dən asılılığı verilmişdir. Qrafikdə bütöv xətlərə qabırğalarla möhkəmləndirilmiş silindrik örtüyün materialının qeyri-bircinsliyinin xətti qanunla dəyişməsinin nəzərə alındığı, qırıq xətlərə isə qabırğalarla möhkəmləndirilmiş silindrik örtüyün materialının bircins olduğu hallar uyğundur. Punktir-nöqtə xətlər qabırğalarla möhkəmləndirilmiş silindrik örtüyün materialının qeyri-bircinsliyinin eksponensial qanunla dəyişməsinin nəzərə alındığı uyğun halı göstərir. Hesablamalar göstərir ki, konstruksiyanın optimal variantına $\mu_{\max} = 22,14$ qiyməti uyğun gəlir. Qrafik 1.-dən görüldüyü kimi φ'_1 artdıqca optimallaşdırma parametrinin qiyməti artaraq maksimum qiymət alaraq, yenidən azalır. Optimallaşdırma parametrinin maksimumuna uyğun gələn φ'_1 -nin qiyməti vahidin ətrafında dəyişir. Bu onu göstərir ki, qabırğaların çəkisi təqribən silindrik örtüyün çəkisinə bərabər

olduqda qabığın möhkəmləndirilməsi daha effektivdir. Qrafikdən görüldüyü kimi φ'_1 -nin kiçik qiymətlərində μ parametri vahiddən kiçik minimum qiymət alır ki, bu da silindrik qabığın olduqca zəif millərlə möhkəmləndirilməsinin səmərəli olmadığını göstərir. Optimallaşdırma parametri μ -nin φ'_2 -dən asılılığı göstərir ki, μ parametri maksimum qiymətini $\varphi'_2 > 1$ olduqda alır və baxdığımız misalda $\varphi'_2 = 1,17$ -yə bərabərdir. Hesablamalar göstərir ki, silindrik örtüyün materialının qeyri-bircinslik xassəsinin eksponensial qanunla

dəyişən halı xətti qanunla dəyişən halla müqayisədə daha əlverişlidir. Silindrik örtüyün materialının qeyri-bircinslik xassəsinin eksponensial qanunla dəyişən halında $\mu_{\max} = 23,11$ -ə bərabərdir.



Qrafik1. Nisbi effektivlik əmsalı μ -nün çubuqların nisbi çəkisi ϕ_1 -dən asılılığı.

Nəticələr

Məqalədə koordinat oxları istiqamətində qeyri-bircinslik xassəsi müxtəlif olan möhkəmləndirilmiş silindirik qabığın maye və koordinat oxları istiqamətində “kəskin” qeyri-bircinslik xassəsi müxtəlif olan möhkəmləndirilmiş silindirik qabığın qruntla birgə sərbəst rəqsləri məsələləri həlli edilmişdir. Qeyri-bircinslik funksiyalarının xətti və eksponensial qanunlarla dəyişən hallarına baxılmışdır.

Silindirik qabığın doğuranı istiqamətində qeyri-bircinslik xassəsi artdıqca, möhkəmləndirilmiş silindirik qabıq-maye sisteminin sərbəst rəqs tezlikləri artır.

Millərin sayı artdıqca, qeyri-bircinslik qanunu oxları istiqamətində eksponensial şəkildə dəyişən millərlə möhkəmləndirilmiş silindirik qabığın maye ilə birgə sərbəst rəqs tezlikləri ilə qeyri-bircinslik qanunu oxları istiqamətində xətti formada dəyişən, millərlə möhkəmləndirilmiş silindirik qabığın maye ilə birgə uyğun sərbəst rəqs tezlikləri arasındakı fərq azalır.

Silindrik örtüyün materialının qeyri-bircinslik xassəsinin eksponensial qanunla dəyişən halı xətti qanunla dəyişən halla müqayisədə daha əlverişlidir. Silindrik örtüyün materialının qeyri-bircinslik xassəsinin eksponensial qanunla dəyişən halında optimallaşdırma parametri $\mu_{\max} = 23,11$ -ə, xətti qanunla dəyişən halında isə $\mu_{\max} = 22,0$ bərabərdir.

Qeyri-bircinslik parametrlərinin müsbət qiymətində sistemin məxsusi rəqs tezlikləri bircins hala uyğun gələn məxsusi rəqs tezlikləri ilə müqayisədə artır mənfi qiymətində isə azalır.

Qruntun özlülüyünün nəzərə alınması sisteminin sərbəst rəqs tezliklərinin mühit tərəfindən silindirik örtüyə təsir edən qüvvənin elastiki olan halı ilə müqayisədə azalır.

İstifadə olunan ədəbiyyat

1. Hacıyev V.C., Mirzoeva G.R., Shiriyevev A.J.// Effect of Winkler foundation, inhomogeneity and orthotropic on the frequency of plates// Journal of structural Engineering Mechanics, 2018, volume 1, Issue pages 1-5.
2. Hacıyev V.C., Sofiyev A.H., Kuruoglu//Free bending vibration analysis of thin bidirectional exponentially graded orthotropic rectangular plates resting on two parameter elastic foundations//Composite Structures 2018, pp. 372-377.
3. Hacıyev V.C., Sofiyev A.H., Kuruoglu-On the vibration of orthotropic and inhomogeneous with spatial coordinates plates resting on the inhomogeneous viscoelastic foundation// Mechanics of Advanced Materials and structures, 2018, vol 0.N00, pp. 1-12.

4. İskanderov R.A., Tabatabaei J.M.. Vibrations of fluid-filled inhomogeneous cylindrical shells strengthened with lateral ribs. IJTPE Journal International Journal on Technical and physical problems of engineering 14-15 Oktobr 2019, İstanbul, Türkiyə, səh.206-210.

5. İskanderov R.A., Tabatabaei J.M.. Vibrations of fluid-filled inhomogeneous cylindrical shells strengthened with lateral ribs. International Journal on "Technical and Physical Problems of Engineering" (IJTPE) March 2020, Issue 42, Volume 12, Number 1, Pages 121-125.

6. İskanderov R.A., Tabatabaei J.M. **Vibrations of fluid-filled inhomogeneous cylindrical shells strengthened with lateral ribs.** International Journal on "Technical and Physical Problems of Engineering" (IJTPE) June 2020, Issue 43, Volume 12, Number 2, Pages 121-125.

7. Шириев А.И. О колебании прямоугольной пластинки переменной толщины лежащей на вязкоупругом основании// Вестник Бакинского Университета. Физико-мат. науки, № 3, 2015, с.128-133.

8. Шириев А.И. Свободное колебание неоднородной пластинки лежащей на неоднородно-вязкоупругом основании// П. и. Тех. Механика, №12, Баку, 2017, с.116-122.

Davud Hüseyni Kaklar

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

<https://orcid.org/0009-0003-7483-1317>

davoud_h_k@yahoo.com

MAYE VƏ ÖZLÜ-ELASTİKİ QRUNTLA TƏMASDA OLAN FUNKSİONAL-QRADIYENT SİLİNDRİK QABIĞIN HƏNDƏSİ QEYRİ-XƏTTİ RƏQSLƏRİ

Xülasə-Funksional-qradiyent örtüklərdən təyyarələrdə, kosmik gəmilərdə, raketlərdə, avtomobillərdə, kompüterlərdə, sualtı və suüstü qayıqlarda, çənlərdə və binaların damlarında istifadə olunur. Son on ildə materialşünaslığın və mühəndisliyin davamlı inkişafı, yüngül konstruksiyaların istehsalına artan tələbat ilə yanaşı, qabıq strukturlarının dizaynında müasir materialların (laylı kompozitlər və funksional qradiyent materialları (FGM)) istifadəsinə səbəb olmuşdur. Fərqli tətbiqlər arasında, aerokosmik və aeronaviqasiya tətbiqləri xüsusilə çətindir, çünki bunlar maye strukturlarının qarşılıqlı əlaqəsini və daha az tanınan xüsusiyyətləri olan yeni materialların istifadəsini əhatə edir.

Açar sözlər: *Funksional-qradiyent material, laylı kompozitlər, özlü-elastiki mühit, Navye-Stoks tənliyi, Hamilton-Ostrogradski təsiri.*

VIBRATIONS OF A VISKO - ELASTİK LIQUID – CONTACTING FUNCTIONALLY-GRADED CYLINDRICAL SHELL

In the paper, geometrical nonlinear vibration of a visco-elastic liquid-contacting functionally gradient cylindrical shell is considered.

By means of the Hamilton-Ostrogradskii variational principle, the definition of frequency of vibrations of the given system is reduced to the solution of the system of differential equations that were numerically fulfilled. The equation of the motion of visco-elastic liquid was written by means of the Navier-Stokes vector equation.

Keywords: *Functional-gradient material, layered composites, viscous-elastic medium, Navier-Stokes equation, Hamilton-Ostrogradsky effect.*

GİRİŞ

Funksional-qradiyent materiallardan hazırlanmış mühitlə əlaqəsi olmayan örtüklərin rəqsləri və dayanıqlıq məsələləri öz həllini [1-6] işlərində tapmışdır. [7-9] işləri funksional-qradiyent materialdan hazırlanmış düzbucaqlı lövhənin həndəsi qeyri-xətti, [10, 11] işləri funksional-qradiyent örtüyün xətti rəqslərinin tədqiqinə həsr olunmuşdur. Hərəkət edən maye ilə təmasda olan, müxtəlif möhkəmləndirilmə hallarında funksional-qradiyent silindrik örtüyün

maye ilə birgə hündəsi qeyri-xətti rəqsləri [12, 13, 14] işlərində tədqiq olunmuşdur. Hamilton-Ostroqradski variyasiya prinsipindən istifadə edərək rəqsin tezliyinin tapılması, ədədi üsulla həll edilən diferensial tənliklər sisteminin həllinə gətirilmişdir. Özlü-elastiki mayenin hərəkət tənliyi Navye-Stoksun vektor tənliyinin köməyi ilə yazılmışdır.

Təqdim olunan məqalə hərəkət edən maye ilə təmasda olan, müxtəlif formada möhkəmləndirilmiş funksional-qradiyent silindrik örtüyün hündəsi qeyri-xətti rəqslərinə həsr olunmuşdur.

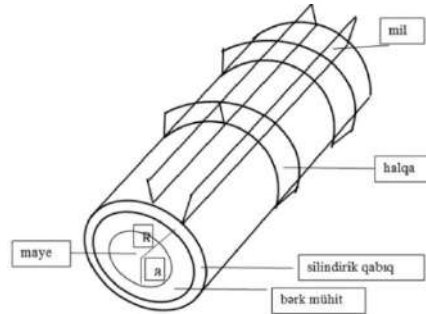
Məsələnin qoyuluşu.

Funksional-qradiyent materialdan hazırlanmış materialın effektiv fiziki-mexaniki xassələri materialların P xassələrindən və V həcmindən asılıdır. İki materialdan hazırlanmış funksional-qradiyent örtüklərin effektivlik əmsalı düsturu ilə hesablanır:

$$P_{eff} = P_1 V_1 + P_2 V_2 \quad (1)$$

Effektiv xarakteristika dedikdə, E – elastiklik modulu, Puasson əmsalı ν və ρ sıxlığı başa düşülür.

Maye ilə təmasda olan keramik və metalın qarışığından düzəldilmiş silindrik örtüyü nəzərdən keçirək (şəkil 1.).



Şəkil 1. Halqalarla möhkəmləndirilmiş kanalında maye hərəkət edən funksional- qradiyent silindrik qabıq

[10] işində olduğu kimi hesab olunur ki, keramik materialın ümumi həcmdəki payı [8,9,10]

$$V_1 = \left(\frac{2z + h}{2h} \right)^k, \quad V_2 = 1 - V_1 \quad (2)$$

qanunu ilə dəyişir. Burada h – örtüyün qalınlığı, k keramik materialın həcmdəki payının qüvvət göstəricisidir və $0 \leq k \leq \infty$. Əgər $k = 0$ olarsa, örtüyün stürükturu yalnız keramitdən, $k = \infty$ olarsa, bütün metaldan ibarət olacaqdır.

İki hissədən ibarət qarışığın mexaniki xassələri (Yunq modulu, Puasson əmsalı, sıxlığı və s.) aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$P_{eff} = (P_c - P_m) \left(\frac{z}{h} + \frac{1}{2} \right)^k + P_m \quad (3)$$

(3) düsturunun köməyi ilə qarışığın elastiklik modulu E – ni, Puasson əmsalı ν – nu və sıxlığı ρ – nu hesablamaq olur. Burada P_c və P_m keramik və metalın xarakteristikalarıdır.

Mühitlə təmasda olan kompozit silindrik örtüyün hərəkət tənlikləri sistemi Hamilton-Ostroqradski təsirinin qərarlaşma şərtindən tapılır [11,12,14]:

$$\delta W = 0 \quad (4)$$

Burada $W = \int_t^{t'} L dt$ – Hamilton təsiri, $L = K - \Pi$ – Laqranj funksiyası, t' və t – verilən istənilən zaman anlarıdır.

Funksional- qradiyent silindrik qabığın potensial və kinetik enerjiləri aşağıdakı şəkildədir:

$$U = \frac{1}{2} \iint_{\Omega} (N_{11}\varepsilon_{11} + N_{22}\varepsilon_{22} + N_{12}\varepsilon_{12} + M_{11}\chi_{11} + M_{22}\chi_{22} + M_{12}\chi_{12}) d\Omega + \frac{1}{2} \iint_{\Omega} (Q_x(w_{,x} + \psi_x) + Q_y(w_{,y} + \psi_y)) d\Omega \quad (5)$$

$$T = \frac{1}{2} \iint_{\Omega} I_0(u_{,t}^2 + v_{,t}^2 + w_{,t}^2) + 2I_1(u_{,t}\psi_{x,t} + v_{,t}\psi_{y,t}) + I_2(\psi_{x,t}^2 + \psi_{y,t}^2) dx dy \quad (6)$$

Burada, $I_0 = \left(\rho_m + \frac{\rho_c - \rho_m}{k+1} \right) h$, $I_1 = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \rho(z) z dz = \frac{(\rho_c - \rho_m)k}{2(k+1)(k+2)} h^2$,

$$I_2 = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \rho(z) z^2 dz = \left[\frac{\rho_m}{12} + (\rho_c - \rho_m) \left(\frac{1}{k+3} - \frac{1}{k+2} + \frac{1}{4(k+4)} \right) \right] h^3$$

Maye tərəfindən funksional-qradiyent örtüyə təsir edən təzyiqlik qüvvəsinin örtüyün yerdəyişməsində gördüyü iş belə hesablanır: $A_0 = - \iint_{\Omega} p w dx dy$

Funksional-qradiyent silindrik qabığın potensial və kinetik enerjiləri üçün alınmış (5) ifadələrinə daxil olan hədlər:

$$\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ij}^L + \varepsilon_{ij}^{ND}, \quad (i,j=1,2), \quad \varepsilon_{11}^L = u_{,x} + w/R_x, \quad \varepsilon_{22}^L = v_{,y} + w/R_y, \quad \varepsilon_{12}^L = u_{,y} + v_{,x}$$

$$\varepsilon_{11}^{ND} = \frac{1}{2} w_{,x}^2, \quad \varepsilon_{22}^{ND} = \frac{1}{2} w_{,y}^2, \quad \varepsilon_{12}^{ND} = w_{,x} w_{,y}, \quad \varepsilon_{13} = w_{,x} + \psi_x, \quad \varepsilon_{23} = w_{,y} + \psi_y,$$

$$\chi_{11} = \psi_{x,x}, \quad \chi_{22} = \psi_{y,y}, \quad \chi_{12} = \psi_{x,y} + \psi_{y,x},$$

$$N = \{N_{11}; N_{22}; N_{12}\}^T = \frac{1}{1-\nu^2} [C] (E_1 \varepsilon + E_2 \chi),$$

$$M = \{M_{11}; M_{22}; M_{12}\}^T = \frac{1}{1-\nu^2} [C] (E_2 \varepsilon + E_3 \chi),$$

$$E_1 = \left(E_m + \frac{E_c - E_m}{k+1} \right) h, \quad E_2 = \frac{(E_c - E_m) k h^2}{2(k+1)(k+2)},$$

$$E_3 = \left(\frac{E_m}{12} + (E_c - E_m) \left(\frac{1}{k+3} - \frac{1}{k+2} + \frac{1}{4(k+4)} \right) \right) h^3, \quad \rho = \left(\rho_m + \frac{\rho_c - \rho_m}{k+1} \right) h,$$

$$\text{Kəsicilik } Q_x \text{ və } Q_y \text{ qüvvələri } Q_x = K_S^2 A_{33} \varepsilon_{13}, \quad Q_y = K_S^2 A_{33} \varepsilon_{23},$$

ifadələrindən təyin olunur. K_S^2 əmsalı tənzimləyici əmsal adlanır. Hesablama prosesində

$K_S^2 = \frac{5}{6}$ qəbul olunmuşdur. A_0 – maye tərəfindən örtüyə göstərilən p təzyiqlik qüvvəsinin

örtüyün w yerdəyişməsində gördüyü əks işarəli işdir. p təzyiqlik qüvvəsi U sürəti ilə hərəkət edən ideal mayenin hərəkət tənliyindən təyin olunur:

$$\Delta \tilde{\varphi} - \frac{1}{a_0^2} \left(\frac{\partial^2 \tilde{\varphi}}{\partial t^2} + 2U \frac{\partial^2 \tilde{\varphi}}{R \partial \xi \partial t} + U^2 \frac{\partial^2 \tilde{\varphi}}{R^2 \partial \xi^2} \right) = 0 \quad (6)$$

Öttüklə mayenin kontaktında radial istiqamətində sürət və təzyiqliyin bərabərliyi ödənilir:

$$\mathcal{G}_r|_{r=R} = \frac{\partial \tilde{\varphi}}{\partial r} \Big|_{r=R} = - \left(\omega_0 \frac{\partial w}{\partial t_1} + U \frac{\partial w}{R \partial \xi} \right), \quad q_z = -p|_{r=R} \quad (7)$$

Həyacanlanmaların $\tilde{\varphi}$ potensialını aşağıdakı şəkildə axtaraq:

$$\tilde{\varphi}(\xi, r, \theta, t_1) = f(r) \cos n\theta \sin kx \sin \omega t \quad (8)$$

Burada n, k – koordinat oxları istiqamətindəki dalğa ədədləri, ω – naməlum tezlik, $f(r)$ – naməlum funksiyadır. (7), (8) və (9) ifadələrindən istifadə etməklə alarıq:

$$\tilde{\varphi} = -\Phi_{an} \left(\omega_0 \frac{\partial w}{\partial t_1} + U \frac{\partial w}{R \partial \xi} \right), \quad p = \Phi_{an}^* \rho_j \left(\omega_0^2 \frac{\partial^2 w}{\partial t_1^2} + 2U \omega_0 \frac{\partial^2 w}{R \partial \xi \partial t_1} + U^2 \frac{\partial^2 w}{R^2 \partial \xi^2} \right). \quad (9)$$

Nəticədə tədqiq olunan möhkəmləndirilmiş, hərəkət edən maye ilə təmasda olan funksional-qradient silindrik örtüyün tam enerjisi üçün alırıq:

$$L = U + T + A_0 + \sum_{i=1}^{k_1} (\Pi_i + K_i) + \sum_{j=1}^{k_2} (\Pi_j + K_j). \quad (10)$$

Nəzərdə tutulur ki, $x = 0$ və $x = L$ kəsiklərində aşağıdakı şərtlər ödənilir:

$$u = 0, \quad w = 0, \quad T_1 = 0, \quad M_1 = 0 \quad (11)$$

Beləliklə, maye ilə dinamik təmasda olan funksional-qradient silindrik örtüyün həndəsi qeyri-xətti rəqsləri məsələsinin həlli, daxili oblastı maye ilə doldurulmuş funksional-qradient silindrik örtükdən ibarət konstruksiyanın (13) tam enerjisinin inteqrallasmasına gətirilir.

Məsələnin həlli. (5) tənliyindən və təyin olunan p təzyiqinin ifadəsi aşağıdakı şəkildədir:

$$p = p_0 J_n(\lambda r) e^{i(kx+n\theta+\alpha t)} \quad (12)$$

Bu ifadəni (6) Navye-Stoks tənliyində yerinə yazsaq, φ və $\bar{\psi}$ funksiyalarını təyin etmək üçün $\Delta \varphi = -\frac{1}{a^2 \rho_0} \frac{\partial p}{\partial t}$; $\Delta \bar{\psi} = \frac{1}{\bar{\mu}} \frac{\partial \bar{\psi}}{\partial t}$, $\varphi = \varphi_*(r) e^{i(kx+n\theta+\alpha t)}$ ifadələrindən istifadə edib sabitin variyasiyası üsulunu tətbiq etməklə, φ üçün alırıq:

$$\varphi = \left(\frac{i \omega}{a^2 \rho_0} p_0 f(r) + \mu_1 J_n(kr) \right) e^{i(kx+n\theta+\alpha t)}. \quad (13)$$

Örtüyün yerdəyişmələrini aşağıdakı şəkildə axtaraq:

$$u = u_0 e^{i(kx+n\theta+\alpha t)}; \quad \vartheta = \vartheta_0 e^{i(kx+n\theta+\alpha t)}; \quad w = w_0 e^{i(kx+n\theta+\alpha t)}. \quad (14)$$

Burada, u_0, ϑ_0, w_0 naməlum sabitlər, χ, n – silindrik qabığın doğuranı və dairəvi istiqamətdəki dalğa ədədləridir.

Hamilton-Ostroqradski qərarlaşma şərtindən u_0, ϑ_0, w_0 naməlum sabitlərə nəzərən ikinci tərtib çoxhədli alırıq. Alınan çoxhərlini u_0, ϑ_0, w_0 sabitlərinə nəzərən variyasiyalasaq və asılı olmayan variyasiyaların əmsallarını sıfıra bərabər etsək, bircins tənliklər sistemi alırıq. Onun baş determinantını sıfıra bərabər etsək, özlü-elastiki maye ilə dinamik təmasda olan silindrik örtüyün rəqs tezliklərini tapmaq üçün tənlik alırıq:

$$\det \|a_{ij}\| = 0, \quad i, j = 1, 2, 3 \quad (15)$$

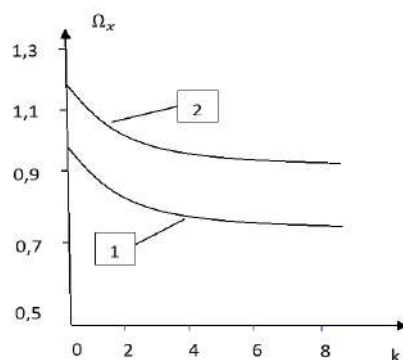
(15) tənliyi ədədi üsulla hesablanmışdır.

NƏTİCƏ.

Hesablamada parametrlər üçün aşağıdakı qiymətlər götürülmüşdür: $\rho_0 / \rho = 0,115$; $E_m / E_c = 70 / 380$; $\nu_m = \nu_c = 0,3$; $\rho_m = \rho_c = 2707$; $a_0 = 1350$ m/san, $\bar{\mu} = 0,355$.

Şəkil 1-də xətti tezlik parametri keramik materialın həcmdəki payının qüvvət göstəricisi k – dan asılılığı verilmişdir. Keramik materialın həcmdəki payının qüvvət göstəricisi k artdıqca, sistemin xətti rəqs tezlikləri isə şəkil 1-dən görüldüyü kimi azalır. $\Omega_x = \omega h \sqrt{\rho_c / E_c}$

Qrafikdə 1 əyrisinə mayenin özlülüyünün nəzərə alındığı, 2 əyrisinə isə alınmadığı hallar uyğundur. Göründüyü kimi mayenin özlülüyünün nəzərə alınması sistemin məxsusi rəqs tezliklərinin azalmasına səbəb olur.



Şəkil 2. Sistemin rəqs tezliklərinin qüvvət göstəricisindən asılılığı.

ƏDƏBİYYAT

1. Alijani F. , Amabili M., Karagiozis K., Bakhrtiari-Nejad F. Nonlinear vibrations of functionally graded doubly curved shallow shells // Journal of Sound and Vibration. - 2011. – 330. – P.1432 – 1454.
2. J.N. Reddy, Loy C.T., Lam K.Y., Vibration of functionally graded cylindrical shells // Int J Mech Sci. – 1999. – 41. – P.309 – 324.
3. Matsunaga H. Free vibration and stability of functionally graded shallow shells according to a 2D higher-order deformation theory // Composite Structures. – 2008. – 84. – P. 132 – 146.
4. Reddy J.N. Analysis of functionally graded plates // International Journal for numerical methods in engineering. – 2000. – 47. – P. 663 – 684.
5. Shen H.S. Functionally Graded Materials of Plates Shells / Florida: CPC Press, 2009. – 266p.
6. Chorfi S.M., Houmat A. Non-linear free vibration of a functionally graded doubly-curved shallow shell of elliptical plan-form // Composite Structures. – 2010. – 92. – P. 2573 – 2581.
7. Л.В.Курпа, Т.В.Шматко Исследование геометрически нелинейных колебаний функционально-градиентных пологих оболочек со сложной формой плана//Вестник Запорожский национальный университет.-2015, №1. с.89-97.
8. Курпа Л.В. Нелинейные свободные колебания многослойных пологих облочек симметричного строения со сложной формой плана// Мат. Методи та фіз. – мех. поля. – 2008. – 51 , №2. – С. 75-85.
9. Курпа Л.В. Метод R - функции для решения линейных задач изгиба и колебаний пологих облочек/ Харьков: НТУ «ХПИ», 2009. – 408 с.
10. Курпа Л.В. Шматко Т.В. Свободные колебания функционально-градиентных пологих оболочек со сложной формой плана // Теорет. и прикладная механика. – 2014. – Вып. 8(54). – С. 77-85.
11. Iskanderov R.A., Hosseini Kaklar D. Geometrical nonlinear vibrations of a moving shellfluid-contacting functionally graded cylindrical Problems of computational mechanics and strength of structures, Dnepropetrovsk National University named after Oles Honchar, vol.26 , 168-174 , 2017
12. Iskanderov R.A., Hosseini Kaklar D. Geometrical nonlinear vibration of functionally –graded longitudinally strengthened and flowing fluid –contacting cylindrical shell. IJTPЕ Journal International Journal on Technical and physical problems of engineering. Issue 32 Volume 9 Number 3 September pp. 44-52, 2017.

13.Рвачев В.Л. Теория R - функции и некоторые ее приложения / Наук. думка, 1982. – 552 с.

14. Hüseyni Kaklar D.Ş. Özlü-elastiki maye ilə qarşılıqlı əlaqədə olan, boyuna qabırğalarla möhkəmləndirilmiş funksional-qradient silindrik qabığın rəqsləri. Ekologiya və su təsərrüfatı, №4, s. 75-80, 2019.

HÜSEYN ŞƏFİEI MƏTƏNƏQ

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
Mexanika kafedrası, doktorant,
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4161-5209>,
hossein.shafiei.m@gmail.com

ŞƏBƏKƏLİ QABIRĞALARLA MÖHKƏMLƏNDİRİLMİŞ KONİK ÖRTÜYÜN QEYRİ-BİRCİNS ELASTİKİ MÜHİTDƏ ONA YAYLA BİRLƏŞDİRİLMİŞ KÜTLƏ İLƏ BİRGƏ RƏQSLƏRİNİN TƏDQIQI

Xülasə-Konik örtüklərdən təşkil olunmuş konstruksiyalar müxtəlif mühəndislik sahələrində geniş istifadə olunur. Belə konstruksiyaların tətbiq olunduğu mühəndis qurğuları xüsusi təyinatlı qurğular olduqları üçün daxilində müxtəlif: bircins elastiki, bircins özlü-elastiki və qeyri-bircins mühitlər daşıya bilirlər. Digər tərəfdən konik örtüklərdən düzəldilmiş daşıyıcı qurğularda (konteynerlərdə, ballast quğularında) hərəkət zamanı yaranan titrəyiş və rəqslərin rezonans tezliyinə çatmasının qarşısını almaq üçün daxilində yayla örtüyün gövdəsinə bağlanmış ağır kütləli yükədən istifadə olunur. Təqdim edilən məqalə şəbəkəli qabırğalarla möhkəmləndirilmiş konik örtüyün qeyri-bircins elastiki mühitdə ona yayla birləşdirilmiş kütlə ilə birgə rəqslərinin tədqiqi məsələsinə həsr edilmişdir.

Açar sözlər: *Konik qabıq, rəqslər, özlü-elastiki mühit, energetik metodu, Vinkler modeli, Ferrari üsulu.*

H. Shafiei Matanagh

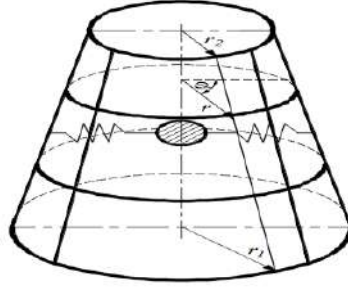
INVESTIGATION OF VIBRATIONS OF A CONICAL SHELL SUPPORTED BY MESH RIBS WITH A MASS ATTACHED ON SPRINGS IN CONTACT WITH AN INHOMOGENEOUS MEDIUM

Abstract-Structures organized from conical coatings are widely used in various fields of technology. Engineering installations in which such structures are used are special-purpose devices, since inside they are able to carry various: homogeneous elastic, homogeneous viscoelastic and inhomogeneous media. On the other hand, in load-bearing devices (containers, ballast winches) made of conical covers, a heavy massive load is used, inside which a spring is attached to the cover body to prevent vibrations and vibrations arising during movement from reaching a resonant frequency. The presented article is devoted to the study of the joint dance of a conical coating reinforced with mesh ribs with a mass connected to it by a spring in an inhomogeneous elastic medium.

Keywords: conical shell, oscillatory, viscoelastic medium, energy method, Winkler model, Ferrari method.

I. Məsələnin qoyuluşu

Fərz edək ki, bircins elastiki mühitdə yayla birləşdirilmiş kütlə ilə bircins qeyri-bircins elastiki mühitdə birgə rəqs edən konik örtük şəbəkə əmələ gətirən qabırğalarla möhkəmləndirilmişdir (şəkil 1.).



Şəkil 1. Şəbəkə əmələ gətirən qabırğalarla möhkəmləndirilmiş, kütlə bərkidilmiş, qeyri-bircins özlü-elastiki, mühitlə kontaktda olan konik örtük.

II. Məsələnin həlli

Örtüyün nöqtələrinin yerdəyişmələrini (1) şəkildə axtarıq [1]

$$\begin{aligned}
 w &= \frac{(r_2 + x \sin \gamma)^2}{r_1^2} \sin \frac{m\pi x}{l} \sum_{n=1}^{\infty} A_n(t) \cos n\varphi, \\
 g &= \frac{(r_2 + x \sin \gamma)^2}{r_1^2} \sin \frac{m\pi x}{l} \sum_{n=1}^{\infty} B_n(t) \sin n\varphi \\
 u &= \frac{(r_2 + x \sin \gamma)^2}{r_1^2} \cos \frac{m\pi x}{l} \sum_{n=1}^{\infty} D_n(t) \cos n\varphi
 \end{aligned} \tag{1}$$

Burada n – dairəvi istiqamətdəki, m – doğurarı boyu dalğa ədədləri, $A_n(t)$, $B_n(t)$, $D_n(t)$ naməlum sabitlərdir.

Vinkler modeli halında şəbəkə əmələ gətirən qabırğalarla möhkəmləndirilmiş qeyri-bircins elastiki mühitlə kontaktda olan konik örtüyün ona yayla birləşdirilmiş kütlə ilə birlikdə potensial və kinetik enerjisi üçün alırıq [1, 2, 3]:

$$\begin{aligned}
 q_r &= k(r)w = k_0 \left(1 - \xi \frac{x}{l}\right) w = k_0 \left(1 - \xi \frac{r - r_2}{l}\right) w = \\
 &= k_0 \left(1 - \xi \frac{r - r_2}{l \sin \gamma}\right) w = k_0 \left(1 - \xi \frac{r - r_2}{r_1 - r_2}\right) w
 \end{aligned} \tag{2}$$

Vinkler modeli halında (1) sırasına daxil olan sıraların n –ci toplananına nəzərən üçün potensial və kinetik enerjilərinin cəmini, yəni tam enerjinin ifadəsini yazaq:

$$\begin{aligned}
 L_{sv} &= \mu_{11} D_n^2(t) + \hat{\mu}_{22} A_n^2(t) + \mu_{33} B_n^2(t) + \mu_{44} A_n(t) D_n(t) + \mu_{55} A_n(t) B_n(t) + \\
 &+ (z - w_0 \cos \gamma)^2 c + \frac{1}{2} M \dot{z}^2 + \mu_{66} A_n'^2 + \mu_{77} D_n'^2 + \mu_{88} B_n'^2.
 \end{aligned} \tag{3}$$

Burada, $\hat{\mu}_{22}$ və μ_{33} , μ_{44} , μ_{55} , μ_{66} , μ_{77} , μ_{88} hədləri müəllifin dərc olunmuş [4, 5, 6] məqalələrində ayrılıqda bpyuna və eninə qabırğalarla möhkəmləndirilmə halları üçün verilib. Baxılan məqalədə onların cəmi istifadə olunur. Həmin ifadələr kifayət qədər mürəkkəb və iri həcmli olduğu üçün yalnız müəllifə istinad olunur.

(3) ifadəsini

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L_{sv}}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L_{sv}}{\partial q_i} = 0, \tag{5}$$

(5) Laqranj tənliyində yerinə yazsaq, şəbəkə əmələ gətirən qabırğalarla möhkəmləndirilmiş, qeyri-bircins mühitlər üçün Vinkler modeli halında aşağıdakı adi diferensial tənlikdən ibarət sistem alırıq:

$$\begin{aligned}
 M \ddot{z} + 2c(z - \alpha_0 A_n(t)) &= 0 \\
 -2\alpha_0 cz + 2\mu_{66} A_n''(t) + (2\hat{\mu}_{22} + 2\alpha_0^2 c) A_n(t) + \mu_{44} D_n(t) + \mu_{55} B_n(t) &= 0 \\
 2\mu_{77} D_n''(t) + 2\mu_{11} D_n(t) + \mu_{44} A_n(t) &= 0
 \end{aligned} \tag{6}$$

$$2\mu_{88}B_n''(t) + 2\mu_{33}B_n(t) + \mu_{55}A_n(t) = 0$$

Burada, $\alpha_0 = \frac{r_0^2}{r_1^2} \sin \frac{m\pi(r_0-r_2)}{r_1-r_2} \cos \gamma, n = 1,3,5, \dots$

Şəbəkə əmələ gətirən qabırğalarla möhkəmləndirilmiş, qeyri-bircins elastiki mühitlə kontaktda olan konik örtüyün ona yayla birləşdirilmiş kütlə ilə birlikdə Vinkler modeli halında məxsusi rəqs tezliklərini tapmaq üçün (6) sisteminin həllini $z = z^* \sin \omega t, A_n = A_n^* \sin \omega t, B_n = B_n^* \sin \omega t, D_n = D_n^* \sin \omega t$ şəklində axtarsaq və sistemdə yerinə yazsaq z^*, A_n^*, B_n^*, D_n^* sabitlərinə nəzərən cəbri tənliklər sistemi alarıq:

$$\begin{aligned} \left(\frac{2c}{M} - \omega^2\right) z^* - \frac{2c\alpha_0}{M} A_n^* &= 0 \\ -2\alpha_0 c z^* + (2\hat{\mu}_{22} - 2\mu_{66}\omega^2 + 2\alpha_0^2 c) A_n^* + \mu_{44} D_n^* + \mu_{55} B_n^* &= 0 \\ (2\mu_{11} - 2\mu_{77}\omega^2) D_n^* + \mu_{44} A_n^* &= 0 \\ (2\mu_{33} - 2\mu_{88}\omega^2) B_n^* + \mu_{55} A_n^* &= 0 \end{aligned} \quad (7)$$

(7) sistemi bircins xətti cəbri tənliklər sistemi olduğundan, onun trivial olmayan həllinin varlığı üçün zəruri və kafi şərt onun baş determinantının sifıra bərabər olmasıdır. Nəticədə, şəbəkə əmələ gətirən qabırğalarla möhkəmləndirilmiş qeyri-bircins elastiki mühitlə kontaktda olan konik örtüyün ona yayla birləşdirilmiş kütlə ilə birlikdə, Vinkler modeli halında, məxsusi rəqs tezliklərini tapmaq üçün aşağıdakı tezlik tənliyini alarıq:

$$\begin{aligned} \left(\frac{2c}{M} - \omega^2\right) [\mu_{44}^2 (2\mu_{33} - 2\mu_{88}\omega^2) + \mu_{55}^2 (2\mu_{11} - 2\mu_{77}\omega^2) - (2\hat{\mu}_{22} - 2\mu_{66}\omega^2 + 2\alpha_0^2 c) \times \\ \times (2\mu_{11} - 2\mu_{77}\omega^2)(2\mu_{33} - 2\mu_{88}\omega^2)] + 2\alpha_0 c \varphi_{88} \omega^2 - 4\alpha_0 c \varphi_{33} = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

Qeyd edək ki, $c = 0$ və ya $M = 0$ olduqda (8) tənliyi mühitlə kontaktda olan möhkəmləndirilmiş kəşik konik örtüyün rəqs tənliyini ifadə edir, onu aşağıdakı şəkildə yazaq:

$$\begin{aligned} \omega^6 - (8\mu_{33}\mu_{66}\mu_{77} + 4\hat{\mu}_{22}\mu_{77}\mu_{88} - 4\mu_{11}\mu_{66}\mu_{88})(8\mu_{66}\mu_{77}\mu_{88})^{-1} \omega^4 + \\ + (-2\mu_{88}\mu_{44}^2 - 2\mu_{77}\mu_{55}^2 + 4\hat{\mu}_{22}\mu_{33}\mu_{77} - 4\mu_{11}\mu_{33}\mu_{66} + \\ + 8\mu_{11}\hat{\mu}_{22}\mu_{33} + 2\alpha_0 c \mu_{88})(8\mu_{66}\mu_{77}\mu_{88})^{-1} \omega^2 + \\ + (2\mu_{33}\mu_{44}^2 + 2\mu_{11}\mu_{55}^2 - 8\mu_{11}\hat{\mu}_{22}\mu_{33} - 4\alpha_0 c \mu_{33})(8\mu_{66}\mu_{77}\mu_{88})^{-1} = 0. \end{aligned} \quad (9)$$

(9) tənliyini $\omega^2 = \lambda$ -ya nəzərən kub tənlikdir:

$$\lambda^3 + \tilde{f}_1 \lambda^2 + \tilde{f}_2 \lambda + \tilde{f}_3 = 0 \quad (10)$$

Burada,

$$\begin{aligned} \tilde{f}_1 &= -(8\mu_{33}\mu_{66}\mu_{77} + 4\hat{\mu}_{22}\mu_{77}\mu_{88} - 4\mu_{11}\mu_{66}\mu_{88})(8\mu_{66}\mu_{77}\mu_{88})^{-1} \\ \tilde{f}_2 &= (-2\mu_{88}\mu_{44}^2 - 2\mu_{77}\mu_{55}^2 + 4\hat{\mu}_{22}\mu_{33}\mu_{77} - 4\mu_{11}\mu_{33}\mu_{66} + 8\mu_{11}\hat{\mu}_{22}\mu_{33} + \\ &+ 2\alpha_0 c \mu_{88})(8\mu_{66}\mu_{77}\mu_{88})^{-1}; \end{aligned}$$

$\tilde{f}_3 = (2\mu_{33}\mu_{44}^2 + 2\mu_{11}\mu_{55}^2 - 8\mu_{11}\hat{\mu}_{22}\mu_{33} - 4\alpha_0 c \mu_{33})(8\mu_{66}\mu_{77}\mu_{88})^{-1}$
Kardano düsturunun köməyi ilə (10) kub tənliyinin köklərini tapa bilərik:

$$\lambda = y - \frac{\tilde{f}_1}{3}$$

$$y = \sqrt[3]{-\frac{\tilde{q}}{2} + \sqrt{\frac{\tilde{q}^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} + \sqrt[3]{-\frac{\tilde{q}}{2} - \sqrt{\frac{\tilde{q}^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}$$

$$p = \frac{-\tilde{f}_1^2}{3} + \tilde{f}_2; \tilde{q} = \frac{2\tilde{f}_1^3}{27} - \frac{\tilde{f}_1\tilde{f}_2}{3} + \tilde{f}_3.$$

(10) tənliyi $\omega^2 = \lambda$ -na nəzərən səkkiz dərəcəli tənlikdir:

$$\begin{aligned} 8\mu_{66}\mu_{77}\mu_{88}\omega^8 - \left(\bar{T}_1 + \frac{16c}{M} \mu_{66}\mu_{77}\mu_{88}\right) \omega^6 + \left(\bar{T}_2 + \frac{2c}{M} \bar{T}_1 - \right. \\ \left. - 16c^2 \alpha_0^2 \mu_{77}\mu_{88}\right) \omega^4 - \left(\bar{T}_3 + \frac{2c}{M} \bar{T}_2 + 16c^2 \alpha_0^2 \mu_{11}\mu_{88} + 16c^2 \alpha_0^2 \mu_{33}\mu_{77}\right) \omega^2 - \\ \left. - \frac{2c}{M} \bar{T}_3 - 16c^2 \alpha_0^2 \mu_{33}\mu_{77}\right) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{T}_1 &= 8\hat{\mu}_{22}\mu_{77}\mu_{88} + 8\mu_{11}\mu_{66}\mu_{88} + 8\mu_{66}\mu_{77} + 8c^2 \alpha_0^2 \mu_{88}\mu_{77} + \\ \bar{T}_2 &= -2\mu_{44}^2 \mu_{88} - 2\mu_{55}^2 \mu_{77} + 8\hat{\mu}_{22}\mu_{11}\mu_{88} + 8\hat{\mu}_{22}\mu_{33}\mu_{77} + 8\mu_{11}\mu_{33}\mu_{66} + \\ &+ 8c^2 \alpha_0^2 \mu_{11}\mu_{88} + 8c^2 \alpha_0^2 \mu_{33}\mu_{77} \end{aligned}$$

$\bar{T}_3 = 2\mu_{33}\mu_{44}^2 + 2\mu_{11}\mu_{55} - 8\hat{\mu}_{22}\mu_{11}\mu_{33} - 8c^2 \alpha_0^2 \mu_{11}\mu_{33}$
 Bu tənlik $\lambda = \omega^2$ -na nəzərən dörd dərəcəli cəbri tənlikdir:

$$8\mu_{66}\mu_{77}\mu_{88}\lambda^4 - \left(\bar{T}_1 + \frac{16c}{M}\mu_{66}\mu_{77}\mu_{88}\right)\lambda^3 + \left(\bar{T}_2 + \frac{2c}{M}\bar{T}_1 - 16c^2 \alpha_0^2 \mu_{77}\mu_{88}\right)\lambda^2 - \left(\bar{T}_3 + \frac{2c}{M}\bar{T}_2 + 16c^2 \alpha_0^2 \mu_{11}\mu_{88} + 16c^2 \alpha_0^2 \mu_{33}\mu_{77}\right)\lambda - \frac{2c}{M}\bar{T}_3 - 16c^2 \alpha_0^2 \mu_{33}\mu_{77} = 0$$

Sonuncu tənliyi Ferrari üsulu ilə həll etmək olar. Onu aşağıdakı şəkildə göstərək:
 $\lambda^4 + \bar{A}\lambda^3 + \bar{B}\lambda^2 + \bar{C}\lambda + \bar{D} = 0$ (11)

Burada

$$\bar{A} = (8\mu_{66}\mu_{77}\mu_{88})^{-1} \left(\bar{T}_1 + \frac{16c}{M}8\mu_{66}\mu_{77}\mu_{88}\right); \bar{D} = -\frac{2c}{M}\bar{T}_3 - 16c^2 \alpha_0^2 \mu_{33}\mu_{77}$$

$$\bar{B} = (8\mu_{66}\mu_{77}\mu_{88})^{-1} \left(\bar{T}_2 + \frac{2c}{M}\bar{T}_1 - 16c^2 \alpha_0^2 \mu_{77}\mu_{88}\right)$$

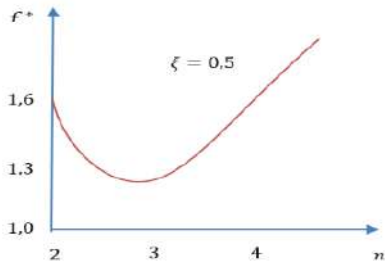
$$\bar{C} = (8\mu_{66}\mu_{77}\mu_{88})^{-1} \left(\bar{T}_3 + \frac{2c}{M}\bar{T}_2 + 16c^2 \alpha_0^2 \mu_{11}\mu_{88} + 16c^2 \alpha_0^2 \mu_{33}\mu_{77}\right)$$

Əvvəlcə

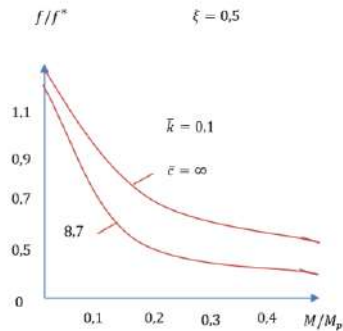
$$y^3 - \bar{B}y^2 + (\bar{A}\bar{C} - 4\bar{D})y - \bar{A}^2\bar{D} + 4\bar{B}\bar{D} - \bar{C}^2 = 0$$

tənliyinin hər hansı y_0 həlli tapılır.

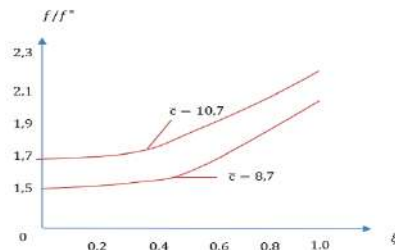
Alınmış (11) tənliyinin kökləri ədədi üsulla hesablanmışdır. Parametrlər üçün aşağıdakı qiymətlər götürülmüşdür: $r_1 = 160$ mm, $r_2 = 85$ mm, halqalar bucaqlı şəkildə $6 \times 10 \times 1$ (mm-də) kimi götürülmüşdür, $k_1 = 32$, $k_2 = 15$ m = 1, $\gamma = \frac{13\pi}{180}$, örtüyün hündürlüyü 320 mm qəbul edilmişdir.



Şəkil 2. Örtüyün məxsusi rəqs tezliklərinin dairəvi istiqamətdəki dalğa ədədindən asılılığı



Şəkil 3. Örtüyün məxsusi rəqs tezliklərinin yükün kütləsindən asılılığı



Şəkil 4.. Örtüyün məxsusi rəqs tezliklərinin mühitin qeyri-bircinslik parametrindən asılılığı.

III. Nəticələr

Hesablamaların nəticələri səkil 2.-də tezlik parametrini $f^* = \frac{\omega}{2\pi}$ –nin n –dən, səkil 3.-də sistemin minimal məxsusi rəqs tezliklərini qabırğalarla möhkəmləndirilmiş örtüyün minimal məxsusi rəqs tezliklərinə olan nisbətinin yükün kütləsindən asılılığı şəklində müxtəlif $\bar{k} = \frac{k}{D}$ qiymətləri və $\bar{c} = \frac{c}{D}$ üçün verilmişdir. Səkil 3.-də sistemin minimal məxsusi rəqs tezliklərini mühitin qeyri-bircinslik parametrindən asılılığı göstərilmişdir. Səkil 2.-dən görüldüyü kimi n ədədi artdıqca sistemin minimal məxsusi rəqs tezlikləri əvvəlcə azalır, sonra minimum qiymət alaraq artır. Şəkil 3. göstərir ki, M/M_p nisbəti (M_p –örtüyün

qabırğalarla birlikdə kütləsidir) artdıqca sistemin minimal məxsusi rəqs tezlikləri azalır və əksinə, $\bar{k} = \frac{k_0}{D}$ nisbəti artdıqca və yayın sərtliyi artdıqca sistemin minimal məxsusi rəqs tezlikləri artır. Bu onunla izah olunur ki, $\bar{k} = \frac{k_0}{D}$ nisbətinin artması mühitin sərtliyinin artmasına səbəb olur. Səkil 4.-dən görüldüyü kimi mühitin qeyri-bircinslik parametrinin qiyməti artdıqca, sistemin məxsusi rəqs tezlikləri azalır. Buna səbəb mühitin qeyri-bircinslik parametrinin qiymətinin artması, mühitin sərtliyinin artmasına səbəb olur.

Ədəbiyyat

1. Şafiei, H. M. Boyuna çubuklarla möhkəmləndirilmiş konik örtüyün yayla birləşdirilmiş yüklə mühitlə sərbəst rəqsləri // İnşaatın və inşaat təhsilinin müasir problemləri, 2017.19-21 dekabr.

2. İskanderov R.A., Shafiei Matanagh H.M. Free vibrations of longitudinally reinforced conical shell with spring associated mass in medium// Problems of computational mechanics and strength of structures, Dnepropetrovsk National University named after Oles Honchar, vol.26,2017.

3. İskanderov R.A., Shafiei Matanagh H.M. Free vibrations of lateral reinforced conical shell with spring associated mass in medium/ Conference proceedings. The 13th International Conference on Technical and Physical Problems of Electrical Engineering 21-23 September 2017 Van, Turkey.

4. İskanderov R.A., Shafiei Matanagh H.M. Free vibrations of lateral reinforced conical shell with spring associated mass in medium /IJTPE Journal International Journal on Technical and physical problems of engineering, Issue 32 Volume 9 Number 3 p. 48-52, September 2017, Denmark.

5. İskanderov R.A., H. Shafiei Matanagh. Free vibrations of a conical shell with spring associated mass and stiffened with a cross system of ribs in medium. International Journal on “Technical and Physical Problems of Engineering” (IJTPE), Issue 43, Vol.12, Number 2, Pages 1-5, June 2020

6. Shafiei Matanagh H. M. Свободные колебания продольно подкрепленной конической оболочки с массой, присоединенной на пружинах, контактирующей с неоднородной средой// Проблеми Обчислювальної механіки і міцності конструкцій, вип. 29, с.221-234, 2019.

VIBRATIONS OF A REINFORCED ANISOTROPIC CYLINDRICAL SHELL IN CONTACT WITH A VISCOUS FLUID.

Khudiyeva Aynura Ilyas

R.ü.f.d, dos.Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti/
Aynur-khudiyeva@rambler.ru/0000-0003-0142-5193

Абстракт: Цилиндрические оболочки являются элементами конструкций самолетов и двигателей, подводных и надводных аппаратов, подземных тоннелей и резервуаров. При рассмотрении колебательных процессов цилиндрических оболочек принципиальным является выбор подходящей модели. Первый аспект – выбор типа вибрации: нелинейная или линейная. Вторым важным моментом является ответ на вопрос, можно ли считать оболочку бесконечной или она имеет конечную длину, что сразу усложняет задачу в связи с необходимостью удовлетворения граничных условий на концах (или на конце, если оболочка считается полубесконечной).

Ключевые слова: вибрация, подкрепленная оболочка, ортотропная цилиндрическая оболочка, вязкая жидкость.

Ключевые слова: вибрация, подкрепленная оболочка, ортотропная цилиндрическая оболочка, вязкая жидкость.

Abstract: Circular cylindrical shells are the elements in constructions of aircrafts and engines, underwater and surface vehicles, underground tunnels and tanks. When considering vibrational processes of cylindrical shells, the choice of a suitable model is principal. The first aspect is the choice of the type of vibration: nonlinear or linear ones. The second important point is the answer to the question if the shell may be considered as infinite, or it has a finite length, that immediately complicates the problem in connection with the need to satisfy boundary conditions at the ends (or at the end if the shell is considered as semi-infinite).

Keywords: vibration, stiffened shell, orthotropic cylindrical shell, viscous fluid.

Introduction: Two cases of properties of the shell material are considered: with structural damping and viscoelastic behavior. It is shown that in both cases one and the same equations generalizing the known Kortewag-de Vries-Burgers modified equation are obtained. Due to the fact that the radius of the median surface of the shell is significantly shorter than the deformation wavelength, in the equations of dynamics of viscous incompressible fluid asymptotic transition was made to classical equation of hydronamical theory of lubrication. Existence of fluid between co-axial shells leads to appearance of deformation wave not only in external shell, but also in the internal one, which at initial moment of deformation were equal to zero. As a result, in the external and internal shells it is established a deformation wave of constant amplitude and propagation speed with a local splash on leading edge, that corresponds to the “solitary wave” type solution that is not described analytically. This construction can be interpreted as a three-layer package whose filler is fluid.

We obtain differential equations of motion and natural boundary conditions for a longitudinally stiffened orthotropic cylindrical shell contacting with viscous fluid based on the Ostrogradsky-Hamilton variational principle. Since the system under consideration consists of cylindrical circular shells with longitudinal stiffened elements and viscous fluid we can write the total energy of the system in the form:

$$\Pi = G + K + \sum_{i=1}^{k_1} H_i + \sum_{j=1}^{k_2} H_j + A \quad (1)$$

where G is a potential, K is a kinetic energy of the cylindrical shell, $\sum_{j=1}^{k_1} H_j$ is total energy of longitudinal, $\sum_{j=1}^{k_2} H_j$ of transversal ribs used in stiffening, A is a work done by the external

forces and takes into account influence of viscous fluid when the points of the cylindrical shell are displaced, k_1 is the amount of longitudinal ribs, k_2 is the amount of transverse ribs. The formulas to calculate these quantities are in the papers [3,4].

Intensity of load q_x, q_y, q_{z1} acting on the shell as viewed from viscous fluid is determined from the Navier-Stocks linearized equation [5]. To the expressions (1) we add contact and boundary conditions.

Considering that the edges of the shell are hingely supported, i.e. for $x=0$ and $x=l$

$$N_x = 0; M_x = 0; w = 0; \tilde{g} = 0. \quad (2)$$

where, N_x, M_x, \tilde{g}, w are longitudinal forces, bending moment, circumferential and normal components of displacements of shell points, respectively

At the points of the internal surface of the shell there will be $\left(r = R - \frac{h}{2} \right)$

$$g_x = \frac{\partial u}{\partial t}, g_\theta = \frac{\partial \tilde{g}}{\partial t}, g_r = \frac{\partial w}{\partial t} \quad (3)$$

$$q_x = -\sigma_{rx}, q_\theta = -\sigma_{r\theta}, q_{z1} = -p \quad (4)$$

where $\tilde{g}(g_x, g_r, g_\theta)$ is the vector of velocity of an arbitrary point of the fluid, p is pressure at arbitrary point of the fluid, q_x, q_y, q_{z1} are forces acting on the shell as viewed from viscous fluid $\sigma_{rx}, \sigma_{r\theta}$ are viscous forces [1].

The equation of motion of a viscous fluid-contacting, stiffened orthotropic shell was obtained on the basis of Ostrogradsky-Hamilton principle of stationarity of actions:

$$\delta W = 0 \quad (5)$$

where $W = \int_{t'}^{t''} \Pi dt$ is Hamilton's action, t' and t'' are the given arbitrary moments of time.

On an example we consider nonlinear parametric vibrations of a transversely stiffened circular orthotropic cylindrical shell under the action of radial load $q_{z2} = \tilde{q}_0 + \tilde{q}_1 \sin \omega_1 t$ where \tilde{q}_0 is a mean or main load, \tilde{q}_1 is the load amplitude, ω_1 is frequency of pressure change in the viscous fluid-filled shell.

For describing the motion of fluid, we use the Navier-Stocks linearized equation for viscous incompressible fluid [5]:

$$\rho_m \frac{\partial \tilde{g}}{\partial t} = -grad p + \frac{1}{3} grad div \tilde{g} + \bar{\mu} \nabla^2 \tilde{g}. \quad (6)$$

We represent the solution of the Navier-Stocks equation by a scalar potential φ and vector potential $\tilde{\psi}$ in the form

$$\tilde{g} = grad \varphi + rot \tilde{\psi}. \quad (7)$$

Substituting (7) in (6), we obtain:

$$\rho_m \frac{\partial (grad \varphi + rot \tilde{\psi})}{\partial t} = -grad p + \frac{1}{3} \mu grad div \tilde{g} + \bar{\mu} \Delta \tilde{g}. \quad (8)$$

From (7) we easily get:

$$div \tilde{g} = \Delta \varphi; grad div \tilde{g} = grad \Delta \varphi.$$

Using the vector identity $rot rot \tilde{g} = grad div \tilde{g} - \Delta \tilde{g}$ we can write:

$$\Delta \tilde{g} = grad div \tilde{g} - rot rot \tilde{g} =$$

$$= grad \Delta \varphi - rot rot \tilde{g}.$$

Using (7), we find:

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \operatorname{rot} \vec{\mathcal{G}} &= \operatorname{rot} \operatorname{rot} (\operatorname{grad} \varphi + \operatorname{rot} \vec{\psi}) = \\ &= \operatorname{rot} \operatorname{rot} \operatorname{grad} \varphi + \operatorname{rot} (\operatorname{rot} \operatorname{rot} \vec{\psi}) = -\operatorname{rot} \Delta \vec{\psi} \\ \operatorname{grad} \operatorname{div} \vec{\mathcal{G}} &= \operatorname{grad} (\Delta \varphi). \end{aligned}$$

Substituting these relations in the equation of motion (8), we find:

$$\begin{aligned} \rho_m \frac{\partial}{\partial t} (\operatorname{grad} \varphi) + \operatorname{grad} p - \frac{4}{3} \bar{\mu} \operatorname{grad} \Delta \varphi - \\ - \bar{\mu} \operatorname{rot} \Delta \vec{\psi} + \rho_m \frac{\partial}{\partial t} \operatorname{rot} \vec{\psi} = 0 \end{aligned}$$

or

$$\begin{aligned} \operatorname{grad} \left(\rho_m \frac{\partial \varphi}{\partial t} + p - \frac{4}{3} \bar{\mu} \Delta \varphi \right) + \\ + \operatorname{rot} \left(-\bar{\mu} \Delta \vec{\psi} + \rho_m \frac{\partial \vec{\psi}}{\partial t} \right) = 0. \end{aligned}$$

This equation will be satisfied if we assume

$$\rho_m \frac{\partial \varphi}{\partial t} + p - \frac{4}{3} \bar{\mu} \Delta \varphi = 0 \quad (9)$$

$$-\bar{\mu} \Delta \vec{\psi} + \rho_m \frac{\partial \vec{\psi}}{\partial t} = 0. \quad (10)$$

Thus, we can get a particular solution of equation (6) based on particular solution (9) and (10). It is seen from (9) and (10) that for finding the potentials φ and $\vec{\psi}$ one needs to know pressure p and density ρ_m of the fluid. We illustrate what has been said on an example when fluid is viscous Newtonian. In this case to the system of linearized Navier-Stokes equations (6) that contains five unknowns, three velocity components $\mathcal{G}_x, \mathcal{G}_r, \mathcal{G}_\theta$, pressure p and density ρ_m we add a discontinuity equation $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho_m \operatorname{div} \vec{\mathcal{G}} = 0$ and a formula of the form $\frac{\partial p}{\partial \rho} = a_*^2$ closing the system of equations. In the monograph [1,2] after some transformations the following linearized wave equation is obtained:

$$\frac{1}{a_*^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = \nabla^2 \left(p + \frac{4\bar{\mu}}{3\rho_m a_*^2} \frac{\partial p}{\partial t} \right). \quad (11)$$

The solution of the equation (11) is of the form

$$p = (p_0 J_n(\lambda r) + c_0 Y_n(\lambda r)) \exp i(kx + n\theta + \omega t) \quad (12)$$

$$\text{where } \lambda = \sqrt{\frac{\omega^2}{a_*^2 \left(1 + i \frac{4\bar{\mu}\omega}{3\rho_m a_*^2} \right)} - k^2}, \quad J_n, Y_n$$

are n -th order Bessel functions of first and second kind, respectively, n is the number of waves along circumference, k is a wave number or a constant propagated phase, $k = \frac{m\pi}{L}$, m is the amount of longitudinal waves in the shell, the quantity ω characterizes cyclic frequency of the wave, $\bar{\mu}$ is dynamical viscosity factor, ρ_m is density of the fluid in unperturbed state, a_* is velocity of propagation of small perturbations in fluid, p_0, c_0 are constants.

The results of calculations are on fig.2 and fig.3. The dependences of ratios of nonlinear frequency to the linear one on deflection in the case of parametric vibrations of a fluid-filled cylindrical shell stiffened with cross system of ribs under different values of ratios E_1/E_2 of the shell material and for the fixed values of \tilde{E}_i are given in fig.2. It is seen that with increasing the ratios E_1/E_2 and shell deflection, nonlinear frequencies of the vibrations of the system

increase. The dependences of ratios of nonlinear part to the linear one on the amount of longitudinal bars are given in fig.3. It can be seen from the figure that increasing the amount of longitudinal ribs, at first nonlinear frequencies of vibrations increase, and then attaining maximum they began to decrease. It is explained by the fact that at first by increasing the amount of longitudinal ribs the rigidity of the system increases, and with a further increase in the amount of longitudinal ribs, the inertia prevails over rigidity.

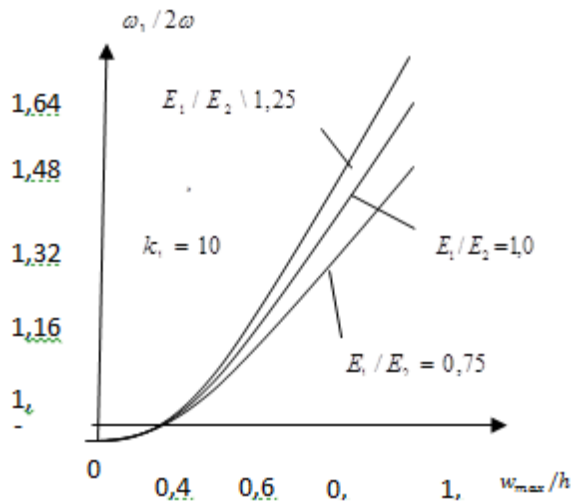


Figure.2. Dependence of frequency on deflection

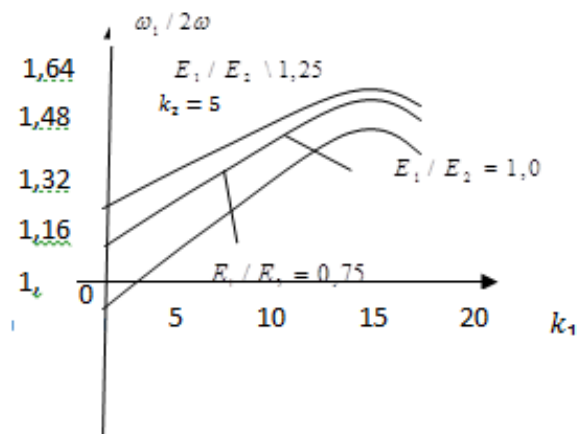


Figure.3. Dependence of frequency on the amount of longitudinal bars.

REFERENCES

- [1] R.N. Agayev, Vibrations of heterogeneous cylindrical shell stiffened with rings and dynamically contacting with flowing fluid, International Journal on “Technical and Physical Problems of Engineering” (IJTPE), June 2020, issue 43 v. 12, No 2, pp. 83-87.
- [2] R.N. Agayev, Vibrations of an inhomogeneous cylindrical shell dynamically Interacting with motive fluid and stiffened with rings, International Journal on “Technical and Physical Problems of Engineering” (IJTPE), March 2020, issue 42 v. 12, No 1, pp. 31-34.
- [3] F.S. Latifov, Z.M. Badirov, “Oscillations of Anisotropic Homogeneous Longitudinally Supported Cylindrical Shell with a Liquid”, The 14th International Conference on Technical and Physical Problems of Electrical Engineering (ICTPE-2018), Nakhchivan, Azerbaijan, 2018, pp. 172-176, 15-17 October.

[4]. I.Ya. Amiro, V.A. Zarutskiy, "Theory of Edged Shells - Methods for Calculating Shells", Naukova Dumka, 1980, p. 367.

[5]. A.S. Volmir, "Shells in Liquid and Gas Flow (Aeroelasticity Problem)", M.: Sciences, 1976, p.

ÇOXMƏRTƏBƏLİ BİNA ALTINDAKI QRUNTUN YÜKGÖTÜRMƏSİNİN BƏZİ MƏSƏLƏLƏRİ HAQQINDA

t.ü.f.d., dosent Xəlilov Hüseyn Artık oğlu, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti,

t.ü.f.d., dosent artikoglu50@gmail.com

ass.Tural Mübariz oğlu Əliyev

Xülasə: Məqalədə çoxmərtəbəli bina altındakı qrunun yüklənməsinin bəzi məsələlərinin həlli üçün metodik göstəriş işlənmişdir. Bina altındakı müxtəlif layların gərginlik-deformasiya halı araşdırılmışdır. Konkret misalla bina altındakı qrunun, xüsusi halda, daş qrununun binanın yükünü götürə bilməsi üçün onun minimum qalınlığının təyin olunması metodikası işlənmişdir eləcə də daş altındakı zəif qrunun gərginlik halı araşdırılmışdır.

Аннотация: В статье разработаны методические указания для решения некоторых проблем в грунте под многоэтажным зданием. Исследовано напряженно-деформированного состояния различных слоев грунтов под зданием. В конкретном примере разработан метод определения минимальной толщины грунта, в частности скалы, способной нести вес здания и исследовано напряженное состояние слабого грунта, лежащей под слоем скалы.

Açar sözləri: Qrunun yüklənmə qabiliyyəti, gərginlik deformasiya halı, metodik göstərişlər, binanın dayanılığı.

Ключевые слова: Несущая способность грунта, напряженно-деформированное состояние, методические указания, устойчивость здания.

Məlumdur ki, binanın əsasını layihələndirən zaman nəzərə almaq lazımdır bina, ümumiyyətlə bütün qurğular, əsasla sıx qarşılıqlı əlaqədədir. Özüldən ötürülən yükün təsirindən qrun əsas deformasiyaya uğrayır və bu da öz növbəsində özüldən yuxarı hissənin konstruksiyalarında yüklərin və qüvvələrin paylanmasına səbəb olur. Özüldən ötürülən yüklərin paylanma xarakteri və dərəcəsi, eləcə də qurğunun konstruksiyalarındakı əlavə qüvvələr bir sıra faktorlardan asılıdır. Bura aiddir özüldən ötürülən qrunun növü, onun xassəsi, vəziyyəti və sıxılma həddi daxilində qatlardan ibarət olması, eləcə də qurğunun stetik sxemi, onun fəza sərtliyi və s.

Bəzən elə hallarla rastlaşırıq ki, çoxmərtəbəli binanın altındakı torpaq qatlarının hansısa ilk baxışdan zəif görünür və torpağın yüklənmə qabiliyyətini analiz etmək lazım gəlir. Bu baxımdan H.Əliyev 102 üvanında tikilmiş 36 mərtəbəli binanın əsasının təhlili və onun altındakı əhəng daşının minimum qalınlığının təyin olunması halını araşdıraraq.

Geoloqların təqdim etdiyi hesabat əsasən binanın altındakı qrun qatı aşağıdakı kimidir:

1). Açıq qonur rəngli, boz calarlı, tərkibində xirda dənəli qum laycıqları olan məsaməli, az bərklikli, yumşalan (int:2.0-4.5 m) və yumşalmayan (int: 4.5- -8.3 m) qaya tipli detritli əhəngdaşı: kontrol qazılmış dörd quyunun nəticələrinə əsasən orta qalınlıq 6,51 m təşkil edir, qaya süxurunun fiziki-mexaniki xassələri laboratoriya sınaqlarının nəticələrinə əsasən: biroxlı sıxılmada müqavimət, quru halda $R_m^n = 110 \text{ kqk/sm}^2$; yaş halda $R_m^n = 85,5 \text{ kqk/sm}^2$; yumşalma əmsalı $k = 0,77$; həcm çəkisi $\rho^n = 1,91 \text{ q/sm}^3$

2). Qonur rəngli orta sıx tozlu qum (qalınlığı 1,8 ÷ 2,0 m); şərti hesabi təzyiq $R_0 = 2,0 \text{ kqk/sm}^2$; ilişmə qüvvəsi $C^n = 0,02 \text{ kqk/sm}^2$; daxili sürtünmə bucağı $\varphi^n = 30^0 52'$; deformasiya modulu (təbii) $E = 275 \text{ kqk/sm}^2$; həcm çəkisi $\rho^n = 1,65 \text{ q/sm}^3$ $\rho^n = 1,65 \text{ q/sm}^3$

Tədqiqi əsasında əhəngdaşı süxurunun normativ və hesabi müqavimətləri cədvəli
Cədvəl 1

Əhəng daşı	Quru halda		Yaş halda	
	normativ	hesabi	normativ	hesabi
Sıxılmada $R_s (kqg/sm^2)$	89	68	67	51,2
Yarılmada $R_s^d (kqg/sm^2)$	15,4	10,27	9,5	6,3
Əyilmədə $R_e^d (kqg/sm^2)$ dartılma	9,58	6,4	6,7	4,5
Dartılma $R^d (kqg/sm^2)$	6,52	4,35	4,9	3,27

Göründüyü kimi qaya quruntu altındakı qrun, ilk baxışdan, 36 mərtəbəli bina üçün zəif görünür. Odur ki, qarşıya iki məsələnin yoxlanılması (araşdırılması) məsələsi ortaya çıxır: 1) Belə qrun şəraitində özül altındakı qayanın binaanı saxlamaq üçün minimum qalınlığı nə qədər olmalıdır? 2) Qaya altındakı “zəif” qrunun binanın yükünü götürməsi etimalı nə qədərdir?

Hesablamanın nəzəri əsasları:

- binanın ümumi çəkisi tava ilə birgə: hesabi $N \text{ ton}$; normativ $N^n = N/1,2$;
- tavanın hündəsi ölçüləri, uzununa istiqamətdə $L \text{ m}$; eninə $B \text{ m}$ -dir;
- tavanın sahəsi $A_t = L \times B, \text{ m}^2$;
- gərginliyin əhəngdaşı süxurunda paylanma bucağı $\alpha = 45^\circ$;
- özül altındakı əhəngdaşı süxurunun qalınlığı h_e

Bu verilənləri nəzərə alaraq özül altındakı qrunun möhkəmlik şərti aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$\sigma = N^n / A_t \leq R_s \quad (1)$$

Əhəngdaşı süxurunun binanın yükü atında əyilən zaman onun yarılmaya (dartılmaya) yoxlanılması:

Əhəngdaşı süxurunun altında şərti tavanın ölçüləri:

$$L_1 = (L + 2h_e), \text{ m}; \quad B_1 = (B + 2h_e), \text{ m}$$

Kəsilmə və ya yarılma sahəsi

$$S = 2 \cdot ((L_1 + L)/2 + (B_1 + B)/2) \cdot H_e \quad (2)$$

Əhəng daşının cədvəl 1-dəki möhkəmlik xarakteristikalarını nəzərə alsaq onun yarılmada həddi halında götürə biləcəyi yükü (qüvvəni) hesablamaq olar

$$\text{quru halda} \quad R_s^{dn} = 154,0 \text{ t/m}^2; \quad R_s^{dh} = 102,7 \text{ t/m}^2;$$

$$\text{yaş halda} \quad R_s^{dn} = 95,0 \text{ t/m}^2; \quad R_s^{dh} = 63,0 \text{ t/m}^2;$$

Uyğun olaraq bunların qəbul edə biləcəyi qüvvələr:

$$\text{quru halda:} \quad P^n = R_s^{dn} \cdot S, \text{ t}; \quad P^h = R_s^{dh} \cdot S, \text{ t};$$

$$\text{yaş halda:} \quad P^n = R_s^{dn} \cdot S, \text{ t}; \quad P^h = R_s^{dh} \cdot S, \text{ t}.$$

Bu qüvvələrdən ən kiçiyini hesablamaqda həddi hal qiyməti kimi qəbul edəcəyik: quru halda $P_{\min}^h, \text{ t}$; yaş halda $P_{\min}^h, \text{ t}$.

Binadan düşən $N^n, \text{ t}$ normativ yük ağırlığından ikinci lay qum quruntuna ötürülən əlavə təzyiq (daşdan düşən ağırlıq əvvəlcədən quruntla tarazlaşmış olduğundan nəzərə alınmır):

$$\sigma_{orta} = \frac{N^n}{S_{das}} = \frac{N^n}{L_1 \times B_1} \cdot \frac{t}{m^2} \quad (3)$$

Orta təzyiqin qiymətindən istifadə etsək möhkəmlik şərti aşağıdakı kimi olacaqdır

$$P_{yaran} = \sigma_f \cdot S \leq P_{\min}^h \quad (4)$$

burada $\sigma_f = \sigma - \sigma_{orta}$; σ düsturu ilə, σ_{orta} (3) düsturu ilə təyin olunur.

Binanın altındakı daşın minimum qalınlığının binanın yükünü daşması üçün nə qədər olmasının lazım olduğu problemi araşdırmaq.

Öncə yarıma sahəsini düsturla ifadə etmək. Hündürlük azaldıqca piramidanın ölçüləri də dəyişəcək. Odur ki, müəyyən ehtiyatla yarıma sahəsinin orta qiyməti olaraq onun üst oturacağına perimetrindən istifadə etmək.

$$S_1 = (2L + 2B) \cdot H_e \quad (5)$$

Onda əhəng daşını yaran qüvvə

$$R_s^{dh} \cdot S_1 \cdot H_e = P_{yaran} \quad (6)$$

Buradan əhəng daşının binanın yükünü götürəbiləcək qalınlığını təyin edə bilərik

$$H_e = \frac{P_{yaran}}{R_s^{dh} \cdot S_1} \quad (7)$$

İşlənən metodikanı konkret olaraq H.Əliyev 102 üvanında tikilmiş 36 mərtəbəli binanın əsasının təhlili və onun altındakı əhəng daşının minimum qalınlığının təyin olunması halını araşdırmağa tətbiq etmək

Layihəyə əsasən:

– binanın ümumi çəkisi tava ilə birgə:

$$\text{hesabi: } N = 70421 \text{ ton}; \quad \text{normativ: } N^n = \frac{N}{1,2} = \frac{70421}{1,2} = 58684 \text{ ton}$$

– tavanın həndəsi ölçüləri, $L = 53,3 \text{ m}$, $B = 29,8 \text{ m}$, $H_t = 2,2 \text{ m}$;

– tavanın sahəsi $A_t = L \times B = 53,3 \cdot 29,8 = 1588,34 \text{ m}^2$;

– gərginliyin əhəngdaşı süxurunda paylanma bucağı $\alpha = 45^\circ$;

– özül altındakı əhəngdaşı süxurunun qalınlığı $H_e = 3,6 \text{ m}$.

Yuxarıda verilənləri nəzərə alaraq bünövrənin altında binanın ağırlığından düşən normativ orta təzyiq (1) düsturuna əsasən:

$$\sigma = \frac{N}{A_t} = \frac{58684}{1588,34} = 36,95 \frac{t}{m^2} < R_s = 512 \frac{t}{m^2} < R_s = 680 \frac{t}{m^2}$$

oldğundan möhkəmlik şərti ödənilir.

Əhəngdaşı süxurunun binanın yükü altında əyilən zaman onun yarılmaya (dartılmaya) yoxlanılması

(2) düsturu ilə kəsilmə və ya yarıma sahəsini hesablayaq

$$S = 2 \cdot \left(\frac{60 < 5 + 53,3}{2} + \frac{37 + 29,6}{2} \right) \cdot 3,6 \approx 650 \text{ m}^2$$

Yuxarıdakı cədvəldən görüldüyü kimi əhəng daşının əyilən zaman dartılmaya müqaviməti

$$\text{quru halda} \quad R_s^{dn} = 154,0 \text{ t/m}^2; \quad R_s^{dh} = 102,7 \text{ t/m}^2;$$

$$\text{yaş halda} \quad R_s^{dn} = 95,0 \text{ t/m}^2; \quad R_s^{dh} = 63,0 \text{ t/m}^2;$$

Uyğun olaraq bunların qəbul edə biləcəyi qüvvələr:

quru halda

$$P^n = 154,0 \cdot 650,0 = 100100,0 \text{ ton}; \quad P^h = 102,7 \cdot 650,0 = 66755,0 \text{ ton};$$

yaş halda

$$P^n = 95,0 \cdot 650,0 = 61750,0 \text{ ton}; \quad P^h = 63,0 \cdot 650,0 = 40950,0 \text{ ton};$$

Bu qüvvələrdən ən kiçiyini hesablama üçün qəbul edirik

$$\text{quru halda} \quad P^h = 66755,0 \text{ ton};$$

$$\text{yaş halda} \quad P^h = 40950,0 \text{ ton}.$$

Binadan düşən $N^n = 58684 \text{ ton}$ normativ yük ağırlığından ikinci lay qum quruntuna ötürülən əlavə təzyiq

$$\sigma_{orta} = \frac{N^n}{S_{das}} = \frac{58684}{60,5 \cdot 37} = 26,22 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Özül altındakı təziqlə daşdan qum quruntuna ötürülən təziqlər fərqi:

$$\sigma_f = \sigma - \sigma_{orta} = 36,95 - 26,22 = 10,73 \text{ ton/m}^2$$

(4) düsturundan istifadə edərək əhəng daşını yaran qüvvənin qiymətini təyin edək.

$$P_{yaran} = 10,73 \cdot 650 = 6976,2 \text{ ton} < 40950 \text{ ton} < 66755 \text{ ton}$$

Deməli bu yükdən özül altındakı daşın yarılmaya, eləcə də əyilmə zamanı dartılmaya möhkəmliyi təmin olunub.

Bəs bu daşın bu qüvvəni qəbul edə biləcək minimum qalınlığı nə qədər ola bilər?

Öncə yarıma sahəsini düsturla ifadə edək. Hüdürlük azaldıqca piramidanın ölçüləri də dəyişəcək. Odur ki, müəyyən ehtiyatla yarıma sahəsinin orta qiyməti olaraq onun üst oturacağıın perimetrindən istifadə edək.

$$S_1 = (2L + 2B) \cdot H_e = (2 \cdot 53,3 + 2 \cdot 29,6) \cdot H_e = 165,8 \cdot H_e$$

Onda (7) düsturundan :

Əyilmə zamanı dartılmada:

$$\text{Quru daş halı üçün: } H_e = \frac{6976,2}{64 \cdot 165,8} = 0,66 \text{ m} < 3,6 \text{ m};$$

$$\text{Yaş daş halı üçün: } H_e = \frac{6976,2}{45 \cdot 165,8} = 0,94 \text{ m} < 3,6 \text{ m};$$

Yarılmada:

$$\text{Quru daş halı üçün: } H_e = \frac{6976,2}{102,7 \cdot 165,8} = 0,41 \text{ m} < 3,6 \text{ m};$$

$$\text{Yaş daş halı üçün: } H_e = \frac{6976,2}{63 \cdot 165,8} = 0,67 \text{ m} < 3,6 \text{ m};$$

Qum quruntunun hesabi müqaviməti aşağıdakı düsturla hesablanır [1]:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{K} \cdot [M_\gamma \cdot K_z \cdot B \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot C_{II}]$$

Burada γ_{c1} və γ_{c2} –iş şəraiti əmsallarıdır, $\gamma_{c1} = 1,3$; $\gamma_{c2} = 1,1$; $k = 1$; $M_\gamma = 1,24$; $d_8 = 0$;

$$M_q = 5,95; \quad d_1 = h_1 + \frac{h_{ef} \cdot \gamma_{cf}}{\gamma'_{II}} = 3 + \frac{0,1 \cdot 2}{1,9} = 3,100; \quad M_c = 8,24$$

$B > 10 \text{ m}$ olduğu üçün

$$K_z = \frac{z_0}{B} + 0,2 = \frac{8}{37} + 0,2 = 0,42; \quad \gamma'_{II} = 1,94 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}; \quad \gamma_{II} = 1,65; \quad C_n = 0,02 \frac{\text{kq}}{\text{sm}^2} = 0,2 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}.$$

$$R = \frac{1,3 \cdot 1,1}{1,0} \cdot (1,24 \cdot 0,42 \cdot 37 \cdot 1,65 + 5,95 \cdot 3,1 \cdot 1,94 + (1,24 - 1) \cdot 94 + 8,24 \cdot 0,2) =$$

$$= 1,43 \cdot (31,79 + 35,78 + 1,648) = 98,98 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$R = 98,98 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} > \sigma_{orta} = \frac{N^n}{S_{das}} = 26,22 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$E = 2750 \text{ ton/m}^2 > 2000 \text{ ton/m}^2$ olduğundan qurunt biricinsli hesab olunur və sıxılmaya qarşı az dəyişəndir. (bax səhifə 227 və 233 Л.Е. Лунович «Расчет и конструирование частей гражданских зданий»).

Əhəngdaşı süxuru altında qum quruntu tələb olunan möhkəmlik ehtiyatına malikdir.

Ədəbiyyat:

1. СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений. Москва 1995.
2. Л.Е. Линович. Расчет и конструирование частей гражданских зданий. Издательство «Вудивельник». Киев 1972 г. 663 стр.

Р. А. Аллахвердиев, В.Л. Шарифов

Азербайджанский архитектурно-строительный университет

<https://orcid.org/0000-0003-1440-6987>, a.r_1984@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0007-8332-6821>, vsharifov@mail.ru,

ЗАРОЖДЕНИЕ ТРЕЩИНЫ В ПОЛОСЕ ПРИ НЕРАВНОМЕРНОМ НАГРЕВЕ

Полосы (стержни) широко используются в изделиях и конструкциях различного назначения. Очень часто они подвергаются тепловым нагрузкам. Для практики важно изучение происхождения трещин в полосе (стержне) при неравномерном нагреве.

На основе методов теории упругости проводится математическое описание расчетной модели возникновения трещины в полосе (балке) при изгибе полосы в ее плоскости заданной системой внешних нагрузок (постоянные изгибающие моменты, равномерно распределенное давление и другие). Процесс разрушения реальных материалов сложен и протекает по-разному для разных материалов. Это зависит от особенностей структуры материала, его химического состава, типа напряжения и других.

Ключевые слова: *Происхождение трещин, неравномерный нагрев, изотропная полоса, тепловая нагрузка, напряженно-деформированное состояние*

R. A. Allahverdiyev V.L. Sharifov

THE ORIGIN OF A CRACK IN THE STRIP DURING UNEVEN HEATING

Strips (rods) are widely used in products and structures for various purposes. Very often they are subjected to thermal loads. For practice, it is important to study the origin of cracks in the strip (rod) with uneven heating. Based on the methods of the theory of elasticity, a mathematical description of the computational model of the occurrence of a crack in a strip (beam) is carried out when the strip is bent in its plane by a given system of external loads (constant bending moments, uniformly distributed pressure, and others). The process of destruction of real materials is complex and proceeds differently for different materials. It depends on the characteristics of the structure of the material, its chemical composition, the type of stress and others.

Keywords: *The origin of cracks, Uneven heating, Isotropic band, Thermal load, Stress-strain state*

Постановка задачи.

Рассмотрим однородную изотропную полосу (стержень). Обозначим через $2c$ и $2h$ соответственно ширину и толщину полосы. Выбор системы декартовых координат и обозначения поясняются на рис.1. Декартовы координаты x в срединной плоскости полосы являются плоскостью симметрии. Пусть полоса (стержень) подвергается неравномерному нагреву по ширине поперечного сечения. Будем считать, что температура полосы является только функцией координаты x и не зависит от других координат.

По мере нагружения полосы (стержня) тепловой нагрузкой будут возникать зоны предразрушения, которые моделируем как области ослабленных межчастичных связей материала. Исследование зарождения трещины в полосе (стержне) под действием неравномерного нагрева проведем на базе модели зоны предразрушения со связями между берегами [8,11]. Рассмотрим случай, когда зона предразрушения направлена

перпендикулярно к боковым граням полосы (рис.1). Считается, что грани полосы, параллельные плоскости xOy , свободны от внешних напряжений. Взаимодействие берегов зоны предразрушения моделируется путем введения между берегами зоны предразрушения связей, имеющих заданную диаграмму деформирования. Физическая природа таких связей и размеры области предразрушения зависят от вида материала. В общем случае он представляет собой нелинейный закон деформирования [3, 10].

В исследуемом случае возникновение трещины представляет собой процесс перехода области предразрушения в область разорванных связей материала между поверхностями среды полосы. При этом размер области предразрушения заранее неизвестен и должен быть определен в процессе решения поставленной задачи. Зона предразрушения ориентирована в направлении максимальных растягивающих напряжений, возникающих в стержне при действии неравномерного нагрева.

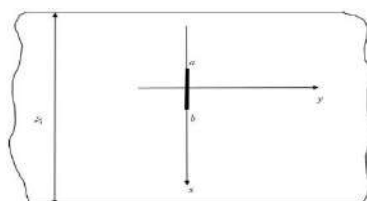


Рис. 1.

Пусть ось x системы координат Oxy совмещена с линией зоны предразрушения ($a \leq x \leq b$). Берега зоны предразрушения взаимодействуют так, что это взаимодействие (связи между берегами) сдерживает зарождение трещины. Для математического описания взаимодействия берегов зоны предразрушения считаем, что между берегами имеют связи (силы сцепления между частицами материала стержня), закон деформирования которых задан [1, 2].

Рассматриваемая задача заключается в определении напряженно-деформированного состояния стержня, а также в определении предельной интенсивности неравномерного нагрева (тепловой нагрузки), по достижению которой произойдет появление трещины.

При действии температурных напряжений в полосе в связях, соединяющих берега зоны предразрушения, будут возникать усилия $q(x)$. Величина этих напряжений и размер зоны предразрушения заранее неизвестны и подлежат определению в процессе решения задачи.

Граничное условие задачи в зоне предразрушения будет

$$\sigma_y = q(x); \quad \tau_{xy} = 0, \quad \text{при } y = 0, \quad a \leq x \leq b \quad (1)$$

Напряженно-деформированное состояние в окрестности зоны предразрушения определяем приближенно в том смысле [6], что будем удовлетворять граничным условиям задачи на контуре зоны предразрушения (условиям (1)), и требовать, чтобы на значительном расстоянии от зоны предразрушения напряженное состояние в стержне совпадало с термонапряженным состоянием, вызванным неравномерным нагревом для сплошной полосы. Основные соотношения поставленной задачи должны быть дополнены уравнением, связывающим раскрытие берегов полосы предразрушения и усилия в связях. Это уравнение, без потери общности, в рассматриваемой задаче можно представить в виде [8, 11]

$$v^+(x, 0) - v^-(x, 0) = C(x, q)q(x), \quad (2)$$

где $(v^+ - v^-)$ - раскрытие берегов зоны предразрушения, x - абсцисс точек берегов зоны предразрушения; функцию $C(x, q)$ можно рассматривать как эффективную податливость связей, зависящую от натяжения связей.

Решение задачи

Представим искомое напряженное состояние в следующем виде

$$\sigma_y = \sigma_y^0 + \sigma_y^1; \quad \sigma_x = \sigma_x^0 + \sigma_x^1; \quad \tau_{xy} = \tau_{xy}^0 + \tau_{xy}^1 \quad (3)$$

Здесь, $(\sigma_y^0, \tau_{xy}^0)$ - компоненты тензора напряжений в стержне при отсутствии зоны предразрушения и вызванной неравномерным нагревом; $\sigma_x^1, \sigma_y^1, \tau_{xy}^1$ - соответственно, нормальные и касательные напряжения, вызванные наличием зоны предразрушения в стержне.

Для температурных напряжений $\sigma_x^0, \sigma_y^0, \tau_{xy}^0$ имеем

$$\sigma_x^0 = 0; \quad \tau_{xy}^0 = 0; \quad \sigma_y^0 = -\alpha ET(x) + \frac{1}{2c} \int_{-c}^c \alpha ET(x) dx + \frac{3x}{2c^3} \int_{-c}^c \alpha ET(x) x dx \quad (4)$$

Здесь α – коэффициент линейного температурного расширения материала стержня; E – модуль упругости материала, $T(x)$ – температурная функция.

Для определения введенных напряжений $\sigma_x^1, \sigma_y^1, \tau_{xy}^1$ удовлетворяющих уравнениям плоской теории упругости, приходим к краевой задаче

$$\sigma_y^1 + i\tau_{xy}^1 = f(x) + q(x) \quad \text{при } y = 0, \quad a \leq x \leq b \quad (5)$$

Здесь

$$f(x) = \alpha ET(x) - \frac{1}{2c} \int_{-c}^c \alpha ET(x) dx - \frac{3x}{2c^3} \int_{-c}^c \alpha ET(x) x dx \quad (6)$$

Как известно [9], компоненты тензора напряжений в условиях плоской задачи теории упругости выражаются через две аналитические функции $\Phi(z)$ и $\Psi(z)$. На основании граничных условий и соотношений Колосова-Мухелишвили [5, 6] для определения комплексных потенциалов $\Phi(z)$ и $\Psi(z)$ получим следующую граничную задачу:

$$\Phi(x) + \overline{\Phi(x)} + x\Phi'(x) + \Psi(x) = f_0(x), \quad \text{при } y = 0, \quad a \leq x \leq b, \quad (7)$$

где, $f_0(x) = f(x) + q(x)$

Введем новую комплексную функцию

$$\Omega(z) = z\Phi'(z) + \Psi(z) \quad (8)$$

Для определения аналитических функций $\Phi(z)$ и $\Omega(z)$ на основании граничных условий получим следующую краевую задачу

$$\Phi(x) + \overline{\Phi(x)} + \Omega(x) = f_0(x), \quad \text{при } y = 0, \quad a \leq x \leq b. \quad (9)$$

Так как напряжения в полосе (стержне) ограничены, то решение краевой задачи (9) следует искать в классе всюду ограниченных функций. В силу условий симметрии относительно оси x функция $f_0(x)$ действительна, поэтому на основании (9) на всей действительной оси будет

$$\text{Im}\Omega(z) = 0$$

Следовательно, учитывая условия на значительном расстоянии от зоны предразрушения, находим

$$\Omega(z) = 0. \quad (10)$$

Итак, на основании (10) для функции $\Phi(z)$ получаем задачу Дирихле

при

$$y = 0, \quad a \leq x \leq b \quad \text{Re}\Phi(z) = \frac{1}{2} f_0(x), \quad z \rightarrow \infty, \quad \Phi(z) \rightarrow 0. \quad (11)$$

Краевой задаче (11) соответствует следующая задача линейного сопряжения граничных условий [10]

$$\Phi^+(x) + \Phi^-(x) = f_0(x) \quad \text{на } a \leq x \leq b \quad (12)$$

Требуется найти решение (12), удовлетворяющее условию

$$\overline{\Phi(z)} = \Phi(z)$$

Соответствующая однородная задача имеет вид

$$\Phi^+(x) + \Phi^-(x) = 0 \quad \text{на } a \leq x \leq b \quad (13)$$

За частное решение однородной задачи (13) возьмем функцию

$$X(z) = \sqrt{(z-a)(z-b)}$$

подразумеваемая, ту ветвь, для которой имеет место равенство

$$X^+(x) = -X^-(x) \quad \text{на } a \leq x \leq b \quad (14)$$

На основании соотношения (14) задачу линейного сопряжения граничных значений (13) перепишем так

$$\frac{\Phi^+(x)}{X^+(x)} - \frac{\Phi^-(x)}{X^-(x)} = 0 \quad \text{на } a \leq x \leq b \quad (15)$$

Из краевого условия (15) следует, что решение однородной задачи, исчезающее на бесконечности, равно нулю.

Неоднородную задачу линейного сопряжения (12) представим в следующем виде

$$\frac{\Phi^+(x)}{X^+(x)} - \frac{\Phi^-(x)}{X^-(x)} = \frac{f_0(x)}{X^+(x)} \quad \text{на } a \leq x \leq b \quad (16)$$

Обозначим

$$\Phi_*(z) = \frac{\Phi(z)}{X(z)}; \quad F_*(x) = \frac{f_0(x)}{X^+(x)},$$

тогда граничное условие (16) примет вид

$$\Phi_*^+(x) - \Phi_*^-(x) = F_*(x) \quad \text{на } a \leq x \leq b$$

Искомое решение задачи запишется так

$$\Phi(z) = \frac{\sqrt{(z-a)(z-b)}}{2\pi i} \int_a^b \frac{f_0(x)}{\sqrt{(x-a)(x-b)}(x-z)} dx \quad (17)$$

Размер зоны предразрушения (параметры a и b) можно определить из условий разрешимости краевой задачи

$$\int_a^b \frac{f_0(x) dx}{\sqrt{(x-a)(x-b)}} = 0; \quad \int_a^b \frac{x f_0(x) dx}{\sqrt{(x-a)(x-b)}} = 0 \quad (18)$$

Система уравнений (18) позволяет определить неизвестные параметры a и b (размер зоны предразрушения).

Условия разрешимости задачи (18) получим в следующем виде

$$\sum_{k=1}^M f_0(\tau_k) = 0; \quad \sum_{k=1}^M \tau_k f_0(\tau_k) = 0 \quad (19)$$

Будем считать, что разрыв связей в зоне предразрушения в точке $x = x_0$ происходит при выполнении условия

$$v^+(x_0, 0) - v^-(x_0, 0) = \delta_c. \quad (20)$$

Где, δ_c – характеристики материала сопротивлению трещинообразования.

Для определения критического теплового состояния, вызывающего появление трещины в полосе (стержне) на основании условия (20), получаем следующее уравнение

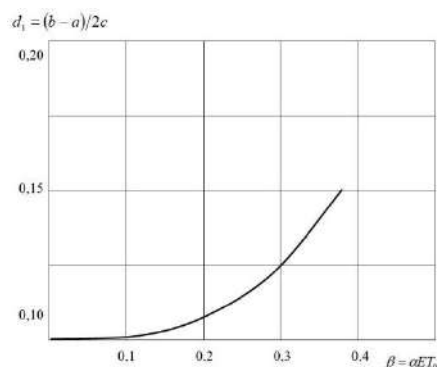
$$\frac{4}{\pi E} \int_a^b \frac{f_0(t) F_1(t, x) dt}{X(t)} = \delta_c \quad \text{при } a \leq x \leq b. \quad (21)$$

Очевидно, что разрыв меж частичных связей материала будет происходить в средней части зоны предразрушения.

Преобразуем уравнение (21) к виду удобному для численного решения. Переходя к безразмерным переменным в интегралах и заменяя интегралы квадратурными формулами Гаусса по Чебышевским узлам, уравнение (21) приведем к следующему виду

$$\frac{4}{EM} \sum_{m=1}^M f_0(t_m) F_1(t_m, x) = \delta_c, \quad (22)$$

На рис. 2. представлены графики зависимости безразмерной длины зоны предразрушения от температурного параметра $\beta = \alpha E T_0$ (T_0 - характерная температура полосы). В расчетах было принято, что $\nu = 0,3$; $M = 30$.



Создан эффективный метод решения класса задач механики разрушения о возникновении и развитии трещин в полосе под действием силовых и тепловых нагрузок.

На основе разработанной вычислительной модели;

а) исследовано образование трещин в полосах под действием силовых и тепловых нагрузок; б) предложен способ расчета сил, возникающих между берегами зон ослабленных межчастичных связей материала в полосе; в) разработан метод расчета раскрытия берегов зон предварительного обрушения и когезионных трещин в полосе под действием силовых и тепловых нагрузок.

REFERENCES

- [1] I.A. Birger, "General algorithms for solving problems of the theory of elasticity, plasticity and creep", Successes of mechanics of deformable media, Nauka, pp. 51-75, Moscow 1975
- [2] F.D. Gakhov, "Boundary value problems", Nauka, 640 p., Moscow 1977
- [3] R.V.Goldstein, M.N. Perelmuter, "Modeling of crack resistance of composite materials", Computational continuum mechanics, vol. 2, pp. 22-39, 2009
- [4] "Achievements in the study of Destruction", Proceedings of the 9th International Conference on Destruction in Six volumes (English), vol. 1-6, 3122 p. Sydney, 1997
- [5] A.A. Plyushin, "Plasticity", LOGOS, 376 p., Moscow, 2004.
- [6] V.A.Levin, E.M.Morozov, Yu.G.Matvienko, "Selected nonlinear problems of fracture mechanics" Fizmatlit, Moscow, 408 p. 2004
- [7] Yu.G. Matvienko, "Physics and mechanics of destruction of solids", Editorial URSS, Moscow, 74 p., 2000
- [8] M.V. Mir-Salim-zadeh, "The origin of a crack in a reinforced plate", Applied mechanics and theoretical physics, vol. 48, No. 4, pp. 111 – 120, 2007
- [9] V.M. Mirsalimov, "Inhomogeneous elastoplastic problems", Nauka, Moscow, 256 p, 1987
- [10] V.M. Mirsalimov, "The origin of a crack-type defect in the sleeve of a contact pair", Mathematical modeling, vol. 17, No. 2, pp. 35-45, 2005

MİLLƏRLƏ MÖHKƏMLƏNDİRİLMİŞ YARIMSİLİNDRİK FORMALI YASTIĞIN RƏQSLƏRİ

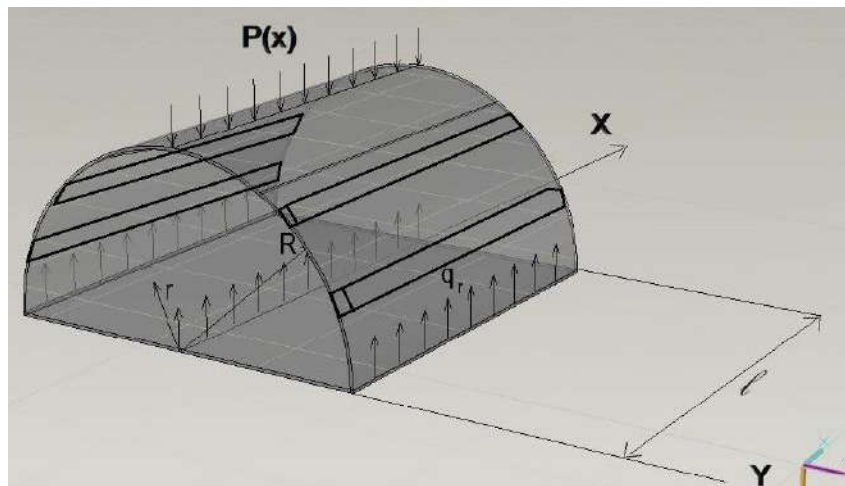
Резюме. В данной статье рассматриваются свободные колебания продольно подкрепленными стержнями полуцилиндрической подушки. Принято что, движение инерционной полуцилиндрической подушки описывается уравнениями Ламе в перемещениях. Предполагается, что силы действующей со стороны стойки на полуцилиндрическую подушку при ее вертикальном перемещении s_r подчиняется модели типа Винклера. Для решения задачи применяется вариационный принцип Остроградского-Гамильтона. Составлены частотные уравнения. Найдены частоты собственных колебаний и нормальной перемещений точек полуцилиндрической подушки. Изучены влияния инерционных свойств и параметров, характеризующих материала инерционной полуцилиндрической подушки, построены характерные кривые зависимости.

Açar sözlər: mil, yarımşilindrik yastıq, sərbəst rəqs, şaquli dayaq, tezlik

Keywords: shaft, semi-cylindrical bearing, free vibrations, vertical support, frequency

Körpülərdə yaranan rəqsləri söndürmək məqsədi ilə onları xüsusi formalı yastqlar üzərində yerləşdirirlər. Yastqların formasından asılı olaraq, onların hesablatları da müxtəlif üsullarla aparılır. Təqdim olunan məqalədə millərlə möhkəmləndirilmiş yarımşilindrik yastıq tədqiq olunmuşdur. Məsələnin həllində Hamilton-Ostroqradski variysiya prinsipindən istifadə olunmuşdur.

Fərz edək ki, millərlə möhkəmləndirilmiş yarımşilindrik yastıq dayaq üzərində yerləşmiş və körpü tərəfindən təsirə məruz qalmışdır (şəkil 1).



Şəkil 1. Dayaq üzərində yerləşmiş, millərlə möhkəmləndirilmiş yarımşilindrik yastıq.

Məsələnin həllində Hamilton-Ostroqradski variysiya prinsipindən istifadə edəcəyik. Bu prinsipə əsasən [1]

$$\delta W = 0 \quad (1)$$

Burada $W = \int_{t'}^{t''} J dt$ - Hamilton təsiri, t' və t'' - verilmiş ixtiyari zaman anlarıdır.

$$J = V_{ks} - V_{ps} - A_p - A_q - M_p - M_k \quad (2)$$

Burada V_{ps} – yarım silindrik yastığın potensial, V_{ks} – kinetik enerjisi, A_q – dayaq tərəfindən yarım silindrik yastığa təsir edən qüvvələrin yastığın nöqtələrinin yerdəyişmələrində gördüyü iş, A_p – körpü tərəfindən normal istiqamətdə yarım silindrik yastığa təsir edən qüvvələrin yastığın nöqtələrinin yerdəyişmələrində gördüyü iş, M_p, M_k – milərin potensial və kinetik enerjiləridir. Qeyd olunan kəmiyyətlər aşağıdakı kimi hesablanır:

$$V_{ps} = \frac{\lambda_s + 2\mu_s}{2} (e_{11}^2 + e_{22}^2 + e_{33}^2) + (\lambda_s + 2\mu_s)(e_{11}e_{22} + e_{22}e_{33} + e_{11}e_{33})$$

$$V_{ks} = \frac{\rho_s}{2} \iiint_V \left[\left(\frac{\partial s_x}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial s_\theta}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial s_r}{\partial t} \right)^2 \right] dx dy dr \quad (3)$$

$$A_q = - \iint_S q_r s_r |_{r=0} dx dy; \quad (4)$$

$$A_p = - \int p(x) s_r |_{r=R, \theta=\pi/2} dx \quad (5)$$

$$M_p = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{k_1} \int_0^l \left[\tilde{E}_i F_i \left(\frac{\partial u_i}{\partial x} \right)^2 + \tilde{E}_i J_{xi} \left(\frac{\partial^2 \vartheta_i}{\partial x^2} \right)^2 + \tilde{E}_i J_{zi} \left(\frac{\partial^2 w_i}{\partial x^2} \right)^2 + G_i J_{kpi} \left(\frac{\partial \varphi_{kpi}}{\partial x} \right)^2 \right] dx \quad (6)$$

$$M_k = \sum_{i=1}^{k_1} \int_0^l \tilde{\rho}_i F_i \left[\left(\frac{\partial u_i}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial \vartheta_i}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial w_i}{\partial t} \right)^2 + \frac{J_{kpi}}{F_i} \left(\frac{\partial \varphi_{kpi}}{\partial t} \right)^2 \right] dx$$

Burada s_x, s_θ, s_r yastığın nöqtələrinin yerdəyişmələri, t -zaman, k_1 – millərin sayı, e_{11}, e_{22} , deformasiya komponentləri olub, s_x, s_θ, s_r yerdəyişmələri vasitəsi ilə aşağıdakı şəkildə ifadə olunur:

$$e_{11} = \frac{\partial s_r}{\partial r}, e_{22} = R \left(\frac{\partial s_\theta}{\partial \theta} + s_r \right), e_{33} = \frac{\partial s_x}{\partial x} \quad (7)$$

Hesab edəcəyik ki, dayaq tərəfindən yastığa təsir edən q_r yastığın əyintisi s_r ilə, Vinkler modelinə uyğun, aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$q_r = k_g s_r + m_d \frac{\partial^2 s_r}{\partial t^2} \quad (8)$$

Burada k_g - sərtlik əmsalı, m_d - elastiki dayağın materialının xüsusi çəkisidir.

$P(x)$ qüvvəsi isə

$$P(x) = p_0 \cos \frac{n\pi}{2} \sin kx \sin \omega t \quad (9)$$

şəklində qəbul edilir.

Millərlə bərkidilmiş yarım silindrik yastıq dedikdə, yarım silindrik yastıq və ona koordinat xətləri boyunca sərt bərkidilmiş millərdən ibarət sistem başa düşülür. Nəzərdə tutulur ki, koordinat oxları yarım silindrik yastığın baş əyrilik xətləri ilə üst-üstə düşür və millər bu xətlər boyunca yarım silindrik yastıqla sərt kontaktda olur. Odur ki, yarım silindrik yastıqla millər arasında aşağıdakı şərtlər ödənilir:

$$u_i(x) = s_x(x, R, \theta_i), \quad \vartheta_i(x) = s_\theta(x, R, \theta_i), \quad w_i(x) = s_r(x, R, \theta_i) \quad (10)$$

Yarım silindrik yastığın s_x, s_θ, s_r yerdəyişmələri elastiklik nəzəriyyəsinin yerdəyişmələrdə yazılmış hərəkət tənliyinin həllindən tapılır [2]:

$$a_l^2 \operatorname{grad} \operatorname{div} \vec{u} - a_t^2 \operatorname{rot} \operatorname{rot} \vec{u} + \rho_s \frac{\partial^2 \vec{u}}{\partial t^2} = 0 \quad (11)$$

Burada a_l, a_t – boyuna və eninə dalğaların qruntda yayılma sürəti, ρ_s – qrunzun materialının sıxlığıdır. Silindrik yastığın ətalət təsirini rəqs prosesinə nəzərə almayacağıq. Bu halda (11) tənliyinin həlli aşağıdakı şəkildə olur [3]:

$$s_x = \left[\left(-kr \frac{\partial I_n(kr)}{\partial r} - 4(1-\nu_s) k I_n(kr) \right) A_s + k I_n(kr) B_s \right] \cos n\theta \cos kx \sin \omega t$$

$$s_\theta = \left[-\frac{n}{R} I_n(kr) B_s - \frac{\partial I_n(kr)}{\partial r} C_s \right] \times \sin n\theta \sin kx \sin \omega t \quad (12)$$

$$s_r = \left[-k^2 r I_n(kr) A_s + \frac{\partial I_n(kr)}{\partial r} B_s + \frac{n}{R} I_n(kr) C_s \right] \cos n\theta \sin kx \sin \omega t$$

(12) həllərindən və (10) kontakt şərtlərindən istifadə etsək, milin nöqtələrinin yerdəyişmələri üçün alarıq:

$$\begin{aligned} u_i(x) &= \left[\left(-kR \frac{\partial I_n(kR)}{\partial r} - 4(1-\nu_s)kI_n(kR) \right) A_s + kI_n(kR)B_s \right] \cos n\theta_i \cos kx \sin \omega t \\ \vartheta_i(x) &= \left[-\frac{n}{R}I_n(kR)B_s - \frac{\partial I_n(kR)}{\partial r}C_s \right] \times \sin n\theta_i \sin kx \sin \omega t \\ w_i(x) &= \left[-k^2 R I_n(kR)A_s + \frac{\partial I_n(kR)}{\partial r}B_s + \frac{n}{R}I_n(kR)C_s \right] \cos n\theta_i \sin kx \sin \omega t \end{aligned} \quad (13)$$

(12) və (13) ifadələrini (2)-də nəzərə alsaq, J funksiyasının ifadəsini almaq olar. (12) və (13) ifadələrindən görüldüyü kimi J funksiyası A_s, B_s, C_s sabitlərinə nəzərən çoxhədlidir. Hamilton-Ostrogradski variyasiya prinsipindən istifadə edərək, J ifadəsini asılı olmayan A_s, B_s, C_s sabitlərinə nəzərən variyasiyalsaq və asılı olmayan variyasiyaların əmsallarını sıfıra bərabər etsək, aşağıdakı qeyri-bircins cəbri tənliklər sistemini alarıq:

$$1) \frac{\partial J}{\partial A_s} = \varphi_1; 2) \frac{\partial J}{\partial B_s} = \varphi_2; 3) \frac{\partial J}{\partial C_s} = \varphi_3. \quad (14)$$

Sonuncu sistemi açıq şəkildə yazsaq, alarıq:

$$\begin{cases} \varphi_{11}A_s + \varphi_{12}B_s + \varphi_{13}C_s = -\frac{lp_0}{2}k^2 R I_n(kR) \\ \varphi_{21}A_s + \varphi_{22}B_s + \varphi_{23}C_s = -\frac{lp_0}{2} \frac{\partial I_n(kR)}{\partial r} \\ \varphi_{31}A_s + \varphi_{32}B_s + \varphi_{33}C_s = -\frac{lp_0}{2} \frac{n I_n(kR)}{R} \end{cases} \quad (13)$$

(13) sistemdən A_s, B_s, C_s sabitlərini Kramer qaydasına əsasən təyin edə bilirik:

$$A_s = \frac{\Delta_1}{\Delta}, B_s = \frac{\Delta_2}{\Delta}, C_s = \frac{\Delta_3}{\Delta} \quad (15)$$

Burada Δ - sistemin baş determinantı, $\Delta_i (i=1,2,3)$ - köməkçi determinantlardır.

(15)-i (12)-də s_r ifadəsində nəzərə alsaq, səth nöqtələrinin yerdəyişmələri üçün yazma bilirik yazma bilirik:

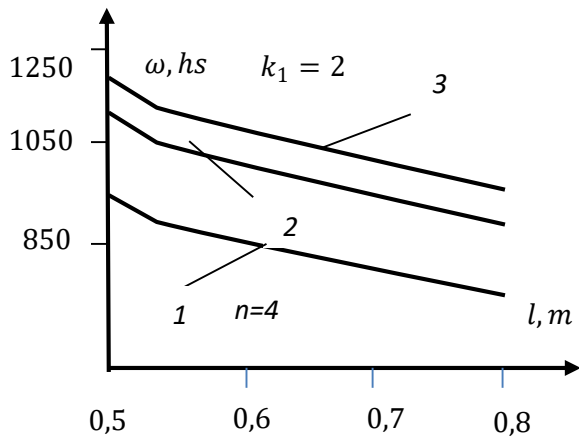
$$\begin{aligned} s_r &= \Delta^{-1} \left[-k^2 R I_n(kR)\Delta_1 + \frac{\partial I_n(kR)}{\partial r} \Delta_2 + \right. \\ &\quad \left. + \frac{n}{R} I_n(kR)\Delta_3 \right] \cos n\theta \sin kx \sin \omega t \end{aligned}$$

Konstruksiyanın rezonans tezlikləri $\Delta = 0$ şərtindən tapılır. $\Delta = 0$ tənliyinin kökləri ədədi üsulla hesablanmışdır. Hesablamada yarım silindrik dayaqı və milləri xarakterizə edən parametrlər üçün aşağıdakı qiymətlər götürülmüşdür:

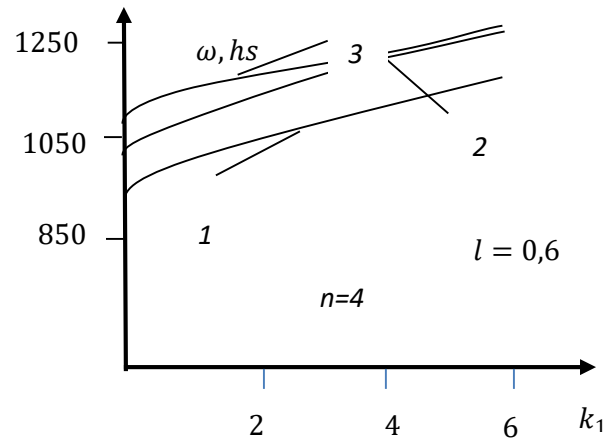
$$k_g = 50 \frac{MPa}{m}, m_d = 1000 \frac{MPa}{m}; a_l = 2,25a_t; a_t = 308m/san.$$

$$\frac{F_i}{2\pi R h} = 0,1591 \cdot 10^{-1}; \frac{J_{yi}}{2\pi R^3 h} = 0,8289 \cdot 10^{-6}; \frac{J_{kp.i}}{2\pi R^3 h} = 0,5305 \cdot 10^{-6}$$

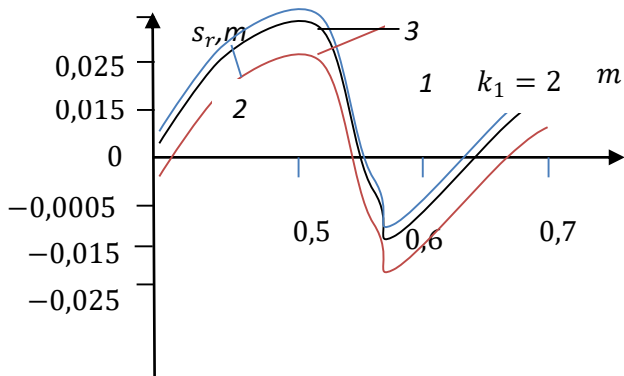
Hesablamaların nəticələri şəkil 2-də sistemin tezlik parametrlərinin yarım silindrin uzunluğu l -dən, şəkil 3-də millərin sayından asılılığı şəklində verilmişdir. Şəkil 2-dən görüldüyü kimi yarım silindrin uzunluğu artdıqca məxsusi rəqs tezlikləri azalır, dayağın materialının xüsusi çəkisinin artdıqda artır. Millərin sayı artdıqca isə yarım silindrin məxsusi rəqs tezlikləri artır. Yarım silindrin səth nöqtələrinin əyintisinin x koordinatından asılılığı dayağın materialının xüsusi çəkisinin müxtəlif qiymətləri üçün şəkil 4-də verilmişdir. Şəkil 4 göstərir ki, dayağın materialının xüsusi çəkisinin artması onun ətalət təsirinin güclənməsinə, bu da öz növbəsində yarım silindrin səth nöqtələrinin əyintisinin artmasına səbəb olur. Hər üç şəkildə 1 əyrisinə $m_d = 1000 \frac{MPa}{m}$, 2 əyrisinə $m_d = 1500 \frac{MPa}{m}$, 3 əyrisinə $m_d = 2000 \frac{MPa}{m}$ uyğundur.



Şəkil 2. Tezlik parametrinin yarımsilindrin uzunluğundan asılılığı



Şəkil 3. Tezlik parametrinin millərin sayından asılılığı



Şəkil 4. Yarımsilindrin əyintisinin x koordinatından asılılığı

Ədəbiyyat

1. Амиро Я., Заруцкий, В.А. Теория ребристых оболочек. Методы расчета оболочек/- «Наукова думка», 1980, 367с.
2. Латифов Ф.С. Колебания оболочек с упругой и жидкой средой, Баку, 1999, с. 164.
3. Амензаде Ю.А. Теория упругости. Москва, Высшая школа, 1976, 272 с.

BÖLMƏ II MEMARLIQ, ŞƏHƏRSALMA, MÜHƏNDİS SİSTEMLƏRİ və EKOLOGİYA

Aslaov Bayram Mirazim, Gafarbayli Konul Alisafa
Azerbaijan University of Architecture and Construction
0009-0004-6067-5955, atiahi-amiu-thik@mail.ru
0000-0003-3074-3932, k.qafarbayli@tai.science.az

MONITORING OF CLIMATE INDICATORS OF SHEKI REGION

Abstract-The article examines the influence of meteorological conditions in various areas of agriculture during the period of global warming. The Sheki region was chosen as the object of study. Weather conditions typical for a given area, annual temperature, annual precipitation, radiation spectrum, etc. given.

Key words: climate, parameter, region, warming, hydrological

МОНИТОРИНГ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ШЕКИНСКОГО РАЙОНА

Резюме-В статье рассматривается влияние метеорологических условий на различные сферы сельского хозяйства в период глобального потепления. В качестве объекта исследования был выбран Шекинский район. Также даны погодные условия, типичные для данной местности, годовая температура, годовые осадки, спектр радиации и т.д.

Ключевые слова: климат, параметр, регион, потепление, гидрологический

1. INTRODUCTION

Climate changes observed in modern times are part of the global changes of the natural environment, manifesting themselves both on a global and regional scale. This process, accompanied by global warming, is no longer in doubt in the world community and scientific circles.

As in different regions and countries of the world, the impact of global climate changes on various economic sectors, including various ecological systems, is observed in Azerbaijan. Among them, the most affected ecological systems include forest systems, hydrological regime, areas exposed to drought, the reduction of biological diversity, the increase in the degree of extremity in the living environment, etc. can be attributed.(1)

As we know, the main feature of the agricultural system is characterized by the fact that, unlike other areas of the national economy, it is highly dependent on hydrometeorological areas.

It is known from numerous studies that 65% of the damage to the world economy due to adverse weather conditions falls on agriculture.

The organization of agricultural work and production of products, which are an important component of our economy, are carried out in complex soil and climate conditions. As a result of long-term observations, it is known that in different regions of our country, anomalous temperatures, flood, flood, hail and other events, as well as strong winds and droughts cause serious damage to various areas of agriculture.(2).

The study of this problem is of particular importance in connection with the global climate changes currently taking place in the world. From this point of view, the study of the impact of climate changes on various fields of agriculture determines the research and application of the possibilities of adaptation of the republic's economy to the current meteorological situation.

Shaki-Zagatala zone is one of the important regions for agriculture in our republic. In this region, grain growing, tobacco growing, fruit growing, grape growing and other agricultural crops are widely cultivated.

The climate of the Republic of Azerbaijan was analyzed and studied in detail in the monograph "Azerbaijan's Climate" edited by A.A. Madatzade and E.M. Shikhliniski.

2. STUDY OF METEOROLOGICAL CONDITIONS

The territory of our republic is mainly located in the subtropical zone, surrounded by the southeastern part of the Great Caucasus Mountains, extending in the form of a trough opening from the northeast to the southwest and directed towards the Caspian Sea. This is due to the abundant flow of sunlight and heat to the country.

Distribution of average monthly and annual temperature in the territory of the republic is irregular. In the lowland regions, the average annual temperature varies in the range of 14.0-14.6 °C in the eastern part, and decreases to 12-13 °C in the west. 26-27 °C in summer and 1.1-2-4 °C in winter.(6)

The maximum air temperature in the area is 36-39 °C, and the minimum temperature is 5-9 °C, sometimes 15-20 °C.

The average annual relative humidity of the air varies from 55-60% to 75-80% in the territory of the republic. Average monthly relative humidity in the plain zone is 65-70% in January, while this indicator is 35-40% in July.(7)

Atmospheric precipitation is irregularly distributed on the territory of the republic. From 150 mm to 1600 mm.

Sheki is located on the southern slope of the Great Caucasus Mountains. Most of the area (in the south) belongs to the temperate-warm climate with dry winters, the temperate-warm climate with almost even distribution of precipitation as you go north, the cold climate with wet winters, and the mountainous tundra climate types.

The annual amount of total radiation is 120-145 kcal/cm², and the annual amount of radiation balance is 25-50 kcal/cm².

The average annual air temperature is 0-14 °C, ranging from 10-10 °C in January and 10-26 °C in July. The maximum air temperature rises to 41°C. The average annual absolute minimum air temperature varies between 10-20 °C. The absolute minimum air temperature can drop to 20-30°C in the coldest months of the year. The average annual temperature of the soil surface is 14-17°C, the average temperature of January is 0-1 °C, and the average monthly temperature of July is 29-33 °C. (5)

The average annual relative humidity is 70-75%. The annual amount of precipitation is 400-1600 mm, 400-1100mm possible evaporation from the surface cover.

Average annual wind speed is 2-3 m/s. Mostly north-west and north-east winds blow in the area. The number of days with strong winds does not exceed 10-15. The number of snow-covered days is 20-160. The number of days with hail is 1-5.

The 3-year hydrometeorological indicators of Shaki region are given in the table 1.

The annual hydrometeorological indicators of Shaki region for 2020 are given in the table below.

Table 1

Years	Amount of annual precipitation	Annual average temperature	Annual average relative humidity	The amount of snow
2018	498.0 mm	15.0 °C	64 %	5 sm
2019	587.1 mm	13.2 °C	64 %	8 sm
2020	559.1mm	13.9 °C	65 %	7 sm

3. DETERMINATION OF ANNUAL TEMPERATURE

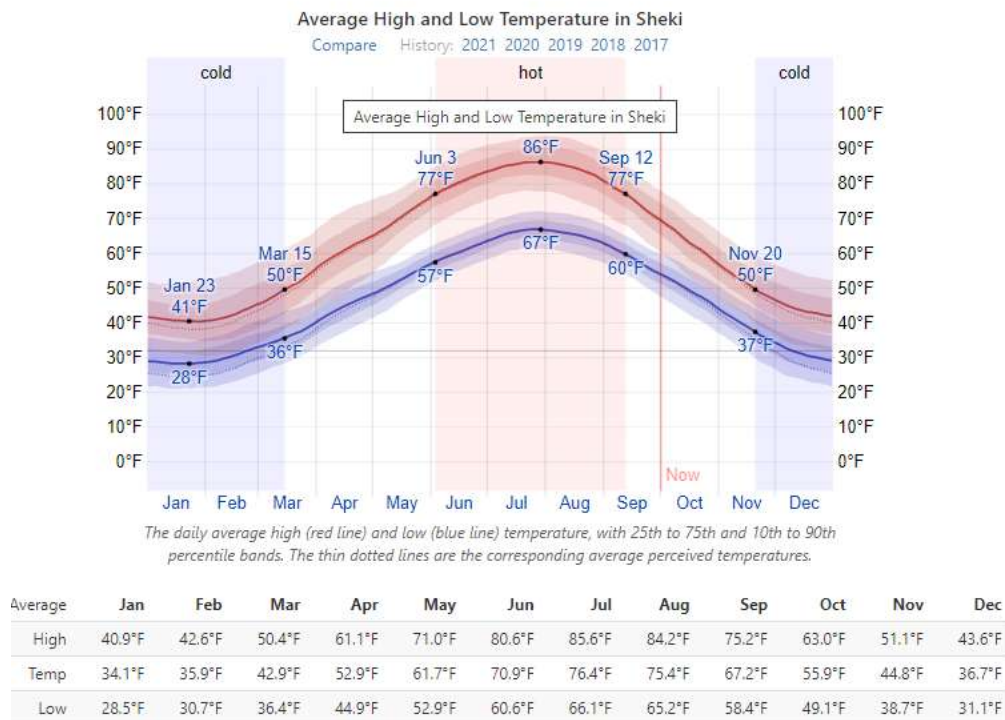


Figure 1. Average High and Low Temperature in Sheki. Compare 2017-2021 years.

The highest average annual temperature was 86 °F.

The lowest annual average was 67 °F.(3)

The most suitable-optimal period of climate indicators coincided with the months of June-September. The highest indicator occurred on July 15.

This is also considered a good period for agriculture. The lowest humidity is 30%, the highest humidity is 80%.

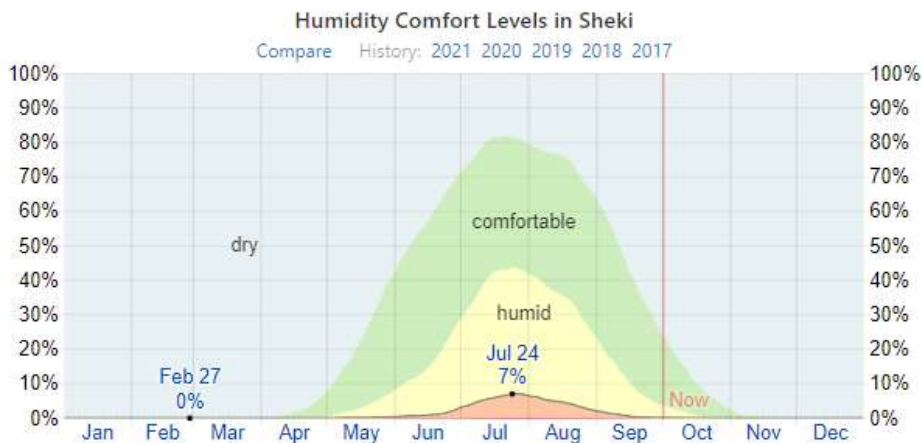


Figure 2. Humidity Comfort Levels In Sheki. Compare 2017-2021 years.

In 27 of February-0%, In 24 July 7% humidity are available.

We base the humidity comfort level on the dew point, as it determines whether perspiration will evaporate from the skin, thereby cooling the body. Lower dew points feel drier and higher dew points feel more humid. Unlike temperature, which typically varies significantly between night and day, dew point tends to change more slowly, so while the temperature may drop at night, a muggy day is typically followed by a muggy night. The

perceived humidity level in Sheki. As measured by the percentage of time in which the humidity comfort level is muggy, oppressive, or miserable, does not vary significantly over the course of the year, staying within 4% of 4% throughout.(3-4).

4. CONCLUSIONS

Monitoring of climate indicators of Sheki region allows to learn how ecologically sustainable the area is. Considering that there are 21,000 hectares of irrigated land in Sheki region, it is very important to study precipitation, humidity, radiation background, weather zone.

REFERENCES

- [1] K.A.Gafarbayli. Enviromental assessment of some areas of Shaki-Zagatala cadastral region. Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan
NJSC "National Agrarian Scientific and Educational Center" LLP "Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after. W.U. Uspanova" SOIL SCIENCE AND AGROCHEMISTRY, 2020, No. 2 Page 5-13, ISSN 1999-740X
- [2] K.A.Gafarbayli. Aspects of ecological conditions of Sheki and Oguz regions, Annals of Agrarian Science of Georgia, Vol. 20 No. 1 (2022): Annals of Agrarian Science, Published: 2022-08-16, page 5-11
- [3] G.SH. Mammadov and others Azerbaijan Ecotourism Potential. "Sharq-Qarb" Bakı 2014, vol.1.359 p.
- [4] R.H. Ramazanov. Impact of global climate changes on regional environmental factors. Baku 2016. Doctor of Philosophy diss.)
- [5] S. Safarov, R. Mahmudov, Modern climate changes and Azerbaijan. Baku 2011. "Ziya" publishing house. p. 269-271
- [6] <https://www.ventusky.com/?p=40.56;49.18;8&l=clouds-total>
- [7] <http://eco.gov.az>

UOT 621.75:574.47

MƏİŞƏT SOYUDUCU AQRƏQATLARININ QAPALI SİSTEMİNDƏ BAŞ VERƏN PROSESLƏRİN RİYAZİ ÜSULLA TƏDQIQI

Akif Bayram oğlu Baxşiyev, AzTU, Bakı, Azərbaycan
e-mail: akif_bax.yahoo.com

Xülasə: Respublikamızda məişət soyuducuları istehsalının perspektivliyi təhlil edilmiş və onların texniki – energetik göstəricilərinin yüksəldilməsi üçün soyuducu aqrəqalarda gedən mü-rəkkəb termo - qazodinamik proseslərin öyrənilməsi və tədqiqinə imkan verən riyazi hesablama meodundan istifadə etməyin vacibliyi əsaslandırılmışdır. Məqalədə kompressorun nominal iş rejimində, axın parametrlərinin təyini üçün hesabi eksperimentlərin bəzi nəticələri verilmişdir. Hesablamalar nəticəsində kompressorun hesabi indikaor diaqramı və sistemin borularında təzyi-qın zaman və koordinata görə dəyişmə qrafikləri qurulmuşdur.

Açar sözlər: Hermetik porşenli kompressor; riyazi model; proseslərin modelləşdirilməsi; axın parametrlərinin hesabı; müəyyən aşkar sxem.

ADVANCED WAYS OF THE APPROXIMATES OF DOMESTIC REFRIGERATOR IN BY MATHEMATICAL METHOD

Abstract: At the article analyses production perspective of the domestic refrigerator and expressed convey expediency mathematican method for the calculation and investigation of the complex thermo-dynamics processes, proceeded in the system refrigeratory approximate for the rise their technical and power indices. The results of computational experiments to determine the parameters of the flow at rated speed of the compressor. Were built settlement indicator diagram and graphs of changes in pressure in the piping system to the coordinate and time.

Keywords: Hermetic reciprocating compressor; mathematical model; modeling processes; calculation of the flow; explicit difference scheme.

Məişət soyuducuları insanların normal həyat şəraitinin təmini üçün ən vacib cihazlardan biridir və dünyanın sənayesi az – çox inkişaf etmiş bir çox ölkələrində istehsal olunmaqla, məişət-də geniş istifadə olunur.

Keçən əsrin 80 - ci illərində MDB ərazisində məişət soyuducularının illik istehsalı 7 milyondan çox olmuş və bu rəqəm ildən – ilə artmaqda davam etmişdi. Məişət soyuducuları həmçinin respublikamızda da istehsal edilirdi (illik proqramı 150 000 ədəd olan “Çinar” İstehsalat Birliyi). Lakin, respublikamızda istehsal edilən soyuducular, xarici ölkələrdə istehsal olunan ana-loqlarına nisbətən küləcə 10 – 20 % ağır, izolyasiya materiallarının istilik xarakteristikalarına (istilikkeçirmə əmsalına) görə 25 – 30 % aşağı, şkafın həcmindən istifadəyə və enerji sərfinə görə isə xeyli geri qalırdılar. Beynəlxalq aləmlə geniş əlaqələr yaradııldıqdan sonra, MDB məkanında daxili bazarların itirilməsi respublikamızda gedikcə məişət soyuducuları istehsalının azalmasına və hətta ekoloji tələblərə görə istehsalının tam dayandırılmasına səbəb oldu.

Lakin xaricdə istehsal olunan müxəlif tipli soyuducuların ölkə daxilinə sərbəst gətirilməsi müasir bazar iqtisadiyyatı şəraitində yerli soyuduculara olan tələbatı azaldır və istehsalın kəskin sürətdə aşağı düşməsinə səbəb olur. Beləliklə, respublikamızda soyuducuların istehsalının bərpa edilməsi və müəyyən inkişafı üçün müasir bazar rəqabəti şəraitində inzibati hüquqi tədbirlərlə yanaşı, istehsal olunan soyuducuların məlum nöqsanlarının aradan qaldırılması, onların texniki – energetik göstəricilərini dünya standartları səviyyəsinə çadırılması və yeni, daha perspektivli, iqtisadi və estetik cəhətdən daha səmərəli konstruksiyaların işlənilməsi və istehsalı mühüm əhəmiyyət kəsb edən bir problem kimi qarşıya çıxır. Bu problemin həlli ilk növbədə elmi tədqiqat və təcrübi konstruktor işlərinin aparılmasını tələb edir.

Məişət soyuducuları aqreqatlarının əsas konstruktiv xüsusiyyətləri kompressorun işçi boşluğunun kiçik olması, istilik mübadilə aparatlarının isə, əsasən, hava ilə təmasda olmasıdır. Belə aqreqatların ənənəvi eksperimentlər yolu ilə tədqiq edilməsi böyük çətinliklər yaradır və xeyli əmək və maddi vəsait tələb edir. Bu tip maşınlarda iş prosesinin tədqiqi və layihələndirmə işlərində hesablama və proqramlaşdırma işlərinin aparılması üçün riyazi metodların tətbiqi ilə kompüter texnikasının imkanlarından istifadə etmək daha sərfəlidir.

Kompression məişət soyuducusunun aqreqatında gedən proseslərin riyazi modelləşdirilməsinə bir sıra işlər həsr olunmuşdur ki, bunların da ən önəmlisi kimi M.Y.Yelaqin və b. əsərlərini hesab etmək olar [3, 4]. Onların apardığı tədqiqatlar nəticəsində dəyişən kütləli real işçi cismin termodinamikası və təcrübi məlumatlar əsasında soyuducu aqreqatın ayrı – ayrı elementlərinin: hermetik porşenli kompressorun, kondensatorun, buxarlandırıcı və kapilyar borunun, həmçinin bütövlükdə soyuducu aqreqatın kompüterdə riyazi modelləri, hesablama alqoritmi və proqramı tərib edilmişdir. Ayrı – ayrı elementlərin funksiyalarına həsr edilmiş yoxlama məsələlərinin həllinə yönəldilən hesablamalar göstərmişdir ki, alınan nəticələr dövrü ədəbiyyatda verilənlərə uyğun gəlir. [5] – in nəticəsində göstərilir ki, xeyli maşın vaxtının sərfi

üzündən soyuducu qurğu işinin yoxlanılma hesabının aparılması mümkün olmamışdır. Lakin, işdə qurğunun riyazi və ya sərhəd şərtləri verilmədiyindən ayrı - ayrı elementlər arasında əlaqənin necə yaradıldığını bilmək olmur. Buna görə müəlliflərin, proqramın tam işləməsi üçün modelin sadələşdirilməsinin labüdlüyü, soyuducu maşın elementlərinin oxşarlıq kriteriyalarından istifadə edilməsi və s. kimi nəticələrə haqq qazandırmaq çətinlik törədir.

Deyilənlərdən əlavə [3,5,6] - da elə sadələşmələr qəbul edilmişdir ki, bizim fikrimizcə bunlar aparılan tədqiqatların əhəmiyyətini xeyli azaldır. Məsələn, kompressorun klapanları ətalətsiz götürülmüşdür ki, bu da onların öz xarakteristikalarının hesabına yolu ilə tədqiq olunmasına imkan vermir. Buxarlandırıcıdan kompressorun örtüyünə qədər ki, təzyiq itgiləri və kompressorun işçi boşluğundakı sızmalar nəzərə alınmamışdır ki, bu da nəticələrin dəqiqliyinə mənfi təsir edir.

Sərbəst konveksiyalı hava kondensatorunun riyazi modeli tərtib edilərkən boruların uzunluğu boyu təzyiq düşgüsü nəzərə alınmır, yəni boruların müqaviməti sıfır bərabər olur. Belə yanaşma kapilyar borunun keçid sahəsinin və kondensatorda agent axınının sürətinin azlığı ilə izah edilir. Lakin bu, kapilyar borunun hesabı zamanı onun en kəsiyinin dar hissəsində səs sürətinin altına biləcəyi ehtimalı ilə uzlaşmır. Beləliklə, kondensatordakı proses izobarik qəbul edilir və bu zaman kondensator nəm və qızmış buxarla və soyudulmuş mayeyə müvafiq üç xarakterik məntəqəyə bölünür. Hər görülmüş məntəqələrdəki proseslər müvafiq tənliklərlə şərlənir. Maraqlı cəhətlərdən biri də budur ki, kondensatorun girişində divarın orta temperaturu, onun çıxışında sıxılmış buxarın ora temperaturuna bərabər götürülür. Sonra isə bu temperatur borunun uzunluğu boyu, qəbul edilmiş ekspansional qanunla kiçilir. Son temperatur isə kondensasiya temperaturuna bərabər götürülür. Beləliklə, kondensator divarının temperaturu istilik balans tənliyindən zamana görə, kondensatorun uzunluğu boyu temperaturun dəyişməsi isə təqribi təyin edilir.

Buna görə də, fazalara bölünmə sərhədlərinin təyini də təqribidir. Nəm buxar (kondensasiya) məntəqəsində, prosesin izoterm üzrə getdiyi və quruluq dərəcəsinin xətti qanununa tabe olduğu qəbul edilmişdir. Bizim fikrimizcə, belə yanaşmanı qəbul etmək olar ki, indiyə qədər mürəkkəb xarakterli faza çevrilmələrinin riyazi şərh alınmamışdır.

AzTU – da, aparılan işlər kiçik soyuducu maşın aqreqatlarında baş verən qeyri – stasionar hidro – qazodinamik proseslərin modelləşdirilməsi zamanı yuxarıda deyilən nöqsanların aradan qaldırılmasına imkan verir. Məişət kondisionerləri və istilik nasoslarının aqreqatlarında gedən kompleks proseslərin hesablanması və tədqiqi üçün işlənib hazırlanan və EHM-da (o cümlədən fərdi kompüterlərdə) həyata keçirilən riyazi modellərdə, dinamikada, borularda soyuducu agent axınının qeyri – stasionar və dalğavari hərəkət xarakteri hidravliki müqavimətlər, mühitin fiziki xarakterinin dəyişkənliyi, faza çevrilmələri, mürəkkəb istilik – kütlə mübadiləsi, hərəkət edən elementlərin, daralma və genişlənmənin və s. – nin təsiri nəzərə alınmışdır. Bunlardan əlavə, diyir-lənən porşenli rotasion və hermetik porşenli kompressor sistemlərində də, yuxarıda deyilən faktorların təsiri nəzərə alınmaqla, proseslərin kompleks şəkildə öyrənilməsi və tədqiqi üçün riyazi hesablama metodu işlənib hazırlanmışdır [2,5,6].

Əldə edilən müvəffəqiyyətlər hermetik porşenli kompressora malik məişət soyuducusu aqreqatının da qapalı sistemində baş verən mürəkkəb hidroqazodinamik proseslərin qeyri – stasionar istilik mübadiləsi şəraitində, faza çevrilmələri və hidroqazodinamik müqavimətlər olduq-da, hesablanması və tədqiqi üçün riyazi hesablama metodunun işlənib hazırlanmasına imkan verir.

MDB məkanında istehsal edilən məişət soyuducularının əksəriyyətində Sumqayıt alüminium zavodunda istehsal edilən (ildə 5 milyon ədəd) buxarlandırıcılardan istifadə edilirdi. Bunlar qalınlıqları 1,5 mm olan və aralarında kanallar yaradılan iki alüminium vərəqinin sıxılaraq bir – birinə yapışdırılması ilə alınır. Hazırda bu buxarlandırıcılar istehsal edilmədiyindən, məişət soyuducularında müxtəlif növdə buxarlandırıcılar tətbiq edilir. Odur ki, istənilən halda buxarlandırıcıların ilanvari boru və ya kanallardan ibarət olduğunu demək

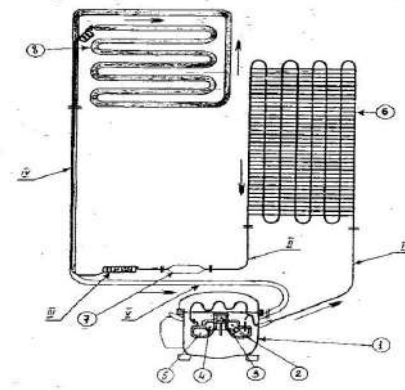
olar. Məişət soyuducu aqre-qatında iş tsikli məişət kondisioneri iş tsiklindən yalnız temperatur rejiminə görə ($T_0=253\text{ K}$, $T=325\text{ K}$) fərqlənir.

Aparılan mülahizələrə əsasən məişət soyuducu aqre-qatının hesabi sxemini də, məişət kondisioneri və isilik nasosu aqre-qatlarında olduğu kimi, ardıcıl birləşdirilmiş müxtəlif həcm və borulardan ibarət olduğunu qəbul etmək olar.

Şəkil 2 – də məişət soyuducu aqre-qatının hesabi sxemi təsvir edilmişdir. Aqre-qatda baş ve-rən kompleks proseslərin riyazi təsviri hesablama sxeminə əsasən aparılır. Borularda, o cümlədən, mübadilə aparatlarında soyuducu agent axını üçün qaz dinamikasının ümumi tənliklərindən istifadə edilir [6].

a) hərəkət tənliyi

$$\frac{\partial W}{\partial \tau} + W \frac{\partial W}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial P}{\partial x} = -\frac{\xi}{4R} W^2 \quad (1)$$



Şəkil 2. Soyuducu aqre-qatının hesabi sxemi

1 – örtüyün daxili həcmi, 2 – polost - I, 3 – silindrin həcmi, 4 – polost - II, 5 – polost – III, 6 – kondensatorun həcmi, 7 – süzğəcin həcmi, 8 – buxarlandırıcının həcmi, I,II,III,IV – axın keçən borular.

b) kəsilməzlik tənliyi

$$\frac{\partial P}{\partial \tau} + W \frac{\partial P}{\partial x} + \rho a^2 \frac{\partial W}{\partial x} = 0 \quad (2)$$

v) enerji (entalpiya balans) tənliyi

faza çevrilmələri olduqda

$$\rho W f \frac{\partial i}{\partial x} + \rho f \frac{\partial i}{\partial \tau} = \alpha_g h_g (\theta_{cm} - T) - r f \rho \frac{\partial \chi}{\partial \tau} \quad (3)$$

faza çevrilmələri olmadıqda

$$\rho W f \frac{\partial i}{\partial x} + \rho f \frac{\partial i}{\partial \tau} = \alpha_g h_g (\theta_{cm} - T) \quad (4)$$

(1) və (2) tənlikləri vasitəsilə axının sıxlığı, səs sürəti, yerli müqavimət əmsalı nəzərə alınmaqla axının təzyiqi, (3) və (4) düsturları vasitəsilə isə axının temperaturu hesablanır. Bu tənliklərə kompressor və digər son həcmərlə (məs. süzğəc – quruducu) aid sərhad şərti tənlikləri, həmçinin, soyuducu agentin termodinamik, teplofizik və s. xarakteristikalarının və sistemdəki qa-zodinamik müqavimətlərin hesablanması üçün riyazi ifadələr əlavə edilir. Tənliklər sisteminin ədədi üsullarla həlli son nəticədə yekun parametrlərinin – aqre-qatın soyuqluq məhsuldarlığının hesablanması üçün imkan verir.

Porşenli kompressorda sərhəd şərti tənlikləri, porşenin hərəkət xarakterinin, sorma və sıxma həcmlərinin dəyişməsinin, sorma və vurma klapanlarının hərəkətinin və keçid sahəsinin dəyişmə xarakterinin və s. – nin riyazi təsvirini əks etdirir.

Aqreqatın soyuqluq məhsuldarlığı

$$Q_0 = \sum_{i=0}^{i=n} \alpha_i^x (T_i^x - \theta_i) \cdot h_i^x \quad (5)$$

burada, α^x - buxarlandırıcının divarlarına xaricdən (ətraf mühidən) istilik vermə əmsəlidir, T^x - ətraf mühitin temperaturu, θ - divarın temperaturu, h_i^x - borunun hesabı i addımında istilik mübadilə səthidir.

Sistemdə soyuducu agent tərəfindən, qeyri – stasionar hərəkət şəraitində boru və həcmlərin səthi ilə əraf mühit arasında mürəkkəb istilik mübadiləsi gedir. Belə istilik mübadiləsinin xarak-teristikaları, həmçinin, sisemdə yerli və qazodinamik müqavimələr [2] - də verilmiş empirik və yarımempirik ifadələrlə hesablanır.

Soyuducu agentin bütün termodinamik xassələrini hesablamaq üçün hal tənliyi, ideal qaz halında istilik tutumu, qaynayan və soyudulmuş mayelərin sıxlıq tənlikləri və doymuş buxarın təzyiq əyrisi məlum olmalıdır.

Hal tənliyi olaraq, nəzəri cəhətdən kifayət qədər əsaslandırılmış və riyazi modeldə istifadə edilmiş olan, Boqolyubov – Mayer tənliyindən istifadə edilmişdir [1].

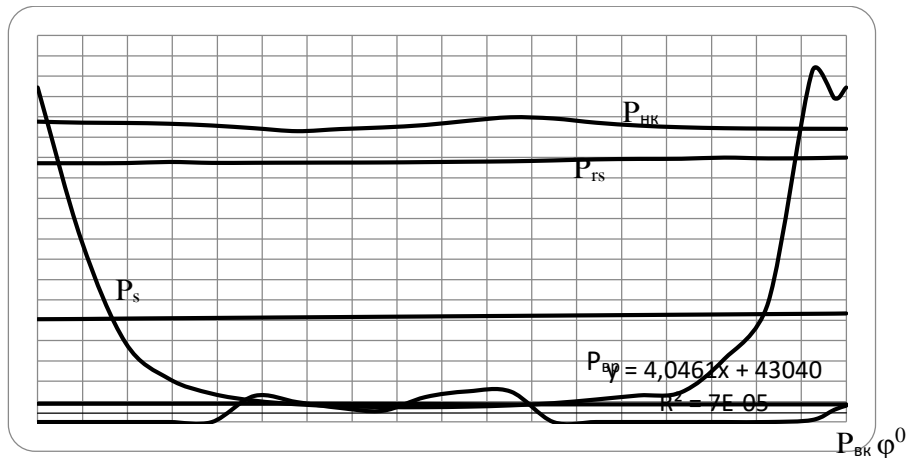
$$Z = 1 + \sum_{i=1}^2 \left(\sum_{j=1}^s \frac{b_{i,j}}{\tau_j} \right) \rho^i \quad (6)$$

$$Z = P \cdot 10^{-6} / RT\rho; \quad R = 8,3143 / \mu; \quad \tau = \frac{T}{T_k} \quad (7)$$

burada: T – temperatur, K; P – təzyiq, Pa; μ - molekulyar kütləsi; ρ - sıxlıq, q/sm³; T_k – böhran temperaturu, K, b_{ij} - temperaturdan asılı olan Vrial əmsallardır. Yuxarıda deyilən tənliklər, həmçinin, soyuducu agentin termodinamik xassələrinin hesabı tənlikləri [1] - də verilmişdir.

Digər kəmiyyətlər aqreqatın iş xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla [5] – də verilən metodikaya uyğun hesablanır. Modelin alqoritmi və sistemdə baş verən proseslərin analizinin nəticələri aşağıdakı şəkillərdə əks etdirilmişdir.

P, Pa



Şəkil 1. Kompresorun hesabi indikator diaqramı

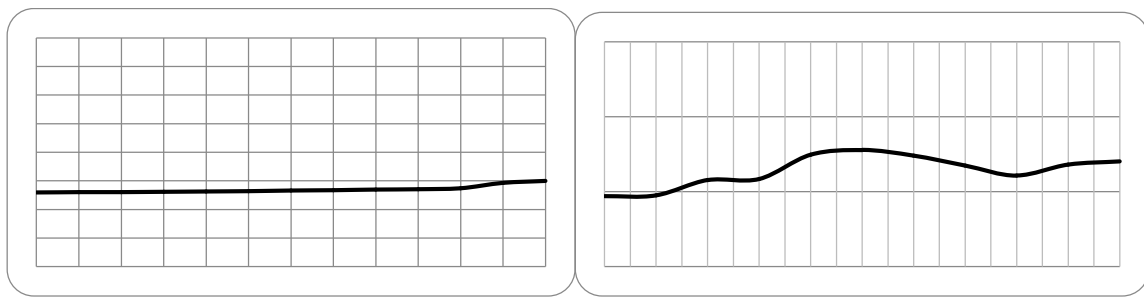
Şəkil 1 – də nominal rejimə ($t_0 = -15^{\circ}\text{C}$, $t = 30^{\circ}\text{C}$) müvafiq olmaqla kompressorun hesabi indikator diaqramı verilmişdir. Diaqramda, sorma və vurma klapan lövhələrinin açılıb bağlanması və həmçinin, işçi boşluqlardakı təzyiqlərin dəyişməsi qrafikləri verilmişdir.

P_{BP} , P_{BK} , P_s , P_{HK} – müvafiq olaraq hermetik örtük daxilindəki, sorma klapanı üzərindəki, silindirdəki, vurma klapanı üzərindəki təzyiqlərdir.

Şəkil 1 – dən görüldüyü kimi, silindrdəki təzyiğin (sorma və sıxma təzyiqlərinin) dəyişməsi, nəzəri tsikldə təsəvvür edilən formadadır. Bu, onu göstərir ki, işlənib hazırlanmış modeldə soyuducu agenin axın parametrlərinin həqiqi dəyişmə xarakterini müəyyən etmək olar.

Sistemin digər boşluqlarında təzyiğin kəskin dəyişməsi müşahidə edilmir. Yalnız klapanların açılıb – bağlanma anlarında sorma və vurma klapanları boşluqlarında təzyiğin nəzərə çarpan dəyişməsi baş verir ki, bu da klapan lövhələrinin vibrasiyası ilə əlaqədardır.

Sisemin borularında parametrlər (təzyiq, temperatur, sıxlıq və s.) həm zaman, həm də koordinata görə dəyişir. Şəkil 2 – də I boruda təzyiğin zamana və koordinata görə dəyişmə qrafikləri verilmişdir.

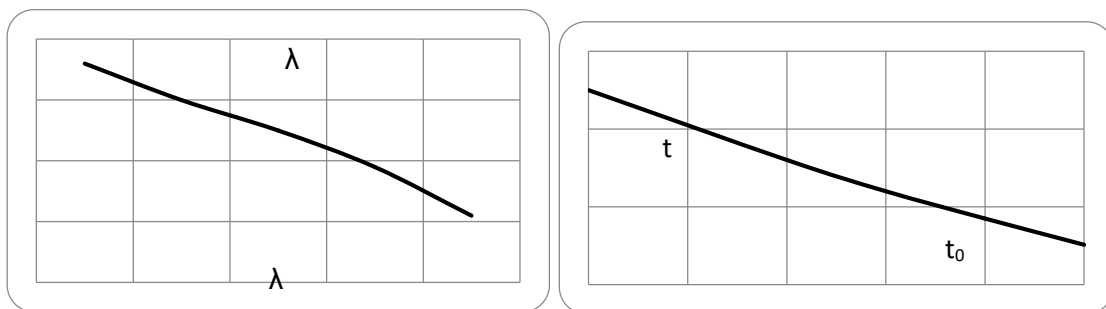


Şəkil 2. I boruda təzyiğin zamana və koordinata görə dəyişməsi

Qrafikdən görüldüyü kimi istər zaman, isərsə də koordinata görə borularda təzyiğin kəskin dəyişməsi müşahidə edilmir.

Tərəfimizdən işdə həmçinin, kompressorun müxtəlif rejimlərdə həqiqi ($t_0 = -30 \div 0^{\circ}\text{C}$ və $t = 30 \div 55^{\circ}\text{C}$ aralıqlarında) həcmi məhsuldarlığının hesablanması aparılmış və kompressorun veriş əmsalının qiymətləri təyin olunmuşdur [7].

Şəkil 3 – də veriş əmsalının qaynama və kondensasiya temperaurlarından asılı olaraq dəyişməsi qrafiki göstərilmişdir. Alınmış nəticələr dövrü ədəbiyyatlarda verilənlərlə yaxşı uzlaşır [6].



$$t_0 = -15^{\circ}\text{C} \text{ olduqda } \lambda = f(t) \quad t = 30^{\circ}\text{C} \text{ olduqda } \lambda = f(t)$$

Şəkil 3. Veriş əmsalının kompressorun iş rejimindən asılı olaraq dəyişməsi

Qeyd etmək lazımdır ki, işlənib hazırlanan metod konkret kompressorun ölçülərinə və konstruktiv xüsusiyyətlərinə əsaslanır. Odur ki, model ilk növbədə baxılan tip kompressorların

axın keçən hissələrinin optimallaşdırma məsələlərinin həlli üçün vacibdir ki, bu da konstruksiyanın sonrakı təkmilləşdirilməsi üçün şəraiti təmin edir. Aparılmış hesablamalar, həmçinin, əvvəllər tərtib edilmiş modellərlə [2,3,5] aparılmış tədqiqatlar, onu deməyə əsas verir ki, baxılan metodla analoji konstruksiyalı, lakin ölçüləri məlum olmayan kompressorların da axın keçən hissələrini layihələndirmək mümkündür.

İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT

1. Теплофизические основы получения искусственного холода. Холодильная техника. Справочник. Москва, «Пищевая промышленность 1980, 230 с.
2. Керимов Н.А. Кулиев Г.М., Эйбатов О.М. Действительные процессы в холодильной машине бытового кондиционера. «Холодильная техника», №8, 1988, с 23 ÷ 25.
3. Елагин М.Ю., Ушаков А.П. Математическая модель поршневого компрессора – ЦИНТИ Химстроймаш, 25 июля 1984, № 1226 ХН – 84 деп.
4. Елагин М.Ю. Математическая модель для расчета капиллярных трубок – Холодильная техника, №7, 1984 с. 39-40.
5. Кулиев Г.М. Метод расчета и исследования термо – газодинамических процессов в замкнутых системах холодильных агрегатов. Докторская диссертация, г.Баку, 1997, 302 с.
6. Бахшиев А.Б. Метод расчета и исследования параметров герметичного поршневого компрессора при различных режимах его работ. Кандидатская диссертация, г Баку, 2001, 160 с.
7. Кулиев Г.М., Бахшиев А.Б., Газанфари С. Разработка метода математического экс-перимента для исследования и оптимизации параметров процессов в системе герметичного поршневого двухцилиндрового компрессора. Материалы за VII международная научная практическая конференции «ACHIEVEMENT OF HIGH SHOOL – 2011», София, Белград, 2011, с. 64 ÷ 71.

Cəfərova Maya Əli qızı

“Memarlıq layihələndirilməsi və şəhərsalma” kafedrasının baş müəllimi

<https://orcid.org/0000-0003-0607-1021>

cafarova.maya68@gmail.com

GƏNCƏ-QAZAX MƏSKUNLAŞMA SISTEMİNİN URBANİZASIYA KARKASI

Xülasə: Gəncə-Qazax məskunlaşma sisteminin urbanizasiya karkası - məskunlaşma sisteminin, dinamik inkişaf edən və onun formalaşmasına aktiv şəkildə təsir göstərən sabit bir hissəsidir. Urbanizasiya karkasının inkişaf etməsi, şəhər mərkəzləri və nəqliyyat kommunikasiyalarının böyüməsi və inkişafı ilə, şəhərlər və yaxınlıqdakı yaşayış məskənləri arasındakı əlaqəni təmin edir. **Açar sözlər:** Gəncə-Qazax məskunlaşma sistemi,urbanizasiya karkası,region,dayaq mərkəzi.

Урбанизированный каркас Гянджа-Газахской систем расселения.

Резюме: Урбанизированный каркас систем расселения образуют города, соединенные транспортно-коммуникационными коридорами, включающими автомобильные, железнодорожные магистрали, линии телекоммуникаций, электропередач, газо-, нефтепроводов. Урбанизированный каркас формируется устойчивыми во времени и пространстве структурами, большая часть которых возникла несколько веков назад.

Ключевые слова: Гянджа, Гянджа-Газахский, урбанизированный каркас, систем расселения.

Urbanization framework of Ganja-Kazakh settling sistem

Summary: The urbanization framework of the settlement system forms a city by combining public centers, highways, railways, telecommunication lines, power transmission lines, gas and oil pipelines, and other transport and communication corridors. The frame of urbanization is frequently formed on a stable structure created centuries ago. The combination of key planning elements furnishes the city an atmosphere of completeness.

Key words: Ganja, Ganja-Qazakh, region, transportation system, the urbanization framework.

Gəncə-Qazax məskunlaşma sisteminin ərazisi müxtəlif coğrafi şəraiti və rəngarəng landşaftı, zəngin tarixi, mədəniyyət və təbiət abidələrinə malik olan, qərb nəqliyyat yolu üzərində yerləşən və müxtəlif turizm növləri potensialına malikdir. Gəncə şəhəri bu məskunlaşma sisteminin çox zəngin memarlıq irsinə malikdir və Azərbaycanın bütün Qərb regionu üçün inzibati, maliyyə, sənaye, elm və təhsil mərkəzi olan şəhər-nüvəsidir.

Gəncə-Daşkəsən (Daşkəsən, Goranboy, Göygöl, Samux rayonları, Gəncə və Naftalan şəhərləri) və Qazax-Tovuz (Qazax, Tovuz, Ağstafa, Gədəbəy və Şəmkir rayonları) iqtisadi rayonlarının şəhər və qəsəbələri də daxil olmaqla, Gəncə-Qazax məskunlaşma sisteminin ərazisinə aiddir. Məskunlaşma sisteminin urbanizasiya karkası-ictimai mərkəzləri, avtomobil, dəmir yol maqistrallarını, telekommunikasiya xətlərini, elektrik ötürücüləri, qaz və neft boru kəmərləri və s. nəqliyyat kommunikasiya koridoru vasitəsilə özündə birləşdirərək, şəhər əmələ gətirir. Urbanizasiya karkası əksər hallarda, əsrlər öncə yaranmış sabit bir struktur tərəfindən formalaşır. Əsas planlaşdırma elementlərinin uyğunluğunu özündə birləşdirən karkas-şəhərə bütövlük verir [1].

Gəncə-Qazax məskunlaşma sisteminin urbanizasiya karkası - məskunlaşma sisteminin, dinamik inkişaf edən və onun formalaşmasına aktiv şəkildə təsir göstərən sabit bir hissəsidir. Urbanizasiya karkasının inkişaf etməsi, şəhər mərkəzləri və nəqliyyat kommunikasiyalarının böyüməsi və inkişafı ilə, şəhərlər və yaxınlıqdakı yaşayış məskənləri arasındakı əlaqəni təmin edir.

Məskunlaşma sistemində nisbətən iri şəhərlər, urbanizasiya karkasının mərkəzi sayılırlar. Onlardan bir çoxu, urbanizasiya oxunun kəsişməsində yerləşir ki, bu da şəhərlərin böyüməsi üçün əlverişli şərait yaradır. Gəncə-Qazax məskunlaşma sistemində urbanizasiya karkasının mərkəzi rolunu isə, əhalisinin sayı 330 min nəfər olan Gəncə şəhəri oynayır.

Məskunlaşma sisteminin mərkəz-şəhərlərində istehsalat və qeyri-istehsalat kimi inkişaf etmiş mərkəzi funksiyalar bloku formalaşmalıdır. Şəhərlərdə əhalinin sayının artması prosesində, şəhərlərin statusunun dəyişilməsi ilə əlaqədar onlarda bir çox keyfiyyət dəyişikliklərinin də olması labüddür.

Böyük şəhər- yalnız dəfələrlə böyümüş bir kiçik şəhər demək deyildir. Böyük şəhərlərdə kiçik şəhərlərə nisbətən fərqli xidmət və istehsal funksiyaları olan, şəhərəmələgətirən baza olmalıdır. Böyük şəhərlərin əsas xüsusiyyəti-onların çoxfunksiyalı olmasıdır. Böyük şəhərlər öz sakinlərinə fəaliyyət sahəsini seçmək, elmi-tədqiqat, istehsal, bank və ticarət strukturları arasında rahat qarşılıqlı əlaqə yaratmaq üçün geniş imkanlar verir. Ən başlıcası isə, sakinlərə keyfiyyətli təhsil almaq, tibbi xidmətdən istifadə etmək, uyğun zamanda mədəniyyət və incəsənət müəssisələrini ziyarət etmək, müxtəlif asudə vaxt fəaliyyətlərini təmin etmək kimi keyfiyyətli yaşayış mühitinin yaradır [2].

Məskunlaşma sistemində konsentrasiya oxu rolunu əsas nəqliyyat maqistralları oynayır və tədricən əhali bu ox ətrafına axışaraq, magistral boyunca məskunlaşır və düz xətlə məskunlaşma strukturu formalaşmış olur.

Hətta, kiçik stansiyalar ətrafındakı qəsəbələr də, az bir zamanda sürətlə böyüyərək, magistral yollardan uzaqda yerləşən köhnə şəhərlər üçün yerli mərkəz funksiyasını yerinə yetirirlər. İri mərkəzlərin birbaşa təsiri altında olan zonalarda magistral xətlər xüsusilə aktiv olur [1].

Araşdırdığımız məskunlaşma sistemində, “konsentrasiya oxu” rolunu Bakı-Tbilisi avtomobil və dəmir yolu trassı oynayır və regionun bir çox yaşayış məntəqələri məhz bu yolun üzərində yerləşir.

Ərazilərin qeyri-bərabər inkişaf etməsi ilə özünü göstərən konsentrasiya effekti, məskunlaşma sistemi üçün çatışmazlıq deyildir. Bildiyimiz kimi, ərazi heç də hər yerdə eyni olmur. Onlar relyef quruluşuna, su təminatına, torpağın münbitliyinə, bitki örtüyünün çeşidinə və digər təbii landsaft keyfiyyətinə görə fərqlənirlər. Ərazinin iqtisadi-coğrafi vəziyyəti xüsusilə böyük əhəmiyyət kəsb edir. İqtisadi-coğrafi vəziyyət (İ.M. Mayerqozun termini), obyektlərin və ərazilərin sosial və iqtisadi fəaliyyəti, nəqliyyat-kommunikasiya dəhlizləri, təbii və iqtisadi qaynaqlar və onların bir-birilə əlaqəli olması ilə xarakterizə olunur. Məsələn, kiçik və orta şəhərlərin iri mərkəzlərlə əlaqəli mövqeyi, iri şəhərlərin isə, həmin mövqedə olan digər mərkəzlərlə əlaqə şərtləri vacibdir.

Şəhərin iqtisadi-coğrafiya vəziyyəti, onun inkişafı üçün xüsusi bir resurs kimi qiymətləndirilir. Şəhərlər üçün coğrafi-nəqliyyat vəziyyəti yəni, nəqliyyat yollarının vəziyyəti böyük əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, müxtəlif nəqliyyat növləri vasitələrinin magistral qovşaqları da daxil olmaqla, nəqliyyat magistrallarının qovşağında, eləcə də, əsas əlaqə yollarından aralıda yerləşən magistral nəqliyyat qovşaqlarında salınan şəhərlərin inkişafı üçün şərtlər əhəmiyyətli dərəcədə fərqlidirlər [3].

Gəncə-Qazax məskunlaşma sisteminin dayaq karkası xətti-düyük planlaşdırma strukturuna malikdir. Urbanizasiya olunmuş düyünlərdə (mərkəzlərdə) şəhər əhalisinin və regionun əsas istehsal potensialının $\frac{3}{4}$ hissəsi məskunlaşmışdır. Onların iyerarxiyasını aşağıdakı kimi təqdim etmək olar:

-məskunlaşma sisteminin mərkəzi (Gəncə) və ikinci dərəcəli mərkəzləri (Qazax, Şəmkir);

-regionun “ikincili şəhərləri” kimi tanınan 5 şəhəri-Ağstafa, Daşkəsən, Gədəbəy, Tovuz, Göygöl.

-rayonların dayaq mərkəzləri olan 3 şəhər - Samux, Goranboy və Naftalan. Əgər digər regionlarda məskunlaşmanın dayaq mərkəzi aqlomerasiya və böyük şəhərlədirsə, burada çox vaxt bu funksiyaları kiçik şəhərlər yerinə yetirir.

Urbanizasiya oxu mürəkkəb planlaşdırma quruluşuna malikdir. Gəncə-Qazax məskunlaşma sistemində urbanizasiya oxu, Bakı-Qazax nəqliyyat oxundan (dəmir yolu və avtomobil yollarından) cənuba doğru uzanır. Gəncə, Qazax və Ağstafa şəhərləri bu regionun əsas nəqliyyat qovşaqları sayılırlar. Bununla belə, şəhərlər arasında nəhəng boşluqlar mövcuddur. Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunda planlaşdırma əlaqələrini yaxşılaşdırmaq üçün, onları birləşdirən əlavə paralel və meridional magistral yolların salınması, müxtəlif qurğuların təşkili daha məqsədəuyğundur.

Demək olar ki, bütün böyük və orta şəhərlər beynəlxalq və yerli əhəmiyyətli urbanizasiya oxu üzərində yerləşir [3].

Azərbaycanda Bakı-Qazax-Tbilisi, Bakı-Astara-İran, Bakı-Qusar-Dağıstan, Bakı-Balakən-Laqodexi nəqliyyat-kommunikasiya koridoru urbanizasiya oxunun əsasını təşkil edir. Onlar ölkə ərazisində qeyri bərabər şəkildə yerləşmişlər və Bakının mərkəzindən 4 şüa şəklində paylaşırlar.

Məskunlaşma sisteminə 12 şəhər, 9 rayon, 2 şəhərdaxili rayon, 42 qəsəbə, 279 kənd inzibati ərazi vahidi və 521 kənd yaşayış məntəqəsi vardır.

Regionda bir iri (Gəncə şəhəri) və 11 kiçik şəhər vardır ki, onlardan 2-nin əhali sayı 20 000-50 000 nəfər, 5-nin əhali sayı 10 000-20 000 nəfər və 4-nün isə hər birində 10 000 nəfər əhali yaşayır.

Məskunlaşma sisteminin əsas vahidləri şəhərlər, qəsəbələr və kəndlərdir. Əhalinin şəhər və kənd yaşayış məntəqələri üzrə paylanması təbii-coğrafi şəraitdən, ərazinin sosial-iqtisadi inkişaf səviyyəsindən, mənimsənilmə tarixindən, təsərrüfatın sahə və ərazi strukturundan, faydalı qazıntı yataqlarının mənimsənilməsindən asılıdır.

Regionun bütün əhalisi real olaraq cəmi 526,5 km² ərazidə məskunlaşmışdır ki, bu da regionun ərazisinin cəmi 4 %-idir. Belə olan halda, məskunlaşmış ərazilər üzrə 1 km²-ə əhali sıxlığı 2240 nəfər təşkil edir ki, bu da statistik sıxlıq göstəricisindən təqribən 24 dəfə çoxdur. (Mənbə : Azərbaycan Respublikası Dövlət Statistika Komitəsi, Azərbaycan Regionları 2010, səh.114)

Real sıxlıq prizmasından yanaşdıqda, regionun ən sıx əhali məskunlaşdığı Göygöl, Şəmkir, Tovuz, Samux, Qazax və Ağstafa rayonlarıdır. Bəzi rayonlarda, məsələn Daşkəsən, Ağstafa, Göygöl və Samuxda əhali həmin rayonların cəmi 2% ərazisində yerləşmişdir. Goranboy, Tovuz və Şəmkirdə 4% ərazi məskunlaşma üçün istifadə edilir. Qazax və Gədəbəy rayonlarında bu göstərici 6% təşkil edir. 2010-cu ilin əvvəlində iqtisadi rayonda 547.0 min nəfər və ya ümumi əhalinin 46,4%-i şəhər əhalisi olmuşdur.

Gəncə-Qazax məskunlaşma sistemində inzibati-ərazi bölgüsü (2022-ci il) [4].

Adı	Rayonların sayı	Şəhərlərin sayı	Şəhər daxili rayonlar	Qəsəbələrin sayı	Kənd inzibati ərazi	Kənd yaşayış məntəqələrinin sayı
Azərbaycan Respublikası	66	77	13	258	1704	4257
Gəncə-Qazax məskunlaşma sistemi – cəmi	9	12	2	42	279	521
Gəncə şəhəri*	-	1	2	2	-	-
Naftalan şəhəri	-	1	-	-	-	-
Ağstafa	1	1	-	9	24	29
Daşkəsən	1	1	-	5	16	43
Gədəbəy	1	1	-	-	46	108
Goranboy	1	2	-	6	50	81
Göygöl	1	1	-	6	24	38
Qazax	1	1	-	-	22	34
Samux	1	1	-	6	17	28
Şəmkir	1	1	-	7	43	58
Tovuz	1	1	-	1	37	102

Gəncə-Qazax bölgəsi üzrə əhalinin məskunlaşması göstəriciləri [4]

Ərazi adları	Ərazi, km ²	Əhalinin sayı, min nəfər	real sıxlıq, nəfər/km ²	statistik sıxlıq, nəfər/km ²	fərq (dəfə)
Gəncə	110,0	314,6	3 960,5	2 860,0	1,4
Naftalan	2,0	7,8	3 900,0	3 900,0	1,0
Ağstafa	1 500,0	80,5	1 950,6	54,0	36,1
Daşkəsən	1 050,0	32,9	1 515,1	31,0	48,9
Gədəbəy	1 290,0	94,2	1 198,9	73,0	16,4
Goranbo	1 790,0	96,5	1 397,7	54,0	25,9
Göygöl	1 030,0	57,8	2 729,1	56,0	48,7

Qazax	700,0	89,5	1 946,4	128,0	15,2
Samux	1 450,0	53,9	2 131,5	37,0	57,6
Şəmkir	1 660,0	192,9	2 650,7	116,0	22,9
Tovuz	1 900,0	159,0	2 232,7	84,0	26,6
Cəmi:	12 482,0	1 179,6	2 240,6	95,0	23,6

İstifadə edilən ədəbiyyat.

1. (Потаев Г.А. Градостроительство. Теория и практика. Учебное пособие, М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 432 с.).
2. (Иодо И.А., Потаев Г.А. Градостроительство и территориальная планировка: учебное пособие. Ростов-на-Дону, Феникс, 2008).
3. Лаппо Г.М. География городов. М, ВЛАДОС, 1997.
4. Gəncə-Qazax iqtisadi rayonu üzrə məskunlaşmanın, təbiətdən istifadənin və məhsuldar qüvvələrin ərazi təşkilinin regional planlaşdırma sxemi, Cild I. Regionun müasir istifadəsinin təhlili-kompleks qiymətləndirilməsi və funksional zonalaşdırılması, Ana kent Planlama, Bakı, 2013, 246 s.
5. Azərbaycan Respublikası Əhalisinin Siyahıyaalınması. 2009 il, VI cild, səh.11-42
6. Dövlətstatkom, 1."Azərbaycan Respublikasının əhalisinin siyahıyaalınması",1999, 2009 il, Cild 1, cədvəl 4; 2."Azərbaycanın demoqrafik göstəriciləri", 2011 il, cədvəl 1.17 və cədvəl 1.18

UDC: 811.111

Cumayeva Leya Arif
Azerbaijan University of Architecture and Construction
E-mail: cumayeva.leyla@gmail.com
ORCID ID 0000-0002-3363-913X

LANDSCAPE ARCHITECTURE AND THE ENGLISH LANGUAGE

Abstract: The article talks about the importance of the English language in the field of landscape architecture. Working in any profession requires knowledge and ability to speak English, one of the international languages. The exchange of experience between horticulture and landscape professionals also takes place at a global level, and the most convenient and appropriate language for carrying out this exchange of experience is English. The article examines the spelling of several terms in English and Latin in the direction of "Landscape architecture".

The article also mentions the forums and seminars held for this purpose, where experts from different countries use English during the exchange of ideas. There are also Internet resources related to this topic - these include special sites, programs that provide communication through video, audio and other Internet platforms. Mutually beneficial communication and landscape issues are discussed there.

Keywords: landscape architecture, social needs, ecology, horticulture, specialists

УДК: 811.111

Джумаева Лейла Ариф
Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства
Электронная почта: cumayeva.leyla@gmail.com
ORCID ID 0000-0002-3363-913X

ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА И АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

Резюме

В статье говорится о значении английского языка в сфере ландшафтной архитектуры. Работа в любой профессии требует знаний и умения говорить на английском языке, одном из международных языков. Обмен опытом между профессионалами садоводства и ландшафтного хозяйства также происходит на глобальном уровне, и наиболее удобным и подходящим языком для осуществления этого обмена опытом является английский. В статье рассматривается написание ряда терминов на английском и латинском языках по направлению «Ландшафтная архитектура».

В статье также упоминаются проводимые с этой целью форумы и семинары, на которых специалисты из разных стран используют английский язык при обмене идеями. Существуют также интернет-ресурсы, связанные с этой темой – к ним относятся специальные сайты, программы, обеспечивающие общение посредством видео, аудио и другие интернет-платформы. Там обсуждаются взаимовыгодные вопросы коммуникации и ландшафта.

Ключевые слова: ландшафтная архитектура, социальные потребности, экология, садоводство, специалисты.

UOT: 811.111

Cumayeva Leyla Arif
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
E-mail: cumayeva.leyla@gmail.com
ORCID ID 0000-0002-3363-913X

LANDŞAFT MEMARLIĞI VƏ İNGİLİS DİLİ

Açar sözlər: landşaft memarlığı, sosial ehtiyaclar, ekologiya, bağçılıq, mütəxəssislər

Bu gün ətraf mühit qlobal birlikdə mühüm rol oynayır. Cəmiyyət sosial ehtiyaclar, iqtisadiyyat və ekologiya arasındakı əlaqəni tarazlaşdırmağa və təkmilləşdirməyə çalışır. "Landşaft dizaynı" kimi bir sahənin aktuallığı təkcə şəxsi ərazilərdə deyil, həm də şəhər yerlərində getdikcə baxımlı yaşıl görünüş əldə edir. Hər hansı bir ərazinin yaxşılaşdırılması bitki örtüyünün müxtəlif komponentlərindən istifadə etməklə baş verir. Məkanın dəyişdirilməsinə diqqət yetirilməsi son inkişafdır və əvvəllər şəhərsalma, dizayn və memarlıqda problem olmuşdur. Bu məsələnin əsas həlli abadlıq sahəsində mütəxəssislərin müasir inkişafında, təcrübə mübadiləsində, landşaft sahəsində icmaların formalaşmasında və birləşməsində görünür [1, s. 9].

İstənilən peşəkar fəaliyyət beynəlxalq dillərdən birini - ingilis dilində bilik və danışmaq bacarığını tələb edir. Nitq ünsiyyətin və müəyyən məlumatların ötürülməsinin əsas mənbəyidir. Bağçılıq və landşaft mütəxəssisləri arasında təcrübə mübadiləsi də qlobal səviyyədə baş verir və ən rahat və uyğun dil ingilis dilidir. Müxtəlif forumlar, festivallar, seminarlar özünü inkişaf

etdirmək üçün çox vacibdir, oraya xarici memarlar, landşaftçılar və bağçılıq mütəxəssisləri gəlir. Belə tədbirlərdə mühazirələr və başa çatdırılmış layihələrin təqdimatları keçirilir, o cümlədən şəhər obyektlərinin və şəxsi ərazilərin layihələndirilməsi də müzakirə olunur. Çıxış edənlərin əksəriyyəti xarici qonaqlardır, ingilis dilində mühazirələr oxuyurlar. Bu mövzu ilə bağlı İnternet resursları da vardır – bunlara xüsusi saytlar, video, audio və digər internet platformaları vasitəsilə ünsiyyəti təmin edən proqramlar aiddir. Orada qarşılıqlı faydalı ünsiyyət və landşaft məsələlərinin müzakirəsi aparılır. Bu, insanları dünyanın müxtəlif nöqtələrində birləşdirməyə imkan verən çox rahat üsuldur. Bu gün landşaft dizaynı sahəsində əsas məsələ ətraf mühitə uyğunluq, rahatlıq və əlverişli şərait yaratmaqdır. Əksər abadlıq mütəxəssisləri "üzvi" və ya "sağlam" dizayn haqqında danışırlar. İngilis dilində bununla bağlı aşağıdakı leksemlərdən istifadə olunur: ekologiya, ətraf mühit, orqanik və landşaftla bağlı bir çox sözlər [2, s. 34]. Landşaft sferasında botanika, dendrologiya və biologiya böyük rol oynayır. Bu elmlərin bütün terminologiyası latın və yunan dilləri əsasında yaranmışdır. Amma latın dili abadlıq sahəsində daha aktualdır. Sual yaranır: Latın dili ilə ingilis dili arasında nə əlaqə var? İngilis dili uzun müddətdir ki, Latın dilinin təsiri ilə lüğət və qrammatikasında dəyişikliklərə məruz qalır.

Hər bir bitki iki latın adı ilə müəyyən edilir - ümumi və növ. Bu binomial nomenklatura sistemi əlverişlidir və bu günə qədər istifadə olunur [3, s. 6]. Planlaşdırmanın müxtəlif üsullarını və prinsiplərini, landşaft bağçılıq obyektlərinin təşkilini daha yaxşı başa düşmək üçün hər bir landşaft mütəxəssisi peşəkar terminologiyanı bilməli və mənimsəməlidir.

"Landşaft memarlığı" istiqamətində ingilis və latın dillərində bir neçə terminin yazılışını nəzərdən keçirək (Cədvəl 1) [4, s. 35].

Terminlərin yazılışlarının müqayisəsi latın və ingilis dillərində:

latın ad İngilis dili ad

Angiportum Alley

Alleqoriya Alleqory

Ensemble Ensemble

Enfilade Enfilade

Amphitheater Amphitheater

Arcus Arch

Atrium Atrium

Bandelwerk Bundelwerk

Bosquet Bosket

Caesar Cascade

Formae forms

Modern modern

Hortus kitchen garden

Omamentum Omament

Park Park

Solo Parterre

Palmetta Palmetta

Perqola Perqola

Rabatka Rabatka

Admittunt semantics

Topianus Topiary

Amerikalı botaniklər (Stanley Miller, Vicki A. Funk, Warren G. Wagner, Patrick Herendeen) latın dilindən imtina etməyə çağırırlar, çünki onlar hesab edirlər ki, yeni müəyyən edilmiş bitki növləri onlayn olaraq ingilis dilində təsvir edilməlidir, çünki dünya əhalisinin əksəriyyəti ingilisdillidir [5, s. 26]. Biz də bu fikirlə razıyıq.

İlk latın sözləri qədim ingilis dilinin əsasını təşkil etmişdir. Ayrı-ayrı latın sözlərinin qədim ingilis dilinə daxil olmasının xüsusi təsiri 1066-cı ildə Norman istilasası zamanı müşahidə edildi, bundan sonra bir çox yeni sözlər fransız dilindən və birbaşa Latın dilindən çevrildi. Latın, qədim İngilis və Müasir İngilis dillərində bəzi sözlərin yazılışına baxaq (Cədvəl 2)[7, s. 8 – 9].

Latın, Qədim İngilis və müasir ingilis dilində sözlərin yazılışının müqayisəsi

Latın dili Köhnə İngilis dili Müasir İngilis dili Tərcüməsi

plant plante plant Bitki

cerasus cirse cherry Albali

Qədim ingilis dilinin orfoqrafiyası bir ərazi ilə əlaqəli insanların ünsiyyət növünü əks etdirərək daha da normallaşdırıldı [7, s. 11]. Belə bir termin var - simvolik mənası olan "floronym", ağaclar, kollar, bağ və qapalı çiçəklər üçün təyinat olan "flora" mənasını verir. Tədqiqatçı S.S. Şambasova floronom terminini belə başa düşür "çiçək, ağac, ot, kol adları olan isimlər" və "dənli və tərəvəz bitkiləri" [8, s. 105].

Bitki örtüyünü ingilis dilində adlandırmaq üçün onlar botanika terminologiyasında və gündəlik səviyyədə istifadə olunan nominasiya prinsiplərinə müraciət edirlər. Çox vaxt eyni bitkinin ingilis dilində bir neçə adına rast gəlirik. Məsələn, (Latın adı) *Calla palustris* - bataqlıq ağartma, başqa adı da var - ağ yoldaş, bobak, lobyə otu, bataqlıq otu, vahka (saat), su kökü, qaz, çörək səbəti və s. İngiliscə dildə - wild calla-vəhşi kələ, female dragon-dişi əjdaha, waterlily-su zanbağı, swamp robin-bataqlıq robin.

Tarixi mənbələrdən ingilis dilinin dəyişikliklərə məruz qaldığı məlum olduğu üçün bu müqayisəyə nəzər saldıqdan sonra deyə bilərik ki, sözlərin əksəriyyəti sonluqlarını dəyişib, digərləri isə bütövlükdə yazılışlarını dəyişməyib. Yəni latın dili ilə ingilis dili arasında əlaqə var, lakin bu gün o, getdikcə əhəmiyyətini itirir.

Nəticə. Landşaft sahəsində ingilis dilinin biliyi və istifadəsi kommunikativ funksiyanın, geniş məlumat mübadiləsinin və müxtəlif ölkələrdən olan mütəxəssislərin birliyinin tərkib hissəsidir. İngilis dilinin istifadəsi landşaft memarlarının birliyi və əməkdaşlığı üçün beynəlxalq birlik olaraq bu gün aktualdır.

Ədəbiyyat

1. Геодоронский В.С., Машинский В.Л. Ландшафтная архитектура и садово-парковое строительство (обзор). Москва: МГУЛ, 2001.
2. Данилова Е.С., Дрыгина Ю.А., Перуцкая Т.В. Экспликация тенденций ландшафтного дизайна средствами современного английского языка. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/eksplikatsiya-tendentsiy-landshaftnogo-dizayna-sredstvami-sovremennogo-angliyskogo-yazyka>
3. Прохоров В.П. Ботаническая латынь: учебник и практикум для академического бакалавриата. Москва: Издательство Юрайт, 2019.
4. Мартынов И.И. Техно-ботанический словарь, на латинском и русском языках. Санкт-Петербург: Печатано в типографии Императорской Российской академии, 1820.
5. Петунников А.Н. Свод ботанических терминов, встречающихся в русской ботанической литературе. Available at: <https://search.rsl.ru/ru/record/01003643730>
6. Томпсон К. Британские ботаники призывают отказаться от латыни. Available at: <https://www.gardener.ru/library/translation/page5275.php>
7. Смирницкий А.И. Древнеанглийский язык. Москва, 1998.
8. Шумбаева С.С. Английские флоронимы: способы номинации и классификации. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/angliyskie-floronimy-sposoby-nominatsii-klassifikatsii>
9. Туманова О.Т. Латинско-русский словарь названий растений с указателем русских эквивалентов. Москва: Лориен, 1995.

10. Булах Е.А. К вопросу о мотивационных основаниях номинации растений в английском, немецком и французском языках. Available at: <http://www.rusnauka.com/-PRNIT/Philologia/bulah%20e.a..doc.htm>

11. Копочева В.В. Соотношение искусственной и естественной номинации (на материале названий растений). Диссертация ... кандидата филологических наук. Томск, 1985.

12. Кочанов Д. Итоги на рынке экспорта растений из России за 2016 – 2018 годы. Официальный партнер Российского экспорта центра по исследованиям зарубежных рынков. Available at: https://vvs-info.ru/helpful_information/poleznaya-informatsiya/itogi-na-rynke-eksporta-rasteniy-iz-rossii-za-2016-2018/

13. Мюллер В.К. Англо-русский словарь. Москва: Советская энциклопедия, 1969.

Dənziyev Ramal Mirzəhəsən

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, baş müəllim, 0000-0003-1207-953c
r.denziyev@mail.ru

Cəvahir Tunca Musa qızı

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, laboratoriya müdiri
cevahir.oa@gmail.com

Məmmədova Mehriban Vəli qızı

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, assistent 0000-0002-4208-7322
emil_8185@mail.ru

MEMARLIQ FOTOQRAMMETRİYASININ MƏDƏNİ İRSİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİNDƏ ROLU

Xülasə: Bu gün bina səthlərini sənədləşdirmək və ölçmək üçün tətbiq olunan Memarlıq Fotoqrammetriya Fotoqrammetriyanın "Yaxın Fotoqrammetriya" adlı bölməsinin bir hissəsi olaraq görülür. Fotoqrammetriya elminin inkişafı ilə paralel olaraq Yaxın Plan Fotoqrammetriyasında görülən qabaqcıl addımlar nəticəsində Memarlıq Fotoqrammetriyası ölkəmizdə və zəngin memarlıq irsinə malik oxşar ölkələrdə geniş tətbiq sahələri tapır. Bu irs tikildiyi illərdən asılı olaraq müxtəlif dövrlərin memarlıq üslublarını və gözəlliklərini nümayiş etdirən binalardır. Onlar ilkin vəziyyətini qismən itirənlər də günümüzdə qədər gəlib çatmışlar. Bu məqalənin məqsədi; Metodun müasir alət və üsullarını və tətbiq sahələrindəki müxtəlifliyini aşkar etmək və bu məlumatları memarlıq konservasiyası sahəsinin tələbləri çərçivəsində şərh etməkdir.

Açar sözlər: memarlıq fotoqrammetriyası, mədəni irsin qorunması, fotokamera yerləşməsi, stereo model, şualar dəsti.

Key words: Today, Architectural Photogrammetry, which is applied to document and measure building surfaces, is seen as a subsection of the section of Photogrammetry called "Close Photogrammetry". As a result of the advanced steps seen in Close-up Photogrammetry in parallel with the developments in the science of photogrammetry: Architectural Photogrammetry finds wide application areas in our country and similar countries with rich architectural heritage. This heritage is the buildings that display the architectural styles and beauties of different periods, depending on the years they were built. They have survived to the present day by partially losing their original condition. The purpose of this article; To reveal the contemporary tools and techniques of the method and its diversity in application areas and to interpret this information within the requirements of the architectural conservation field.

Summary: architectural photogrammetry, preservation of cultural heritage, camera placement, stereo model, beam set.

Giriş. Mədəni irsin sənədləşdirilməsi və monitorinqində istifadə olunan metodların inkişafı həm memarlıq konservasiyası təcrübələri, həm incəsənət tarixi, memarlıq tarixi, arxeologiya, həm də memarlıq tədqiqatları üçün vacibdir. Memarlıq fotoqrammetriyası sənədləşdirmə üsuludur. Memarlıq konservasiyası layihələrinin əvəzəlməz hissəsi olan mövcud vəziyyətlə bağlı rəsmləri (sorgu cizgilərini) bu üsulla qısa müddətdə dəqiq və etibarlı şəkildə əldə etmək olar. Bu üsul analitik sənədlər üçün də istifadə edilə bilər (tikinti xüsusiyyətləri, təhriflər, dəyişikliklər v.s).

Memarlıq Fotoqrammetriyası memarlıq obyektinin həndəsi təhlili üçün rəqəmsal və analoq təsvirlər üzərində memarlıq obyektinin vizual məlumatlarını qiymətləndirmək üçün üsullar toplusudur [1]. Memarlıq obyektinin həndəsi məlumatları;

- obyektin yerini,
- ölçüsünü
- forma xüsusiyyətlərini ehtiva edir.

Müasir memarlıq fotoqrammetriya üsulları üç alt başlıq altında araşdırıla bilər:

1. Tək şəkil metodu (monoskopik üsul)
2. Stereo şəkil metodu (stereoskopik üsul)
3. Şualar toplusu (dəstəsi) metodu.

Sənədləşdiriləcək memarlıq obyektinin səthinin həndəsəsi ümumiyyətlə məlumdursa və səth toxumasının sənədləşdirilməsi istənilsə, bunlardan birincisinə üstünlük verilir. Digər ikisi memarlıq obyektinin səthinin formasını, ölçüsünü və mövqeyini sənədləşdirmək üçün uygundur.

1. Memarlıq obyektləri əsasən bir sıra müstəvilərdən ibarətdir. Tədqiq olunan obyektin müstəvisi təsvirə və ya fotosəkilə meyilli olsa belə, düzəldilmiş və miqyaslı təsvir əldə etmək üçün tək perspektivli görünüş kifayətdir.

Rəqəmsal təsvirin korreksiyası prosesi aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir [6]:

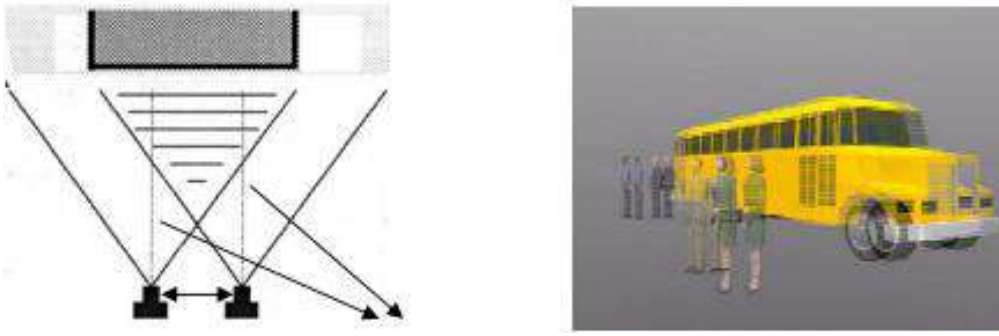
1.a. Kameranı sənədləşdiriləcək memarlıq obyektinin səthinin mərkəzinə mümkün qədər perpendikulyar görünməsi üçün yerləşdirməklə çəkiliş aparmaq (Şəkil 1).

1.b. Proqram təminatı ilə əldə edilmiş rəqəmsal təsvirlər üzərində tikinti müstəvilərinin korreksiyası.



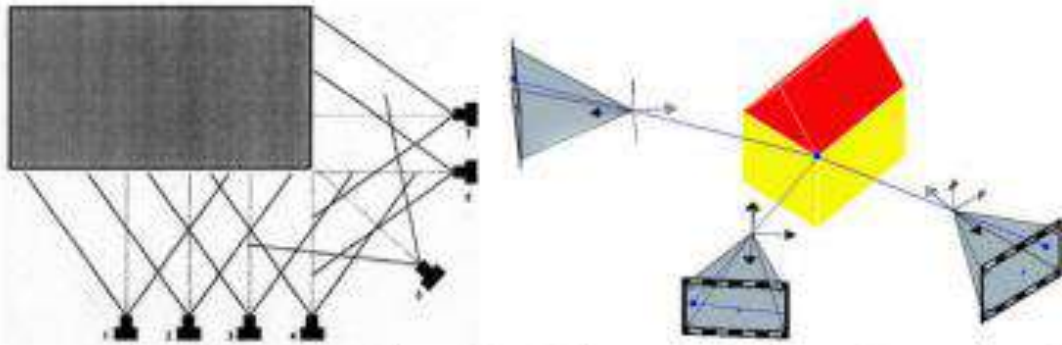
Şəkil 1. Tək şəkil metodunda aparatın yerləşməsi[1] və çəkilmiş şəkilin düzəldilməsi[8]

2. Stereo görüntüləmə üsulu insan gözünün iş prinsiplərinə bənzəyir. Gözlər arasındakı məsafəyə görə beynə göndərilən iki görüntü bir-birindən fərqlidir. Bu iki ayrı perspektiv baxışdan üçölçülü məkan təəssüratı əldə etmək insan beyninin qavrayış sisteminin inteqrasiya qabiliyyəti ilə bağlıdır. Fotoqrammetriya tətbiqlərində; Üçölçülü fəza təəssüratı əldə etmək üçün müəyyən məsafənin (əsas) hər iki ucundan və kameranın optik oxları bir-birinə paralel olaraq çəkilmiş təsvirlər ayrıca müvafiq gözlərə yönəldilməlidir. Sözügedən təsvirlər paralel perspektivlərlə eyni sahəni sənədləşdirən birləşmiş şəkillərdir (Şəkil 2).



Şəkil 2. Stereo şəkil üsulunda aparatın yerləşdirilməsi və üst-üstə yerləşdirilən qoşa şəkillər[7].

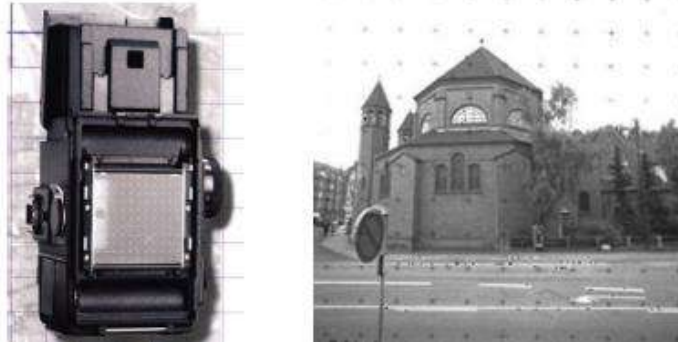
1. Şular Dəsti karmaxşık bir binanın həssas bir şəkildə ölçülərək geometrisinin ortaya çıxmasına imkan verən fotogrametri metodudur. Kameranın yerləşdiyi nöqtələr, sənədləşdirilmiş sahə mərkəzləri və idarəetmə nöqtələri arasında üçbucaqlar şəbəkəsi qurulur [5]. Şəkillər təsadüfi seçilmiş yerlərdən götürülür və kameranın yerləşdirilməsinin sənədləşdirilməsinə ehtiyac yoxdur. Bununla belə, bütün bina üçün bütünü əhatə edən eynicins fotoşəkillər əldə etmək və nəzarət məqsədləri üçün ölçməni təmin etmək lazımdır. Eyni səthi sənədləşdirən müxtəlif şəkillərdə birləşmə nöqtələrini qeyd etməklə proqram bu nöqtələrin üçölçülü koordinatlarını hesablayır (Şəkil 3).



Şəkil 3. Şular Dəsti metodunda aparatın yeri və nöqtə ölçümü üçün kəşifən təsvirlərin qiymətləndirilməsi[3].

Memarlıq fotogrammetrik sənədləşdirmə prosesində istifadə olunacaq şəkillər kameralarla çəkiliş yolu ilə əldə edilir. Kamera seçimi üçün sadə bir qayda müəyyən etmək çətindir [1,4]. Müvafiq araşdırma çərçivəsində görüntü formatı və həlletmə (resolution) əlaqələri araşdırılır. Fotomodel adlanan üçölçülü təsvirlər üçün aşağı rezolyusiyaya malik təsvirlər kifayət etsə də, miqyaslı təsvirlərin istehsalı üçün bu kifayət deyil. Buna görə də, aşağı ayırdetmə qabiliyyətinə malik rəqəmsal kameralar fotogrammetrik sənədlər üçün istifadə edilməməlidir. Fotogrammetrik məqsədlər üçün istehsal olunan rəqəmsal maşınlar hələ inkişaf mərhələsindədir; burada film maşınlarına geniş üstünlük verilir. Kinokameraların üstünlüyü ondan ibarətdir ki, yüksək rezolyusiyaya malik, böyük ölçülü təsvirlər əldə edilə bilər. Beləliklə, son məhsulun həndəsi dəqiqliyi artır.

Maşın seçimində rezolyusiya qədər vacib olan başqa bir meyar təhrif və ya təhrifə nəzarətdir. Bu nəzarət şəbəkə (reseau) sistemi tərəfindən həyata keçirilir. Sözügedən şəbəkə tuşlama zamanı kadrın üzərinə proyeksiya edilir. Bu, çəkiliş, emal və qiymətləndirmə prosesləri zamanı baş verə biləcək film şəklində təhriflərə nəzarət etməyə kömək edir (Şəkil 4)



Şəkil 4. Kadrlı, şəbəkəli fotoçəkiliş aparatı, rolleiflex 6008 – çəkiliş sırasında kadr üzərində əks olunan şəbəkə[2].

Göründüyü kimi geniş miqyaslı təsvirlər istehsal etmək üçün çəkilən çəkilişlərdə kadrlı aparatlara hələ də üstünlük verilir. Rəqəmsal kameralardan əldə edilən şəkillər geniş miqyaslı dizaynları qurmaq üçün istifadə edilə bilər. Film və rəqəmsal maşınların inkişaf etmiş nümunələri sırasıyla Rolleiflex 6008 və Kodak Blue Plus Color Full Framedir [2].

Nəticə

Tətbiq edilən üsullar arasında vahid təsvir üsulu xüsusilə analitik sənədləşmə prosesinin sürətləndirilməsi baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edir. Üç ölçülü məkan təəssüratının əldə edilməsində stereo metodla müqayisədə daha yeni şüa dəsti metodundan istifadə edən ölçmə proqramı ən az digəri qədər həssasdır və kompüter mühitində işləmək vərdişi olan bütün bərpa mütəxəssisi memarlar və inşaat mühəndisləri tərəfindən istifadə edilə bilər və məlumatları birbaşa dövrün rəsm aləti olan CAD mühitinə ötürə bilər.

Kadrlı kameraları və rəqəmsal görüntü emal vasitələrinin birlikdə istifadə edildiyi hazırkı yarı rəqəmsal memarlıq fotoqrammetriyası ilə yanaşı digər əvəzsiz hissəsi skanerlərdir. Müasir fotoqrammetrik sənədləşdirmə prosesi nəticəsində əldə edilən məhsullar analoq sənədləşdirmə prosesindən daha zəngindir. Belə ki, burada yalnız iki ölçülü təsvirlər deyil, eyni zamanda, üçölçülü modellər də tərtib edilir.

Müasir Memarlıq Fotoqrammetriyası ərazidə iş vaxtını qısaldır, kameral proses rəqəmsal və fərdi kompüterlər vasitəsilə həyata keçirilir. Bu geniş istifadəçi bazasına yönəlmiş müasir sənədləşdirmə texnikasıdır. Ölçmələr və onların əsasında hazırlanmış vizual təqdimatlar dəqiq və etibarlıdır.

Ədəbiyyat

1. Hanke, K ve Grussenmeyer, P., "Architectural Fotoqrammetriya: Əsas Nəzəriyyə, Prosedurlar, Alətlər", ISPRS Komissiyası V Təlimatı, Korfu, 2002
2. Pomaska, G., Tarixi Əhatələrin Qorunması üçün Tətbiqi Memarlıq Fotoqrammetriyası Binalar, Nəşr edilməmiş Müəhazirə Qeydləri, Bielefeld Tətbiqi Elmlər Universiteti, Minden, 2002.
3. Pomaska G., "memarlıq çəkilişində rəqəmsal görüntü məlumatlarının Avtomatlaşdırılmış işlənməsi, real vaxt görüntü analizi", ISPRS Komissiyasının V simpoziumu, Hakodate, 637-642, 1998.
4. Pomaska, G., "Rəqəmsal üçün təsvirin əldə edilməsi Fotoqrammetriya Rəfdən və Metrikdən istifadə Kameralar", 18-ci İnternasionalın materialları Simpozium CIPA 2001, Potsdam, Almaniya, 490-495, 2001.
5. Bock, I. ve Pomaska, G., "Proqram təminatının inkişafı vasitəsilə Rəqəmsal Metrik Kameraların Uzaqdan İdarə Edilməsi üçün LAN və İnternet", Prosedurlar Komissiya V Simpozium, Yaxın məsafədə Təsvir, Uzun Menzilli Görmə, Korfu, Yunanıstan, Cilt: XXXIV, Bölüm: 5 Kom..5, 3-11, 2002.

6. Hamamcıoğlu-Turan, M., “Tətbiqi Memarlıq Fotoqrammetriya – Mindendə Müdafiə”, Nəşr edilməmiş Tədqiqat Layihəsi Hesabatı, Minden, 2002

7. www.fokus-GmbH-Leipzig.de

8. www.imagefact.de

t.ü.f.d., dos. Əhmədov Bayraməli Məmmədli oğlu
Meliorasiya Elmi-Tədqiqat İnstitutu, baş elmi işçi
a.ü.f.d., dos. İsmaylov Cavanşir Müzəffər oğlu
Meliorasiya Elmi-Tədqiqat İnstitutu, şöbə müdiri
İsmaylzadə Nəzər Qurban oğlu
Meliorasiya Elmi-Tədqiqat İnstitutu, baş mütəxəssis
E-mail: inezer@inbox.ru

BƏŞƏRÜÇAY SU QOVŞAĞININ TƏRKİBİNƏ DAXİL OLAN QURĞULARIN NORMAL HİDRAVLİKİ REJİMDƏ İŞLƏMƏSİ ÜÇÜN TƏDBİRLƏRİN HAZIRLANMASI

Xülasə. Məqalədə Bəşərüçay su qovşağının və tərkibinə daxil olan qurğuların mövcud texniki vəziyyətinin, konstruktiv quruluşlarının və təkmilləşdirilmə səviyyələrinin mümkünlüyünün öyrənilməsindən, onların zədələnmə, dağılma və öz funksiyalarını yerinə yetirə bilməməsi səbəblərinin müəyyən edilməsindən və qovşağın normal hidravliki rejimdə işləməsinin təminindən ötrü tədbirlərin hazırlanmasından bəhs edilir.

Açar sözlər: çay, su qovşağı, suqəbuledici qurğu, kanal, su anbarı.

Summary. The article deals with the study of the existing technical condition, constructive structures and the possibility of improvement levels of the Basharuchay headwork and the facilities included in it, the identification of the causes of their damage, destruction and inability to perform their functions, and the preparation of measures to ensure the operation of the headwork in normal hydraulic mode.

Key words: river, headwork, water intake facility, channel, reservoir.

Giriş. Respublikamızda suvarmanın, su təchizatının və digər su təsərrüfatı sahələrinin inkişafı məqsədi ilə çaylar üzərində çoxlu sayda su anbarları, su qovşaqları və s. hidrotexniki qurğular kompleksi tikilmiş və istismar olunur.

Belə su qovşaqlarından biri də Yuxarı Xanbulançay su anbarını qidalandıran Bəşərüçay su qovşağıdır. Bu su qovşağı uzun illər (1976-cı ildən) istismar olunduğu üçün tərkibinə daxil olan qurğularda, eləcə də qovşağa xidmət edən və onun təsir zonasında yerləşən qurğularda həm fiziki, həm də mənəvi köhnəlmə halları baş vermişdir. Belə ki, qovşaq qurğularının bir çoxunun normal hidravliki rejimdə işləməsində və istismarında müəyyən çətinliklər əmələ gəlmiş, onların bir sıra konstruktiv elementlərində zədələnmə və dağılma halları baş vermişdir. Həmçinin qovşaq qurğularında texniki və konstruktiv çatışmamazlıqların olması səbəbindən onun sugötürən qurğusunun sugötürmə qabiliyyəti azalmış, sugötürücü kanalının beton üzlükləri aşınmış, sıradan çıxmış, düker qurğularında zədələnmələr baş vermiş, nəticədə su itkilərinin artması müşahidə edilmişdir. Bu da Yuxarı Xanbulançay su anbarının layihəyə uyğun su ilə təmin edilməsində müəyyən çətinliklərin yaranmasına gətirib çıxartmışdır.

Ona görə də Bəşərüçay su qovşağının tərkibinə daxil olan qurğuların mövcud texniki vəziyyətinin öyrənilməsinə, onların təkmilləşdirilməsi və yeni konstruksiyalarının hazırlanmasına, iş rejiminin və istismarının yaxşılaşdırılmasına, yeni texnoloji tədbirlərin, innovativ metodların tətbiqinin nəzərə alınmasına, eləcə də qurğularda təmir-bərpa işlərinin aparılmasına ehtiyac duyulur.

Tədqiqat obyektı və metodikası. Tədqiqat obyektı olaraq Bəşərüçay su qovşağı götürülmüşdür.

Yerinə yetirilmiş işlər, çöl tədqiqatlarının və nəzəri araşdırmaların nəticələrinin analizi, sistemləşdirilməsi və optimallaşdırılmasına əsaslanan muasir metodikaya uyğun həyata keçirilmişdir.

Tədqiqatın məqsədi. Tədqiqatın məqsədi Bəşərüçay su qovağında yaranmış problem məsələlərin aradan qaldırılması tədbirlərinin hazırlanmasından ibarətdir.

Bu məqsədlə Bəşərüçay su qovşağında aparılmış müşahidə və çöl tədqiqat işlərinə əsasən qovşağın və onun tərkibinə daxil olan qurğuların mövcud texniki vəziyyəti və onların təkmilləşdirilmə səviyyəsinin mümkünlüyü öyrənilmiş və toplanmış tədqiqat məlumatları təhlil olunaraq sistemləşdirilmişdir.

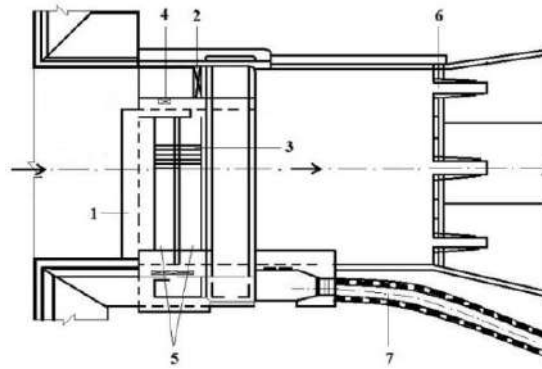
Təhlil və müzakirə. Bəşərüçay su qovşağı Yuxarı Xanbulançay su anbarını qidalandırmaq məqsədi ilə 1976-cı ildə Lənkəran rayonunun Daşdatük kəndi ərazisindən keçən Bəşərüçayın üzərində tikilmişdir.

Bəşərüçay Lənkərançayının sağ qolu olub daşqın rejimli çay qrupuna aiddir. Çayın uzunluğu 34 km, hövzəsinin sahəsi 169,0 km², orta mailliyi 0,0287-dir. Çay əsasən yağış sularının hesabına qidalanır. Onun 0,1% təminatlı sərfi 350 m³/s, 1% təminatlı sərfi 249 m³/s, 5% təminatlı sərfi 173 m³/s və orta çoxillik sərfi isə 2,23 m³/s-dir [1].

Qeyd etmək lazımdır ki, mövsümi nizamlanma məqsədi ilə tikilmiş Yuxarı Xanbulançay su anbarının suyundan Lənkəran bölgəsinin əkin sahələrinin suvarılmasında və Lənkəran şəhərinin və ona yaxın kənd və qəsəbələrinin su təchizatında istifadə olunur. Su anbarı Dızdarü çayı üzərində yerləşmişdir, lakin çayın suyu az olduğuna görə Bəşərüçay əsas qidalanma mənbəyi olaraq qəbul edilmişdir. Su anbarının tam həcmi 57 mln. m³, faydalı həcmi 54,5 mln. m³, ölü həcmi isə 2,5 mln. m³-dir. Anbarın bənd hissəsinin uzunluğu 586 m, üstədən eni 8 m, altından eni 420 m, maksimal hündürlüyü 64 m və su səthinin güzgü sahəsi 7,46 ha-dır.

Yuxarı Xanbulançay su anbarından suvarma məqsədi ilə beton üzlüklü sağ və sol sahil kanalları tikilmişdir. Sağ sahil kanalının uzunluğu 7,8 km, sugötürmə qabiliyyəti 2,2 m³/s, xidmət etdiyi sahə 2,8 min ha-dır. Sol sahil kanalının uzunluğu 8,2 km, sugötürmə qabiliyyəti 8,8 m³/s, xidmət etdiyi sahə isə 4,5 min ha-dır.

Bəşərüçay su qovşağının sxemi şəkil 1-də verilmişdir.



Şəkil 1. Bəşərüçay su qovşağının sxemi.

- 1-çöküntüistiqamətləndirici hissə; 2-yuyucu şlüz; 3-sugötürən qurğu;
4-mejen sugötürəni; 5-qalereya; 6-susöndürən qurğu; 7-sugötürücü kanal.

Su qovşağının sugötürən qurğusu dibi torlu dağ tiplidir. Onun sugötürən hissəsi metal torlarla örtülmüş, iki dib qalereyadan ibarətdir. Qovşağın bənd hissəsinin uzunluğu 30 m, hündürlüyü isə 5 m-dir.

Bəndin sugötürücü hissəsi, eni 2,5 m təşkil edən metal tor ilə örtülmüşdür. Qovşağın yuxarı byefində çayın dib çöküntülərini yuyucu şlüzə ötürülməsini təmin etməkdən ötrü bəndin qaşı səviyyəsində eni 2 m olan çöküntüistiqləndirici hissə yerləşdirilmişdir. Suaşırın bəndin sol tərəfində yuxarı byefdə çökmüş çöküntülərin yuyulmasını və daşqın sularının aşağı byefə ötürülməsini təmin etmək üçün, eni 3 m olan yuyucu şlüz qurulmuşdur.

Su qovşağının aşağı byefində axımın enerjisini söndürməkdən ötrü susöndürücü quyru quraşdırılmışdır.

Su qovşağının iş prinsipi aşağıdakı kimidir:

qovşağın sugötürən qurğusuna suyun verilməsi çayın əyrixətli sugətirici məcrası vasitəsi ilə həyata keçirilir. Əyrixətli məcra ilə hərəkət edən axımın dib çöküntüləri çayın qabarıq sahilinə doğru istiqamətlənir və oradan vaxtaşırı olaraq yuyucu şlüz vasitəsi ilə aşağı byefə yuyulur. Dib çöküntülərdən azad olunmuş axımın nisbətən təmiz hissəsi torlarla örtülmüş sugötürənə daxil olur, digər hissəsi isə suaşırın qurğu üzərindən aşağı byefə axıdılır. Bəndin daxilində qumtutan şlüz inşa edilmişdir. Şlüzün dibi səviyyəsində ölçüləri 1x1 m olan və müstəvi qapılarla təchiz edilmiş iki yuyucu dəlik yerləşdirilmişdir. Çöküntülərdən təmizlənmiş su qalereyalardan sugötürücü kanala verilir. Qalereyaların çıxışında müstəvi qapı quraşdırılmışdır.

Sugötürənin işini və istismarını yaxşılaşdırmaqdan ötrü yuxarı byefdə toplanmış çöküntülər daşqın dövründə vaxtaşırı olaraq yuyucu şlüz vasitəsi ilə aşağı byefə axıdılır.

Qovşağın yuxarı byefində axımın səviyyəsini yuyucu şlüz vasitəsi ilə nizamlamaqla magistral kanala 10 m³/s-ə qədər suyun verilməsi təmin olunur.

Çayın az sulu dövründə mejen sugötürəni vasitəsi ilə 5 m³/s-yə qədər suyun götürülməsinə imkan yaranır, su təmiz olduğundan, müvafiq təmizləmə işləri aparılmadan, bir başa magistral kanala ötürülür.

Bəşərüçaydan götürülən suyun Yuxarı Xanbulançay su anbarına nəql edən magistral kanalın uzunluğu 4,5 km, dibdən eni 1,2 m, maksimal dərinliyi 2,95 m təşkil edir [2, 3].

Bəşərüçay su qovşağında aparılmış çöl tədqiqatları əsasında qovşağın tərkibinə daxil olan qurğuların konstruktiv elementlərində zədələnmə və dağılmaların baş verməsi, eləcə də qurğuların iş rejiminin və istismar şəraitinin pisləşməsi müəyyən olmuşdur:

- su qovşağının tərkibinə daxil olan qurğuların konstruktiv elementlərində zədələnmə və dağılma halları baş vermiş və bu səbəbdən onların normal işi çətinləşmişdir;

- qovşağın yuxarı byefində tikilmiş sahilqoruyucu, suistiqləndirici, məcranızaşırıcı və s. qurğular öz funksiyalarını itirmiş, eləcə də sugətirici məcraya xüsusi formanın verilməməsi səbəbindən qovşağın normal iş rejimində müəyyən çətinliklərin yaranması baş vermişdir;

- qovşağın yuxarı byefinin çox hissəsinin çay gətirmələri ilə dolması nəticəsində onun yuyucu şlüzünün işi və daşqın axımlarının sərbəst olaraq aşağı byefə ötürülməsi çətinləşmişdir;

- su qovşağının yuxarı byefində suyu qovşağa istiqamətləndirməkdən ötrü suistiqləndirici qurğunun olmaması, eləcə də məcrada toplanmış çay gətirmələrinin və çöküntü qalaqlarının təmizlənməməsi qovşağın normal işini və istismarını çətinləşdirmişdir;

- qovşağın sugötürən qalereyalarının üzərini örtən torun millərinin aralarının müəyyən hissələrinin çöküntülərlə tutulduğu üçün, kanala layihədə nəzərdə tutulan sərfədən az su ötürülməsi səbəb olmuşdur;

- qovşağın aşağı byefində çay sahillərində yuma prosesi baş vermişdir.

Bəşərüçay su qovşağında aparılmış çöl tədqiqatlarına əsasən onun, magistral kanalın və üzərində yerləşən düker qurğularının mövcud (beş ədəd) texniki vəziyyəti, iş rejimi və istismar xüsusiyyətləri öyrənilmişdir.

Aparılmış tədqiqat xarakterli ölçmələr nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, su qovşağından Yuxarı Xanbulançay su anbarına suyu nəql edən magistral kanalın en kəsiyi trapesiya şəklində olub beton üzülüdür. Kanalın üzərində tikilmiş beş ədəd düker qurğuları giriş, sunəqledici və çıxış hissələrdən ibarət olub basqılı rejimdə işləyir. Düker qurğuları iki gözlüdür, ölçüləri 2,5x1,8 m olan düzbucaqlı şəklindədir. Düker qurğularının keçdiyi dərələrin eni 80-100 m təşkil

edir. Kanalın və dükerin giriş və çıxış hissələrinin eni bir-biri ilə uyğunlaşdırılmış və axın dükerə səlis şəkildə daxil olur və çıxır. Düker qurğularında təmir və bərpa işlərinin aparılması məqsədi ilə onların giriş və çıxış hissələrində xüsusi bağlayıcılar yerləşdirilmişdir.

Magistral kanalın sonunda tikilmiş susöndürücü qurğuda su söndürüldükdən sonra diametrləri 60 və 110 sm olan borular vasitəsi ilə Yuxarı Xanbulançay su anbarına ötürülür.

Qovşaqlarda aparılmış tədqiqatlar zamanı onun magistral kanalında və düker qurğularında (beş ədəd) aşağıdakı konstruktiv nöqsanların olması müəyyən edilmişdir.

- magistral kanalın beton üzlüklərinin aşınması, sıradan çıxması və düker qurğularında zədələnmələrin yaranması səbəbindən su itkilərinin artması baş vermiş, kanalda uzun müddət təmir-bərpa işləri aparılmadığı üçün kanalın iş rejimi və istismarı çətinləşmiş və onun su buraxma qabiliyyəti azalmışdır;

- kanalın üzərindəki düker qurğularında zədələnmə hallarının olması və dükerlərdən kiçik sərfələr keçən dövrlərdə onların mürəkkəb iş rejimində işləməsi səbəbindən onun qurğularının iş rejiminin və istismarının çətinləşməsinə gətirib çıxarmışdır;

- düker qurğularına çöküntülərin, zibillərin və üzən cisimlərin daxil olmasının qarşısının alınması üçün onların girişində zibiltutucu torların quraşdırılmaması;

- düker qurğularından kiçik sərfələr keçdikdə onlarda basqılı rejimin pozulmasının qarşısının alınması məqsədi ilə düker qurğularının giriş və çıxış hissələrində konstruktiv tədbirlərin yerinə yetirilməməsi;

- magistral kanalın çıxışında tikilmiş və sıradan çıxmış susöndürücü qurğuda təmir-bərpa işlərinin və ya təkmilləşdirilmə tədbirlərinin aparılmaması.

Qeyd etmək lazımdır ki, düker qurğularında hidravliki sıçrayışın yaranma səbəbi onlardan minimal su sərfinin keçdiyi zaman meydana gəlir. Bu zaman düker qurğularının giriş hissəsində suyun səviyyəsi gətirici kanaldakı səviyyədən aşağı düşdüyü üçün dükerlərdə basqılı rejim pozulur. Belə hallarda düker qurğularında hidravliki sıçrayış yaranır və sıçrayışın baş verməsi dükerlərdə təzyiqin dəyişkənliyinə səbəb olur, bu da qurğuların titrəməsinə, onların dayanıqlığının pozulmasına və normal istismar şəraitinin pisləşməsinə gətirib çıxardır.

Bəşərüçay su qovşağının tərkibinə daxil olan qurğuların mövcud vəziyyətinin öyrənilməsi və onların təkmilləşdirilməsi ilə bağlı aparılmış çöl tədqiqat işləri üzrə toplanmış məlumatların təhlili aşağıdakı nəticəyə gəlməyə əsas verir.

Belə ki, su qovşağının tərkibinə daxil olan qurğuların öz funksiyalarını yerinə yetirə bilməməsi aşağıdakı səbəblərdən yaranmışdır:

- layihələndirilmə zamanı buraxılan səhvlərin hesabına (qurğuların konstruksiyasının, çayda yerləşmə yerinin və onların texniki parametrlərinin düzgün seçilməməsi və s.);

- tikinti zamanı buraxılan müxtəlif texniki qusurların hesabına (tikinti texnologiyasının pozulması hallarına və görülmüş işlərin keyfiyyətinə nəzarətin zəif olması və s.);

- qurğuların istismarının təşkili və aparılmasında buraxılan səhv və qusurların hesabına (qurğuların istismarının təşkilinin düzgün aparılmaması və onların istismarında mövcud texniki istismar qaydalarının natamam olması).

Aparılmış çöl tədqiqatları dövründə qovşaqla bağlı toplanmış tədqiqat məlumatlarının təhlili əsasında qovşağın tərkibinə daxil olan qurğuların normal hidravliki rejimdə işləməsini təmin edən aşağıdakı tədbirlər işlənib hazırlanmışdır:

1. Qovşağın tərkibinə daxil olan qurğulardan ötrü tədbirlər:

- su qovşağının byeflərində çöküntülərlə mübarizənin aparılması məqsədi ilə qovşağın sugətirici və aparıcı məcrasına xüsusi formanın (əyrixətli və ya düzxətli) verilməsi;

- qovşağın suqəbuledici qurğusunun qarşısında toplanan çöküntüləri qovşağın yuyucu şlüzünə tərəf istiqamətləndirməkdən ötrü əyrixətli çöküntüistiqamətləndirici astananın qurulması;

- su qovşağının tərkibindəki qurğuların təkmilləşdirilməsi, onlarda təmir-bərpa işlərinin aparılması və yenilərin qurulması;

- sugətirici məcrada, suqəbuledici qalereyalarda və kanalın girişində çöküntülərlə mübarizə tədbirlərinin həyata keçirilməsi;
 - sugötürən qalereyaların üzərində yerləşdirilmiş çöküntütutan torların vaxtaşırı olaraq çöküntülərdən təmizlənməsi;
 - su qovşağının normal işinin və daşqın axımlarının aşağı byefə sərbəst şəkildə ötürülməsinin təminindən ötrü yuxarı byefdə yığılmış çay gətirmələrinin və çöküntü qalaqlarının təmizlənməsi;
 - su qovşağının yuxarı byefində sahilqoruyucu, suistiqamətləndirici və məcranizamlayıcı qurğuların tikilməsi;
 - qovşağın sugötürücü və yuyucu qalereyalarını təkmilləşdirilməsi və onlarda təmir-bərpa işlərinin aparılması;
 - çaydan su qovşağına əlavə olaraq suyun götürülməsindən ötrü onun sağ sahil divarında yan sugötürən qurğunun tikilməsi və sugötürücü kanalın girişində avankameranın və yuyucu qalereyanın yaradılması;
 - qovşağın aşağı byefində yuyulmaya qarşı dayanıqlı məcranın yaradılması və yuxarı byefdən daxil olan çöküntülərin çay boyu ötürülməsi;
 - aşağı byefdə çöküntü qalaqlarının yaranmasının qarşısının alınması işlərinin aparılması;
 - aşağı byefdə tikilmiş sahilqoruyucu, suistiqamətləndirici, məcrabərkidici və s. qurğuların təkmilləşdirilməsi, onlarda təmir-bərpa işlərinin aparılması və yenilərinin qurulması.
2. Qovşağın magistral kanalından və üzərindəki düker qurğularından ötrü tədbirlər:
- qovşağın magistral kanalında su itkilərinin qarşısının alınmasından, kanalın iş rejiminin və istismarının yaxşılaşdırılmasından ötrü onun aşınmış və sıradan çıxmış beton üzülük hissələrinin dəyişdirilməsi ilə bağlı təmir-bərpa işlərinin aparılması;
 - mürəkkəb iş rejimində işləyən və bir sıra konstruktiv elementləri zədələnmiş düker qurğularında təkmilləşdirilmə və təmir-bərpa işlərinin aparılması;
 - düker qurğularında basqılı rejimin pozulmasının qarşısının alınmasından və qurğuların normal işinin təmin edilməsindən ötrü dükerlərin çıxış hissəsində mil torların yerləşdirilməsi;
 - düker qurğularının giriş hissəsində suyun səviyyəsini sugətirici kanaldakı suyun səviyyəsinə kimi qaldırılmasından ötrü konstruktiv tədbirlərin görülməsi;
 - dükerlərə çöküntülərin, zibillərin və üzən əşyaların daxil olmasının qarşısının alınması üçün onların girişində zibiltutucu torların quraşdırılması;
 - magistral kanalın çıxışında tikilmiş və yararsız vəziyyətə düşmüş susöndürücü qurğunun təkmilləşdirilməsi və təmir-bərpa işlərinin aparılması.

Nəticə. Bəşərüçay su qovşağının tərkibinə daxil olan qurğuların mövcud vəziyyəti, konstruktiv quruluşları və təkmilləşdirilmə səviyyələrinin mümkünlüyü öyrənilmiş, onların zədələnmə, dağılma və öz funksiyalarını yerinə yetirə bilməməsi səbəbləri müəyyən edilmiş və qovşağın normal hidravliki rejimdə işləməsinin təminin etmək məqsədi ilə tədbirlər işlənib hazırlanmışdır.

Ədəbiyyat siyahısı.

1. Məmmədov M.Ə. Azərbaycanın hidroqrafiyası. Bakı: 2002, 254 s.
2. Алиев Р.О. Гидротехническое и мелиоративное строительство в условиях предгорных равнин: (На примере Азербайджана) / М.: Стройиздат, 1991, с. 107-108.
3. Əhmədov B.M., Müslümov A.M., İsmayılzadə N.Q. Suqəbuledici qurğuların layihələndirilməsi üçün qayda və normalar. Bakı: 2023, 183 s.

t.f.d.,dos. İlqar Qiyas oğlu Əliyev
t.f.d.,dos. Maarif Zabit oğlu Yusifov
t.f.d. Aftandil Məmməd oğlu İsayev
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
i_q_aliyev@mail.ru, maarif_yusifov@mail.ru, aftandil.isayev@mail.ru

PARALEL QAZ KƏMƏRLƏRİN SƏMƏRƏLİ İSTİSMAR REJİMİ ÜÇÜN AVADANLIQLARININ OPTIMAL PARAMETRLƏRİNİN TƏDQIQI

Xülasə: Vahid hidravlika rejimində işləyən paralel düzülmüş paylayıcı qaz kəməri sistemlərinin istismar şərtləri texnoloji və qəza rejimlərində müasir idarəetmə üsüllunun tətbiq edilməsinə imkan vermir. Başqa sözlə, təmir-bərpa işlərinin yerinə yetirilməsini, qəza vaxtı zərərin miqdarının qiymətləndirilməyin mümkünlüyünü, tələbatçılara buraxılmayan qazın sezilməsini və eləcə də tələbatçılara qaz verilməsi fasiləsizliyinin təmininə zəmanət vermək üçün düzümlər arasında əlaqələndiricilərin arasındakı məsafənin təyini mühəndis tədbirlərinin tətbiq edilməsini mürrəkkəbləşdirir. Bu səbəbdən paralel qaz nəqletdirici sistemlərin istismar prosesində rolunun yüksəldilməsi və səmərəli tətbiq edilməsi nəticəsində yanacaq və enerjiyə əhəmiyyətli qənaət edilməsi məqsədilə qəza avtomat kranların (QAK) və əlaqələndiricilərin tətbiq edilməsində effektivliyinin hesabat üsulu işlənilməlidir.

Açar sözlər: lupink, əlaqələndirici, avtomat kranları, kiplik, düzüm.

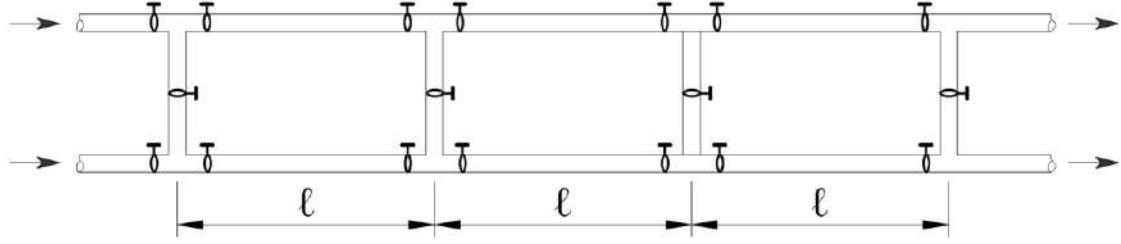
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО РЕЖИМА ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Резюме: Условия эксплуатации параллельно расположенных распределительных систем газопроводов, работающих в режиме единой гидравлики, не позволяют применять современный метод управления в технологическом и аварийном режимах. Иными словами, усложняет выполнение ремонтно-восстановительных работ, возможность оценки величины ущерба при аварии, обнаружение потребителям газа, который не может быть выпущен, а также применение инженерных мероприятий по определению расстояния между перемычками между компоновками, чтобы гарантировать потребителям обеспечение бесперебойности подачи газа. Поэтому в целях повышения роли параллельных газотранспортных систем в процессе эксплуатации и существенной экономии топлива и энергии в результате их эффективного применения должен быть разработан метод отчетности об эффективности применения аварийных автоматических кранов (ААК) и перемычек.

Ключевые слова: люпинк, перемычка, автоматических кранов, герметичность, уложенных

Vahid hidravlika rejimində işləyən paralel qaz kəməri və ona quraşdırılan avadanlıqlarının istismar şərtləri texnoloji və qeyri stasionar rejimlərində müasir idarəetmə üsüllunun tətbiq edilməsinə imkan vermir. Ona görə də, araşdırılmada biz tətbiq edilmənin mümkünlüyü üçün və eləcə də paralel qaz kəmərlərinin etibarlığının artırılması məqsədilə müasir avadanlıqla təchiz olunan sxem təklif etmişik.

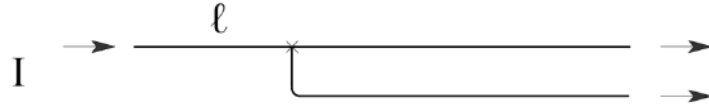
Paralel qaz kəmərlərinin kipliyi pozulduqda, qaz itkisinin qarşısının alınması ilə bərabər, tələbatçı müəssisələrin fasiləsis olaraq qazla təmininin təşkili üçün təklif olunan kəmərin sxemi aşağıdakı kimidir.



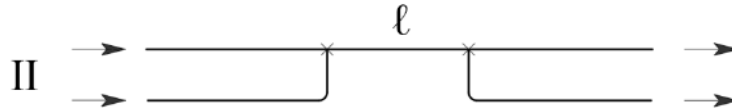
Şəkil 1. Əlaqələndiricilərlə təchiz edilmiş paralel qaz kəmərinin sxemi.
l-avtomat kranları arasındakı addımın uzunluğudur, km.

Şəkil 1-dən görünür ki, qəzanın başvermə yerindən asılı olaraq, avtomat kranları işlədikdən sonra, kəmərdə üç cür lupinqli sistem yaranır.

- 1) Qəza başlanğıc məntəqələr arasında, başlanğıc addımda baş verdikdə:



- 2) Qəza başlanğıc və son addımdan başqa, qalan addımlarda baş verdikdə:



- 3) Qəza sonuncu addımda baş verdikdə:



Hesabat nəticəsində aydın olur ki, sistemlərin fərqli olmasından asılı olmayaraq hər üç sistemin məhsuldarlığı eyni bir düsturla hesablanır və aşağıdakı kimidir.

$$M_l^I = M_l^{II} = M_l^{III} = 2F \sqrt{\frac{(P_H^2 - P_K^2)D}{\lambda ZRT}} \cdot \frac{1}{\sqrt{l(n+3)}} \quad (1)$$

Burada, n - avtomat kranları arasındakı addımın sayıdır.

$$n = \frac{L}{l} \quad (2)$$

L – paralel qaz kəmərinin uzunluğudur.

Aydındır ki, stasionar rejim üçün Şəkil 1-də göstərilmiş paralel qaz kəmərinin məhsuldarlığı aşağıdakı kimi təyin olunur.

$$M_0 = 2F \sqrt{\frac{(P_H^2 - P_K^2)D}{\lambda ZRT}} \cdot \frac{1}{\sqrt{L}} \quad (3)$$

- (2) düsturunu (1)-də nəzərə alıb, $\frac{M_l}{M_0}$ nisbətini tapsaq, onda

$$\alpha = \frac{M_l}{M_0} = \sqrt{\frac{L}{L+3l}} \quad (4)$$

alırıq.

Burada, α - kəmərin stasionar rejimdəki məhsuldarlığının, qəza baş verdikdən sonra yaranan yeni stasionar rejimdəki məhsuldarlığına olan nisbətidir.

Kəmərin uzunluğunu $L = 100$ km qəbul edib, avtomat kranları arasındakı addımın uzunluğunu $l = 5, 10, 15, \dots, 50$ km götürüb hər bir addım üçün $\alpha = \sqrt{\frac{L}{L+3l}}$ bərabərliyini hesablayaq.

l , km	α
0	1
5	0,9325
10	0,8771
15	0,8304
20	0,7906
25	0,7559
30	0,7255
35	0,6984
40	0,6742
45	0,6523
50	0,6325

Cədvəl 1 -dən görünür ki, avtomat kranları arasındakı addımların uzunluğunu böyütdükcə α kiçilir. Başqa sözlə, l böyüdükcə qəza vaxtı, avtomat kranlarının işləməsi nəticəsində, tələbatçı müəssisələrə qaz verimi azalır. Buradan aydın olur ki, avtomat kranları arasındakı addımın uzunluğunu nə qədər az götürsək, tələbatçı müəssisələri bir o qədər çox (əvvəlki stasionar rejimdəki məhsuldarlığından çox olmamaq şərtilə) qazla təmin edə bilirik.

Digər tərəfdən Şəkil 1-dən görünür ki, əlaqələndiricilər arasındakı addımın uzunluğunu kiçiltəndə onun sayı artır, uyğun olaraq avtomat kranlarının da sayı artır. Başqa sözlə, kəməre çəkilən xərcin miqdarı da artır. Şəkil 1-dən görülür ki, addımın sayı n olarsa, onda avtomat kranlarının sayı

$$N_k = 6n \quad (5)$$

olacaq. Ona görə iqtisadi cəhətdən elə bir optimal addımın uzunluğunu tapmalıyıq ki, avtomat kranlarının yerləşdirilməsi nəticəsində kəməre çəkilən xərc, tələbatçı müəssisələrin fasiləsiz qazla təmini nəticəsində (qəza vaxtı) əldə edilən gəlirdən çox olmasın. Başqa sözlə,

$$K_{t,q} \geq K_{a,k} \quad (6)$$

Burada, $K_{t,q}$ – qəza vaxtı, avtomat kranları arasındakı addımların uzunluğundan asılı olaraq, tələbatçı müəssisələrin fasiləsiz qazla təmini nəticəsində əldə edilən gəlir olub, aşağıdakı kimi təyin olunur.

$$K_{t,q} = \alpha \cdot E_{t,q}, \text{ man} \quad (7)$$

$E_{t,q}$ -kəmərin məhsuldarlığından asılı olaraq, tələbatçı müəssisələrin hər hansı t vaxtında qazla təmini nəticəsində əldə edilən gəlir olub, aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$E_{t,q} = Q_0 \cdot t \cdot e, \text{ man} \quad (8)$$

Q_0 - stasionar rejimdə kəmərin başlanğıc məhsuldarlığıdır.

$$Q_0 = \frac{G_0 \cdot F \cdot g}{\rho}, \frac{m^3}{\text{san}} \quad (9)$$

t - qəza yeri təmir olunan vaxta qədər, tələbatçı müəssisələrin fasiləsiz olaraq qazla təmini vaxtıdır, İN və Q-na əsasən $t = 6 \div 24$ saat qəbul olunur. Yəni qəza briqadası baş vermiş qəzama $6 \div 24$ saat ərzində təmir etməlidirlər.

e - tələbatçı müəssisələrə verilən (qəza vaxtı) hər 1000 m^3 qaz üçün əldə edilən gəlirdir.

$$e = e_1 + e_2 + e_3 + \dots + \frac{\text{man}}{1000 \text{ m}^3} \quad (10)$$

e_1, e_2, e_3, \dots - tələbatçı müəssisələrin növündən asılı olaraq verilən hər 1000 m^3 qaz üçün əldə edilən gəlirdir.

$K_{a,k}$ - avtomat kranlarının yerləşdirilməsi nəticəsində kəməre çəkilən xərc olub, aşağıdakı kimi hesablanır.

$$K_{a,k} = N_k \cdot E_{a,k}, \text{ man} \quad (11)$$

$E_{a,k}$ - bir avtomat kranın quraşdırılmasına çəkilən xərcdir.

(2), (4), (5), (7) və (11) tənliklərini (6) bərabərsizliyində nəzərə alsaq,

$$\sqrt{\frac{L}{L+3l}} E_{t.q} \geq 6 \frac{L}{l} E_{a.k} \quad (12)$$

(12) ifadəsində “ \geq ” işarəsini “ $=$ ” işarəsi ilə əvəz edib l -i təyin edək.

$$l = \frac{6,75}{2} \eta \left(1 \pm \sqrt{1 + \frac{L}{5,0625\eta}} \right), \text{ km} \quad (13)$$

$$\eta = \left(\frac{4E_{a.k}}{E_{t.q}} \right)^2 \cdot L \quad (14)$$

η və L -in həmişə müsbət olduğunu bildiyimizdən (13) ifadəsində, “ $-$ ” işarəsini qəbul edə bilmərik. Başqa sözlə, avtomat kranları arasındakı addımın uzunluğu “ $+$ ” ədəd olmalıdır. Onda,

$$l = \frac{6,75}{2} \eta \left(1 \pm \sqrt{1 + \frac{L}{5,0625\eta}} \right), \text{ km} \quad (13)$$

alarıq.

Kəmərin parametrlərini $P_H = 55 \cdot 10^4 \text{ kq/m}^2$, $G_0 = 30 \text{ (kq} \cdot \text{san)/m}^3$, $L = 100 \text{ km}$ və $D = 0,7 \text{ m}$ qəbul etsək və fərz edək ki, mərkəzi hesablama kompleksindən idarə olunan bir avtomat kranın quraşdırılma qiyməti $E_{a.k} = 10000$ manata başa gəlir. Tutaq ki, kəmərdən inşaat materialları sənaye müəssisəsi qidalanır. Professor İvanovun həmin müəssisədə apardığı tədqiqatlar əsasında aydın etmişdir ki, həmin müəssisəyə verilməmiş hər 1000 m^3 qaz üçün dəyən zərər 900 man olacaq. Onda ,

$$e = 900 \frac{\text{man}}{1000 \text{ m}^3}$$

Fərz edək ki, qəza briqadası zədələnmiş hissəni 6 saat müddətində təmir edirlər. Onda, $t = 21600$ san. olacaq.

Yuxarıda göstərdiyimiz ilk verilənləri (15) tənliyində nəzərə alıb, l -i hesablasaq $l = 2$ km alarıq.

Yəni, verilənlərə əsasən paralel qaz kəmərinin hər 2 km-dən bir avtomat kranları yerləşdirsək, bir qəzada 6 saat ərzində tələbatçıların qazla təmini nəticəsində kəmə öz xərcini ödəyəcək. Başqa sözlə $K_{t.q} = K_{a.k}$ olacaq.

$l < 2$ km olan bütün qiymətlərində $K_{t.q} < K_{a.k}$ olacaq. Yəni qaz təsərrüfatına zərər dəyəcək. İndi isə $l > 2$ qiymətlərində

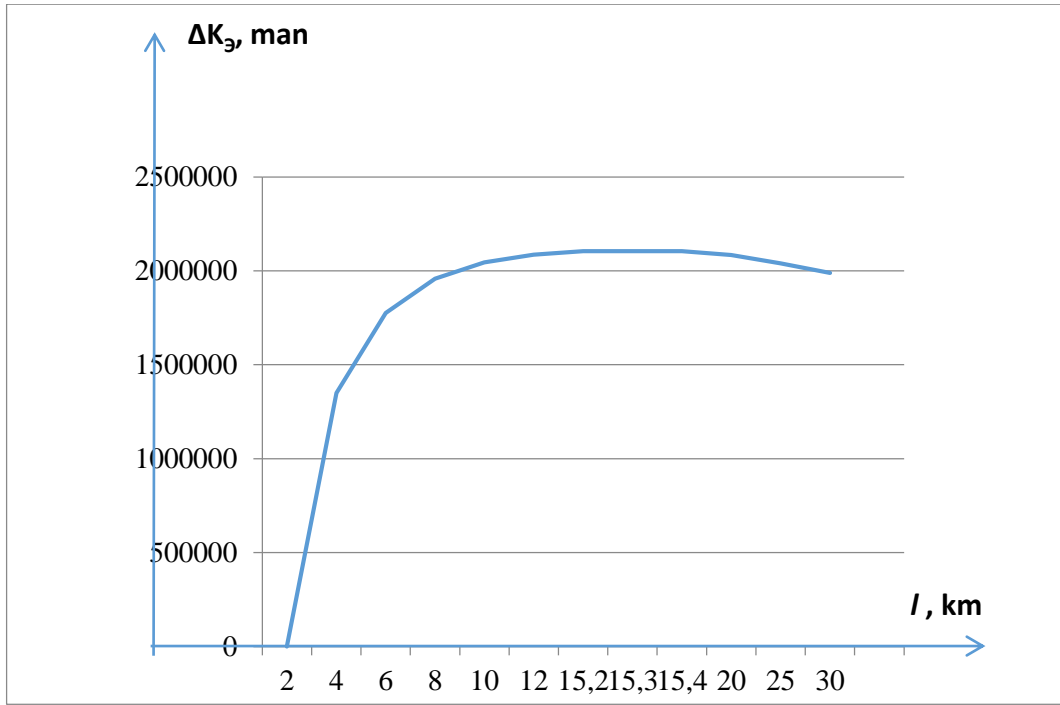
$$\Delta K_3 = K_{t.q} - K_{a.k} \text{ fərqinə baxaq.}$$

Cədvəl 2.

$l, \text{ km}$	$K_{t.q}, \text{ man}$	$K_{a.k}, \text{ man}$	$\Delta K_3, \text{ man}$
2	3016126	3016126	0
4	2849971	1500000	1349971
6	2776569	1000000	1776569
8	2708561	750000	1958561
10	2645317	600000	2045317
12	2586307	500000	2086307
15,2	2499590	394737	2104853
15,3	24997017	392157	2104862
15,4	2494456	389610	2104846
20	2384457	300000	2084457
25	2279977	240000	2039977
30	2188128	200000	1988128

$$\Delta K_3 = K_{t.q} - K_{a.k} = \sqrt{\frac{L}{L+3l}} E_{t.q} - 6 \frac{L}{l} E_{a.k} \quad (16)$$

Cədvəl 2-dən istifadə edib, ΔK_3 -nin l -dən asılılıq qrafikini quraq.



Qrafik 1-dən görünür ki, $l > 2$ qiymətlərində ΔK_3 , $l = 15,3$ km olan qiymətinə kimi artır və ondan böyük qiymətlərdə isə azalır. Başqa sözlə $l = 15,3$ km maksimum qiymətini alır.

Bu vaxt verilən parametrlərə əsasən, bir qəza zamanı 6 saat ərzində kəmərlər öz xərcini ödədikdən sonra qaz təsərrüfatına $\Delta K_3 = 2104862$ manat gəlir əldə edir.

Qrafik 2-dən görünür ki, ΔK_3 , l -dən asılı olaraq ekstremal şəkildə dəyişir. Ona görə (16) tənliyindən l -ə görə törəmə alıb, sıfıra bərabər etdikdən sonra, tapdığımız l iqtisadi cəhətdən avtomat kranları arasındakı ən optimal addım olacaq.

$$(\Delta K_3)' = \left(\sqrt{\frac{L}{L+3l}} E_{t.q} - 6 \frac{L}{l} E_{a.k} \right) = 0$$

$$l^4 - 27\eta L l^3 - 27\eta L^2 l^2 - 9\eta L^3 l - 16\eta L^4 = 0 \quad (17)$$

$$\eta = \left(\frac{4E_{a.k}}{E_{t.q}} \right)^2 \cdot L$$

(17) tənliyini həll etdikdə, l -in həqiqi və "+" ədəd olduğunu göstərən yeganə kök aşağıdakı kimidir.

$$l = \frac{27}{4}\eta + \frac{1}{2}\sqrt{2\varepsilon + \omega} + \sqrt[4]{(\omega - \varepsilon)^2 + \xi^2} \cdot \cos \frac{\theta}{2} \quad (18)$$

(18) düsturunda təyin edilmiş l iqtisadi cəhətdən avtomat kranları arasındakı ən optimal addım olacaq. Burada,

$$\eta = L \left(\frac{4E_{a.k}}{E_{t.q}} \right)^2; \quad \omega = 18\eta \left(\frac{81\eta}{8} + L \right)$$

$$\kappa = \frac{27}{16} \sqrt{\frac{3\eta}{L}}; \quad \varphi = \ln(\kappa + \sqrt{\kappa^2 + 1}); \quad \varepsilon = 2L \sqrt{\frac{\eta L}{3}} \operatorname{sh} \frac{\varphi}{3}$$

$$\xi = 2L \sqrt{\eta L} \operatorname{ch} \frac{\varphi}{3}; \quad \theta = \operatorname{arctg} \frac{\xi}{\omega - \varepsilon}$$

İlk verilənləri (18) tənliyində nəzərə alsaq, $l = 15,3$ km alırıq. Bu da, Qrafik 1-dəki maksimum qiyməti ilə üst-üstə düşür.

Beləliklə, Şəkil 1-də göstəriləyi kimi, paralel qaz kəmərlərinə əlaqələndirici boru və avtomat kranları ilə quraşdırdıqda, iqtisadi cəhətdən həmin kranlar arasındakı ən optimal addımın uzunluğunu təyin etmək üçün aşağıdakı əsas ilk verilənlər məlum olmalıdır.

1) Kəmərin başlanğıc məhsuldarlığı, m^3/san
2) Kəmərdən qidalanacaq sənaye müəssisələrinin növləri və hər birinə verilməyən hər 1000 m^3 qaz üçün dəyən zərərin miqdarı, $man/1000m^3$.

3) Quraşdırılacaq bir avtomat kranın dəyəri.

Yuxarıda adları çəkilən ilk verilənlər məlum olduqdan sonra (18) tənliyi vasitəsilə iqtisadi cəhətdən, paralel qaz kəmərlərində, avtomat kranları arasındakı addımın uzunluğunu təyin edə bilərik.

Nəticədə qaz təsərfatına dəyən zərərin azaldılması və qarşısının alınması məqsədilə stasionar rejimində əsaslı idarə etmənin texnoloji əsaslarını qəbu edən sxem əsasında əlaqələndiricilər arasında optimal məsafənin təyini üçün əsaslı yeni hırsabat metodu işlənilməlidir. Bu da avadanlıqların (qəza avtomat kranları və əlaqələndiricilərin) optimal yerləşdirilməsi nəticəsində paralel qaz kəmərlərin səmərəli istismar rejiminə zəmanət verir.

Ədəbiyyat

1. Надежность и качество процессов регулирования современных систем газоснабжения: монография / В. С. Седак, В. Н. Супонев, Н. Д. Каслин, и др.; под общ. ред. В. С. СEDAКА; Харьк. нац. акад. город. хоз-ва – Х.: ХНАГХ, 2011. – 226 с.

2. Брюханов О.Н. Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения: Учебник. М.: ИНФРА-М, 2005. 256 с.

3. Техническая эксплуатация газораспределительных систем. Основные положения ОСТ 153-39.-051-2003. Санкт-Петербург, 2005.

4. Кязимов К.Г. Устройство и эксплуатация газового хозяйства. Издательский центр «Академия», 2004

5.Критерии вывода в реконструкцию объектов транспорта газа, ВНИИГАЗ, М., 2003, 11 стр.

6.Медведева О.Н., Иванов А.А. Выбор оптимальной потери давления в поселковых системах газоснабжения// Актуальные проблемы современного строительства: Материалы 63 Международной научно-технической конференции молодых ученых. С.-Петербург: С.-ПбГАСУ, 2010. - С. 75-78.

Fərzəliyeva Nərmin İbrahim qızı
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
Ekologiya kafedrası, magistr
Orcid:0009-0001-6322-1930
Email: mnfarzali@gmail.com

İQLİM DƏYİŞİKLİYİNİN TƏSİRİ İLƏ ƏLAQƏDAR XƏZƏR DƏNİZİNİN EKOSİSTEMİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Xülasə: Xəzər dənizi dünyanın ən böyük gölü olub coğrafi mövqeyi, müxtəlif təbii sərvətləri, nadir xüsusiyyətləri ilə fərqlənib, daima xarici və yerli investitorların diqqətini cəlb etmişdir. Uzun illər dənizə axıdılan sənaye və məişət çirkab suları, neft sənayesinin, dəniz nəqliyyatının və sahil ərazilərindəki turizm obyektlərinin tullantıları Xəzərin ekosisteminə mənfi təsir göstərmişdir.

İqlim dəyişikliyi su ehtiyatlarının vəziyyətinə, eləcə də Xəzər dənizi hövzəsinin sahil və dəniz ekosistemlərinə əhəmiyyətli və müxtəlif təsir göstərir. Son onilliklər ərzində iqlim və ətraf mühit dəyişikliklərinin qlobal hidroloji dövrəyə, məsələn, Xəzər dənizi hövzəsində

mövsümi çay axınlarının dəyişməsi vasitəsilə artıq təsir göstərdiyinə dair artan sübutlar var. Qeyd edək ki, 2005-2020-ci illər üçün. Xəzər dənizinin səviyyəsi 133 sm aşağı düşüb.

Açar sözlər: Xəzər dənizi, iqlim dəyişkənliyi, ekoloji vəziyyət, ekosistemin vəziyyətinin qiymətləndirilməsi, ətraf mühit, yüksək temperatur.

ASSESSMENT OF THE STATUS OF THE CASPIAN SEA ECOSYSTEM IN RELATION TO THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE

Summary: The Caspian Sea is the largest lake in the world, distinguished by its geographical location, various natural resources, and rare features, and has always attracted the attention of foreign and local investors. For many years, industrial and domestic sewage, waste from the oil industry, marine transport and tourism facilities in coastal areas have had a negative impact on the ecosystem of the Caspian Sea.

Climate change has a significant and diverse impact on the state of water resources, as well as on the coastal and marine ecosystems of the Caspian Sea basin. In recent decades, there is increasing evidence that climate and environmental changes are already affecting the global hydrological cycle, for example through changes in seasonal river flows in the Caspian Sea basin. Note that for the years 2005-2020. The level of the Caspian Sea has dropped by 133 cm.

Key words: Caspian Sea, climate change, ecological situation, assessment of the state of the ecosystem, environment, high temperature.

Tədqiqatçılar Xəzər dənizini bütün Volqa çayı hövzəsini və digər su hövzələrini əhatə edən daha böyük ekosistemin bir hissəsi kimi nəzərdən keçirməyi vacib hesab edirlər. Bir sıra elmi araşdırmalar göstərir ki, dəniz səviyyəsində azalma davam edir, yaxın onilliklərdə beş metrəndən yeddi metrə qədər olacaq. Bu, Xəzər regionunun cənub hissəsinə böyük təsir göstərəcək və ekologiyaya və yaşayış şəraitinə, xüsusən də dənizin Azərbaycan bölməsində mənfi təsir göstərə bilər.

Amerikalı su ehtiyatları üzrə mütəxəssis Sifan Koriçe böyük göllərin regional və qlobal monitorinqinin vacibliyini vurğulayaraq qeyd etmişdir ki, onların qlobal iqlimə təsiri kifayət qədər qiymətləndirilməmişdir.

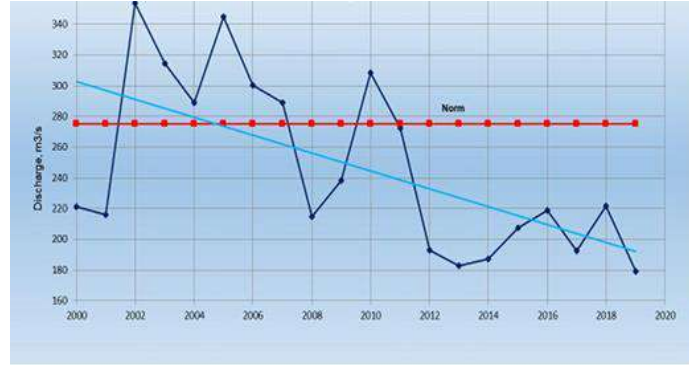
İqlim dəyişmələrinin Xəzər dənizinin səviyyəsinin dinamikasına təsiri, səviyyə dəyişmələrinin ölkəmizin sahil zonasında yaratdığı sosial-iqtisadi və ekoloji problemləri, iqlim dəyişmələri nəticəsində artmaqda olan təbii fəlakətin törədə bilən təhlükəli hidrometeoroloji hadisələri və digər məsələlər aktual olaraq qalmaqdadır.

Xəzəryanı ölkələrin Hidrometeorologiya Xidmətinin və Rusiyanın Federal Hidrometeorologiya və Ətraf Mühitin Monitorinqi Xidmətinin [1] məlumatına görə, 2020-ci ildə Xəzər dənizinin orta səviyyəsi 2019-cu ilin orta illik səviyyəsi ilə (-28,20 m BS) müqayisədə il ərzində təxminən 3 sm azalaraq -28,23 m BS təşkil edib. Belə ki, çayın sululuğu az olduğundan. Volqa, 2021-ci ildə Xəzər dənizinin orta illik səviyyəsinin 2020-ci ilə nisbətən 12-17 sm aşağı olacağı proqnozlaşdırılır. Antropogen fəaliyyətlər, o cümlədən iqtisadi fəaliyyətlər iqlim dəyişikliyinə nəticələrinin artmasına səbəb olur. Sonuncu su ekosistemlərinin fəaliyyətinin saxlanmasında mühüm rol oynayan hidroloji axın rejimi üçün əlavə təhlükə yaradır. Proqnozlara görə, əsrin sonunda 2071-2100-cü illərdə. 1971-2000-ci illərlə müqayisədə Avropada yer səthinin orta illik temperaturu 1,0°C-dən 4,5°C-ə yüksələcək [3]. Bundan başqa, hesablamalar göstərir ki, sənayedən əvvəlki səviyyələrlə müqayisədə 1,5-2,0°C qlobal istiləşmə şəraitində, xüsusilə Cənubi Avropada suyun mövcudluğu azalmağa davam edəcək [2].

Son illərdə Azərbaycan kəskin su çatışmazlığı ilə üzləşib və orta illik su ehtiyatlarından istifadə indeksi (AWRI) 40%-i ötüb. Hesablamalara görə, 2017-2019-cu illərdə bu 72,3% təşkil edib. Yeni iqlim şəraiti ilə əlaqədar olaraq ölkədə daxili su axınının formalaşmasında ümumi yağıntının yalnız dördüdə biri iştirak edir. 2000-2020-ci illər üçün orta uzunmüddətli çay axını

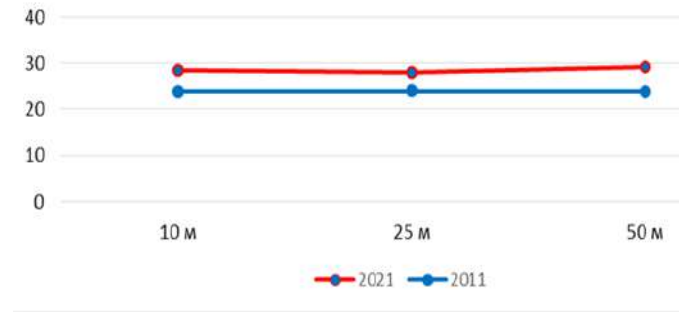
Kür çayı 50%-dən çox azalıb (şək. 1). Belə ki, son illər Kür çayı hövzəsində təbii komplekslərin abiotik və biotik amillərinin formalaşmasında mənfi tendensiyalar müşahidə olunur.

Xüsusilə qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycanda ilk dəfə 2020-2021-ci illərdə çayda suyun səviyyəsinin kəskin azalması ilə əlaqədar Salyan şəhərinə 60 km-ə qədər dəniz suyunun Kürə daxil olması müşahidə olunub.



Şəkil 1. 2000-2020-ci illər üzrə Kür çayının orta illik axını

2021-ci ilin yayında Xəzər dənizinin Azərbaycan şelfində hərtərəfli dəniz ekoloji tədqiqatlar apararkən, havanın qeyri-adi yüksək temperaturu ilə əlaqədar olaraq, son on ildə suyun səth qatının temperaturunda ən əhəmiyyətli artımı müşahidə edilir. Orta Xəzərdə 28-29°C, Cənubi Xəzər dənizində 30-31°C. 2011-ci illə müqayisədə dənizin səth qatının temperaturunda artım 4,0-4,5°C təşkil etmişdir (şək. 2). Bundan başqa, suyun temperaturunun anormal artması fonunda suyun tərkibindəki oksigenin əvvəlki onillik müşahidələrlə müqayisədə 7-8 mq/l-dən 6 mq/l-ə qədər azalması qeydə alınıb. Cənubi Xəzər dənizinin qalxma zonasında dənizin səth qatının temperaturunun yüksəlməsi şəraitində Astara-Kür-Kosa trassalarında 50-100 m dərinlikdə göy-yaşıl yosun koloniyalarının anormal çiçəklənməsi müşahidə edilmişdir. planktonik icmaya zərərli təsir göstərən və dəniz suyunda həll olunmuş oksigenin miqdarının azalmasına səbəb olan müşahidə edilmişdir.



Şəkil 2. 2011 və 2021-ci ilin yayında Orta və Cənubi Xəzər dənizində suyun səth qatının temperaturu.

Xəzər dənizinin hazırkı əlverişsiz iqlim və hidroloji şəraitində tədqiqatı göstərir ki, balıq tutmalarının əhəmiyyətli dərəcədə azalması, eləcə də balıq populyasiyalarının Cənubi Xəzərdən Orta Xəzərin sularına yenidən bölüşdürülməsi qeyd edilmişdir. İqlim dəyişikliyinə təsiri növ tərkibinin dəyişməsində, bolluğun və biokütlənin azalmasında, o cümlədən Cənubi və Orta Xəzər dənizində zooplanktonun yayılmasında da özünü göstərmişdir [4]. Belə ki, son illərdə iqlim dəyişikliyi və Xəzər regionunda baş verən anormal istiləşmə nəticəsində çayların axınının xeyli azalması və dəniz suyunun temperaturunun yüksəlməsi dəniz ekosisteminin əhəmiyyətli dərəcədə deqradasiyasına səbəb olub. Bu iqlim dəyişikliyi ssenarilərinin proqnozlaşdırılan davamı ilə yaxın illərdə endemik növlərin itirilməsi və Xəzər dənizinin biomüxtəlifliyinin azalması mümkündür.

Nəticə: İqlim dəyişkənliyi ilə bağlı Xəzər dənizi ilə bağlı qarşıda çətin və həlli vacib olan problemlər durur. Ona görə də Azərbaycan Respublikası üçün uzun və qısamüddətli iqlim proqnozu ssenariləri hazırlanmalı, şiddətli küləkli günlərin tezliyi, gözlənilən illik temperatur göstəriciləri, dəniz səviyyəsi tərəddüdləri haqqında məlumatlar əldə edilib ümumiləşdirilməlidir.

Ədəbiyyat:

1. Координационный Комитет по Гидрометеорологии Каспийского моря (КАСПКОМ). Информационный бюллетень о состоянии уровня Каспийского моря № 21. 14 мая 2021 г.

2. Bisselink B., Bernhard J., Gelati E., Adamovic M., Guenther S., Mentaschi L., Feyen L., de Roo A. Climate change and Europe's water resources. EUR 29951 EN. Publications Office of the European Union. Luxembourg, 2020. ISBN 978-92-76-10398-1. doi:10.2760/15553, JRC118586.

3. EEA 2019. Global and European temperature. European Environment Agency (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/global-and-european-temperature9/assessment>).

4. Əliyev F.Q., Bədəlov A.B., Hüseynov E.M., Əliyev F.F. "Ekologiya". Dərslük. Bakı, "Elm", 2012, 216 səh.

Guvalov Abbas Abdurahman,
doctor of technical sciences, professor of Azerbaijan University of Architecture
and Construction, ORCID 0000-0003-0189-1848,
abbas-guvalov@mail.ru

Abbasova Saida Iskandar,
candidate of chemical sciences, associate professor of Azerbaijan University of
Architecture and Construction, ORCID 0000-0002-4479-3503,
saida-abbasovai@mail.ru

Ahmadli Nahid Zahid,
PhD student of Azerbaijan University of Architecture and Construction,
ORCID 0000-0002-6135-8837, ahmedli_nahid@mail.ru

SELF-COMPACTING CONCRETE BASED ON RECYCLED CRUSHED STONE AND ORGANIC-MINERAL ADDITIVE

Abstract. It has been established that the processing of concrete scrap using this technology can significantly improve the characteristics of the secondary concrete aggregate, in particular crushability, water absorption and voidness. This is achieved by reducing the content of cement stone in the secondary crushed stone. Significant volumes of dispersed material formed as a result of such processing can be used as a fine filler in the technology of self-compacting concrete.

For self-compacting concrete, an optimal organic-mineral additive based on nanoparticle with a superplasticizer, which allows to obtain a homogeneous concrete mixture with additional stabilization properties, was used.

It was revealed that when using the products of concrete scrap crushing, self-compacting concrete with a strength of more than 55 MPa can be obtained after 28 days of hardening under normal conditions and more than 75 MPa after one year of exposure to air-dry conditions.

Key words: self-compacting concrete, concrete scrap, recycled aggregate, multi-stage crushing, water absorption

Резюме. Установлено, что переработка бетонного лома по данной технологии позволяет существенно улучшить характеристики вторичного заполнителя бетона, в частности дробимость, водопоглощение и пустотность. Это достигается за счет снижения содержания цементного камня во вторичном щебне. Значительные объемы дисперсного материала, образующегося в результате такой обработки, могут быть использованы в качестве мелкого наполнителя в технологии самоуплотняющегося бетона.

Для самоуплотняющегося бетона использована оптимальная органоминеральная добавка на основе наночастиц с суперпластификатором, позволяющая получить однородную бетонную смесь с дополнительными стабилизирующими свойствами.

Выявлено, что при использовании продуктов дробления бетонного лома можно получить самоуплотняющийся бетон прочностью более 55 МПа после 28 суток твердения в нормальных условиях и более 75 МПа после года выдержки в воздушно-сухом состоянии. условия.

Ключевые слова: самоуплотняющийся бетон, бетонный лом, вторичный заполнитель, многоступенчатое дробление, водопоглощение.

Every year, several million tons of concrete waste are generated in the construction site [1]. The main sources of concrete waste are the following: remains of concrete and reinforced concrete structures created during the demolition of old buildings; waste products and technological waste generated in precast concrete plants and construction sites; waste generated in industry and during natural disasters.

The products obtained after crushing concrete waste and separation of reinforcement can be used as "recycling crushed stone". However, without sorting these wastes according to their brands, it is impossible to produce quality filler for concrete, obtained [2,3]. However, even when waste is sorted, the quality indicators of crushed stone are lower than natural crushed stone. The reason for this is that it contains a large amount of cement stone whose strength is less than the strength of coarse and fine filler [4, 5].

The improvement of the strength and other characteristics of recycled crushed stone is mainly achieved during crushing in a mode that ensures the separation of cement stone as much as possible [6]. Jaw and cone crushers are used to ensure such crushing mode.

To increase the characteristics of the filler, multi-stage crushing of concrete waste in "soft" mode in conventional jaw crushers can be used. To ensure such a mode, the discharge hole of the shredder should be maximally open, and shredding should be carried out by maximally filling the working environment of the shredder in the "clogging" mode. In this mode, the dispersal of concrete crumb takes place due to the mutual influence of the crushed material, unlike the traditional mode of crushing. In the traditional shredding mode, the material is dispersed as a result of its "hard" interaction with the moving jaw of the shredder. Crushing in the "soft" mode mainly ensures the disintegration of low-strength cement stone particles and the mortar part of concrete, as well as the separation of these components of concrete from large filler grains. During "soft" shredding, a large amount of dispersed mineral powders are produced along with recycled crushed stone, and the investigation of their application areas is one of the important issues.

Self-compacting concrete occupies an important place among concretes in terms of the use of mineral additives. Increasing the amount of cement paste as a matrix to ensure the rheological properties of concrete leads to an increase in cement consumption and a decrease in the economic indicators of concrete production [7,8]. In order to reduce the consumption of cement in self-compacting concrete (SCC), a high amount of pomegranate dispersion fillers is required. The use of fillers and effective plasticizers allows to increase the fluidity of cement paste, reduce water consumption and increase the strength of concrete [8-10].

At present, ash, microsilica and ground pomace are mainly used as fillers in the composition of SCC [7]. These fillers have a high specific surface area and their cost is high. From the economic point of view, it is more appropriate to use the stone screening formed during the production of recycled crushed stone as a dispersed filler of pomegranate. Due to

their chemical nature, stone screening formed during the production of grinding stones are close to the main components of concrete and do not cause its corrosion, which indicates their sufficient effectiveness in self-setting concrete. Therefore, the purpose of the research work is to obtain self-compacting concrete using the stone screening generated during the production of recycled crushed stone.

In order to determine the possibility of using superplasticizers in self-compacting concrete, the effect of various organic additives on the normal thickness of cement was first studied (Fig. 1).

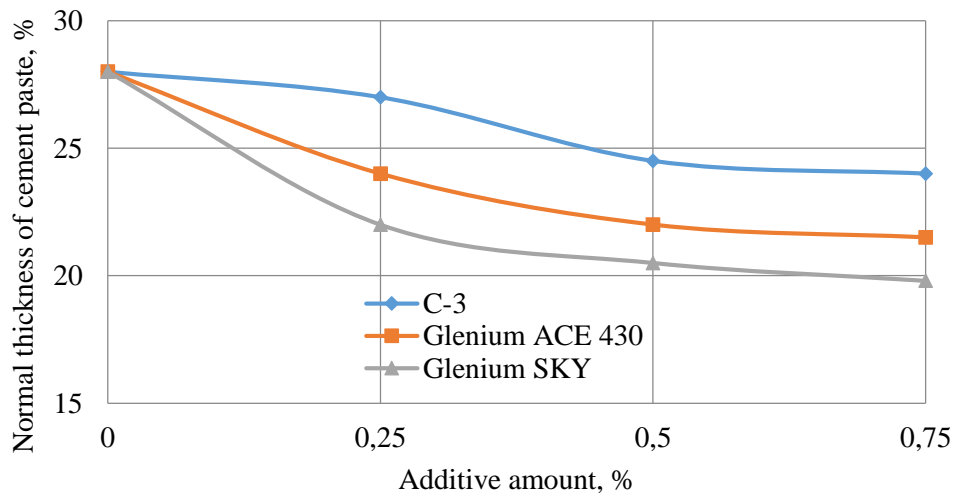


Fig. 1. Dependence of the normal thickness on the type and quantity of the additive

As can be seen from the figure, the water-reducing capacity of polycarboxylate-based additives is higher than that of naphthalene sulfonate. This is due to the different mechanism of action of additives in cement systems. Additives based on naphthalene sulfonate (C-3) remove water molecules from cement particles due to the electrostatic repulsion effect, while polycarboxylates create a sliding effect by having a steric effect. Regardless of the mechanism of action, when choosing one or another supplement, preference is given to the more efficient one. In self-compacting concrete, polycarboxylate-based additives, which have high drainage properties, are used as superplasticizers. It was determined that the introduction of nanomodifying additives into the water-cement system increases the hydration of cement several times. Therefore, nano silica and polycarboxylate-based organic-mineral additive (OMA) obtained by the sol-gel method were used in the research work [11]. OMA is obtained by titrating polycarboxylate solution with liquid glass solution mixed with water in a ratio of 1:3. Titration is carried out until the pH of the medium is 7.5. When the hyperplasticizer solution is neutralized with liquid glass solution with continuous stirring at 30°C, colloidal aggregates of SiO₂ are formed and they are stabilized by carboxylate molecules.

In the next stage of the research, the impact of the crushing mode on the quality of recycled crushed stone was studied. Conducted studies have shown that the properties of recycled crushed stone can be improved during the application of the multi-stage crushing method. As can be seen from the results given in table 1, after crushing in 3-4 stages in the "soft" mode, the properties of 5-10 mm fractional crushed stone - water absorption, porosity, and average grain thickness - improve significantly.

Table 1. Influence of crushing on the properties of secondary crushed stone fr. 5-10 mm

Number of crushing stages	Water absorption, %	Average grain thickness, mm	Porosity, %
1	7.54	4.78	4.78
2	7.42	5.24	4.73
3	6.56	5.53	4.64
4	5.67	5.89	4.55

As can be seen from table 1, as the crushing stage increases, water absorption of crushed stone decreases. Thus, when the waste concrete is crushed once, the water absorption of the crushed stone is 7.54%, and after the 2nd, 3rd and 4th stages of crushing, it is 7.42%, 6.56% and 5.67%, respectively. As the crushing stage increases, the thickness of the cement stone on the surface of the crushed stone decreases. Therefore, the porosity of crushed stone obtained from concrete waste decreases from 4.78% to 4.55% as the crushing stage increases.

As the crushing stage increases, the kinetics of change in the strength of crushed stone obtained from concrete waste is shown in fig. 2.

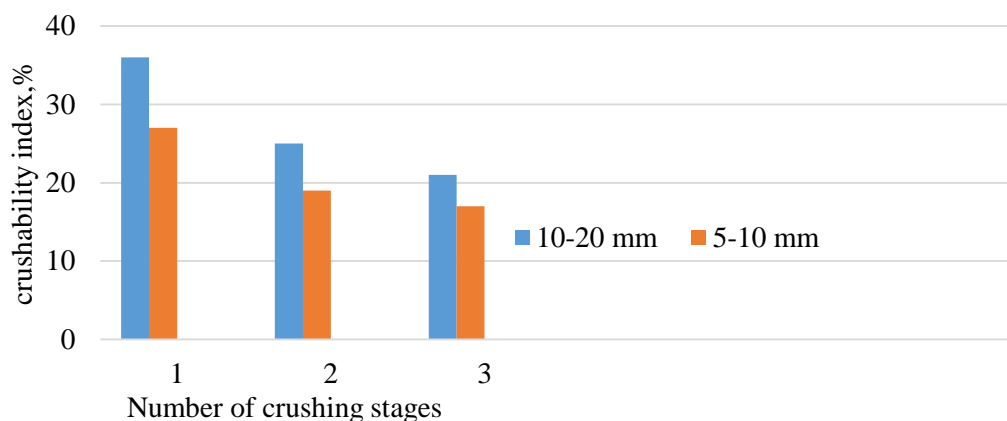


Fig. 2. The effect of repeated crushing on the strength of various fractions of recycled crushed stone

As can be seen from the graph, the strength increases as the crushing stage of 5-10mm and 10-20mm size fractions increases. According to the requirements of GOST 32495-2013, the crushing strength index is 300 during 1-stage crushing of 10-20-fraction crusher, while this indicator increases to 600 during 3-stage crushing. These results show that up to 300 grades of concrete can be produced using crushed stone obtained from 3-stage crushing in accordance with the requirements of the standard. The crushing strength of 5-10-fraction crushed stone obtained during 1-stage crushing was 400, while this indicator increased to 800 during 3-stage crushing. According to the requirements of the standard, the brand of concrete should be 2 times lower than the brand of crushed stone. From here, it can be concluded that 5-10 mm fractional recycled crushed stone can be successfully used as a filler in 400 brand concrete without using a modifier. As the number of crushing stages increases, the amount of small and fine fractions formed also increases. It is not recommended to use the pomegranate fractions produced during the crushing stage in the preparation of the ordinary concrete mix, because these fractions have low strength and cannot replace natural sand. Since the amount of cement stone in the large amount of pomegranate fractions created during crushing is high, it is necessary to determine their area of use.

Self-compacting concretes are considered the most promising area for the application of this material, considering the granular composition of multi-stage crushing products. Thus, since one of the important elements of the technology of self-compacting concrete is the use of pomegranate filler, it allows the use of a large volume of small and pomegranate fractions formed during the crushing of concrete waste [9]. In addition, restrictions are placed on the amount of large filler and its maximum size in self-compacting concrete, which is one of the arguments proving the usefulness of the use of crushed concrete scrap products in this technology. It should be noted that the increase in the use of mineral powders with different dispersions obtained during the processing of concrete waste as pomegranate filler in self-compacting concrete is considered as one of the ways to reduce its cost.

In order to evaluate the possibilities of using fillers obtained during the crushing of concrete waste in self-compacting concrete technology, two compositions were developed and studied.

In the first composition, granite crushed stone with a density of 2880 kg/m³, grade 1200, and crushed stone used to optimize the granular composition of the fine filler [12], as well as limestone flour with $S_{hx} = 340 \text{ m}^2/\text{kg}$ are used as a pomegranate filler.

In the second composition, recycled crushed stone with a fraction of 5-10 and 10-20 mm was used as a large filler, and sand with a fraction of 0.63-5 mm obtained from waste crushing was used to optimize the granular composition of the fine filler. Powders with a specific surface area of 340 m²/kg obtained from the grinding of fine sand smaller than 0.63 mm in a laboratory ball mill are used as a pomegranate dispersion filler.

Sand from the Bahramtepe field is used as a fine filler in both compositions. Since the amount of grains smaller than 0.63 mm in the composition of sand is more than 90%, natural sand is enriched with the slurry obtained from the crushing of crushed stone or concrete scrap.

To ensure the necessary spreading, Glenium SKY superplasticizer and nanosilica-based organic-mineral additive (OMA) obtained by special synthesis is applied. The use of OMA in an optimal amount ensures the stability of the rheological characteristics of modified cement systems 2 times more than in unmodified systems [8]. Therefore, during the researches, OMA was used.

The compositions of the studied concretes, their strength are shown in table 2.

Table 2. The compositions of the studied concretes and their properties

№ mix	Composition of concrete	Component consumption, kq/m ³	Spread of standard cone, mm	Strength, MPa (after)		
				1 day	28 days	365 days
1	Cement	313	575	22.6	58.4	76.6
	Water	172				
	Sand	256				
	Grushed stone (10-20)	256				
	Grushed stone (5-10)	510				
	Screening	720				
	Limestone filler	290				
	OMA	1.3				
2	Cement	313	548	15.2	55.6	75.4
	Water	190				
	Sand	256				
	Crushed concrete (10-20)	256				
	Crushed concrete (5-10)	450				
	Concrete sand	690				
	Fine filler based on crushed concrete	285				
	OMA	1.3				

As can be seen from the results given in table 2, despite the higher water consumption in the concrete mixture prepared with the use of concrete waste grinding products, its spreading is less. Replacing high-quality aggregate with recycled crushed stone leads to a 2-fold decrease in the strength of concrete at the age of 1 day. This is due to the higher water consumption in the secondary filler formulation, which causes a longer blocking effect of the plasticizer. After 28 days, the strength of concrete on crushed scrap is also lower, but the decrease is only 4.8%.

During the storage of the samples prepared with recycled crushed stone in an air-dry environment for one year, the concrete achieves a strength of 73.8 MPa.

Results

The conducted research allows us to draw the following conclusions:

- concrete waste can be used as filler in self-compacting concrete after multi-stage crushing in "soft" mode;
- Glenium SKY and an organic-mineral additive based on nanosilica are used in the preparation of self-compacting concrete as it ensures the stability of the rheological characteristics of cement systems;
- replacement of high-quality fillers in self-compacting concrete with concrete waste crushing products reduces strength by 4.8%. However, the properties of the obtained concrete, in particular, having a strength of more than 55 MPa after 28 days of hardening under normal conditions, allow their use in the constructions of modern buildings and facilities;
- the proposed technology of concrete waste processing allows for the purchase of cheap filler with the necessary granular composition for the production of highly efficient new types of concrete - self-compacting concrete.

References

1. Kalgin A. A., Fakhratov M.A. Effectiveness of the use of crushed concrete in the production of concrete and iron concrete products // CPI Mezhdunarodnoe betonnoe production. 2007. No. 5. pp. 162-163.
2. Guvalov A.A Research of crushed stone obtained from the crushing of different brands of rubble concrete in Azerbaijan Construction and Architecture, scientific and practical journal, 2022, No. 2, pp. 69-78
3. Florea M.V.A., Brouwers H.J.H. Properties of various size fractions of crushed concrete related to process conditions and re-use // Cement and Concrete Research. 2013. Vol. 52. pp. 11-21.
4. Surya M., Kanta Rao V.V.L., Lakshmy P. Recycled Aggregate Concrete for Transportation Infrastructure // Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2013. Vol. 104. pp. 1158-1167.
5. Guvalov A.A., Abbasova S.I. Effect of nanodisperse fillers on the properties of solutions The XXVI International Scientific Symposium: "Glass: Triumph of Victory", Turkey, 2022, pp. 250-253 <https://e.mail.ru/inbox/0:16535678471697621112:0/>
6. Kurochka P.N., Mirzaliev R.R. Properties of crushed stone from the products of crushing of secondary concrete as an inert aggregate of concrete mixtures // Inzhenerny Vestnik Dona, 2012, No. 4 (part 2), pp. 56-60. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1441.
7. Guvalov A.A. Mineral Additives for Concrete XX Petersburg Readings on Strength Problems. St. Petersburg, April 10-12, 2012: collection of materials 2012 Part 2, p.191, http://www.issp.ac.ru/ebooks/conf/Chteniya_2012_V_2.pdf.
8. Guvalov A.A., Abbasova S.I. Influence of Rheological Active Additives on the Properties of Self- compacting Concrete /Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed. Vol.36 No.3, p www.jwutms.net June 2021. DOI <https://doi.org/10.1007/s11595-021-2300-9>. http://www.jwutms.net:8080/clcx/index2_en.jsp

9. Ouchi M. Beton na rubezhe tret'ego tysyacheletiya: Trudy 1-oy Vserossiyskoy konferentsii po betonu i zhelezobetonu [Concrete at the Turn of the Third Millennium: Proc. of the 1st All-Russia conference on concrete and reinforced concrete]. M.: Gotika, 2001. pp. 209-215.
10. Guvalov A.A., Shahbazov E.Q. Study of the swelling process of nanobentonite clays, /Scientific works AzUAC, pp.127-130, №2, 2021, <https://www.swjournal.az/>, EBSCO
11. Guvalov A.A., Abbasova S.I. Effect of complex modifiers on properties of cement systems. *Chemical problems*. 2020, no.1 (18) pp. 26-32. DOI: 10.32737/2221-8688-2020-1-26-32
12. Butakova M.D., Zyryanov F.A. Inzenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №3, pp 68. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/983.

t.e.d. Həsənov Sabir Tehranxan oğlu

Meliorasiya Elmi-Tədqiqat İnstitutu, şöbə müdiri
sabir48tx@mail.ru

doktorant, Haqverdiyeva Ceyran Haqverdi qızı

Meliorasiya Elmi-Tədqiqat İnstitutu
ceyranhaqverdiyeva@gmail.com

TEMPERATURUN ÇAY AXINLARINA TƏSİRİ

Xülasə. Məqalədə havanın temperaturu ilə çay axınları arasında əlaqə və onun su resurslarına təsiri araşdırılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, atmosfer yağıntıları ilə bərabər çay axınlarının, həmçinin su resurslarının formalaşmasında temperatur müstəsna rol oynayır. Orta çoxillik temperaturun $0,7^{\circ}\text{C}$ artması tədqiq edilən çay axınlarının orta illik sərfinin 1,05-1,60 dəfə azalmasına, eyni zamanda mövcud su ehtiyatlarının il ərzində 2,68 milyard m^3 -nin itkiyə getməsinə gətirib çıxarır.

Açar sözlər: temperatur, buxarlanma, su itkisi, çay axını, azalma, qarışılıqlı əlaqə.

Summary. The article examines the relationship between air temperature and river flows and its impact on water resources. It was determined that along with atmospheric precipitation, temperature plays an exceptional role in the formation of river flows and water resources. A $0,7^{\circ}\text{C}$ increase in the average multi-year temperature leads to a 1,05-1,60 times decrease in the average annual consumption of the studied river streams, and at the same time, a loss of 2,68 billion m^3 of available water resources per year.

Key words: temperature, evapotranspiration, water loss, river flow, decline, mixed relationship.

Giriş. Son illərdə iqlim dəyişmələri ilə əlaqədar olaraq yağıntılardan azalması və ya regionlar üzrə qeyri-bərabər paylanması, temperaturun və buxarlanmanın artması yerüstü və yeraltı su ehtiyatlarının azalmasına səbəb olmuşdur. Hesablamalara görə ölkənin su ehtiyatları, o cümlədən çay sularının resursları təqribən orta çoxillik norma ilə müqayisədə 10-50% arasında azalmışdır. Belə bir şəraitdə temperatur faktorunun çay axınlarına təsirinin müəyyən edilməsi praktiki baxımdan mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Təhlil və müzakirələr. Temperatur faktoru çay axınlarının formalaşmasında müstəsna rol oynayır. Temperaturun artması çaylarda sululuğun qısa bir müddət ərzində artmasına, sonra isə tədricən azalmasına gətirib çıxarır. Fikrimizi aydınlaşdırmaq üçün konkret faktlara nəzər salmaq. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi atmosfer yağıntıları yerə bərk və maye formasında düşür. Bərk formada düşən yağıntılara qarşı, sulu qar və dolu daxildir. Maye şəklində düşən yağıntılara isə şiddətli və çiskin yağışlar, leysan, qatı duman daxildir. Çaylarda sel və daşqınlar, şiddətli yağışlar qar örtüyünün əriməsi və leysan hesabına yaranır. Bu prosesdən sonra çayların su rejimi sutoplayıcı hövzələrin zirvələrində yerləşən daimi buzlaqların tədricən əriməsi və

müxtəlif intensivliklə yağan yağışlar hesabına formalaşır. İl ərzində buzlaqlarda buz örtüyünün torpaqla təmasda olan qatından süzən sular qrunt sularını, qrunt suları isə öz növbəsində çayın il boyu qidalanmasını təmin edir. Mövsümlərdə temperatur rejiminin dəyişməsi, ələlxusus temperaturun orta çoxillik normadan artıq olması iki neqativ hal yaradır. Birinci halda daimi buzlaqların sahəsi və su ehtiyatı azalmağa başlayır, ikinci halda isə çayların sululuğunun azalması, hətta yay mövsümündə quruması baş verir.

Planetar miqyasda temperaturun 0,6-1,3⁰C artması, yağıntıların isə azalması dünyada dağ buzlaqlarının sayının və daimi qar örtüyü sahələrinin kəskin azalmasına gətirib çıxarmışdır, «National Geographic» jurnalında verilən məlumata görə keçən əsrin əvəllərində (1910-cu ilə qədər) Amerika Birləşmiş Ştatlarının Montana ştatında 150 dağ buzlağı olmuşdur. 2007-ci ildə aparılmış müşahidələrə görə həmin buzlaqlardan vur-tut 27-si qalmış və onların sahələri də xeyli azalmışdır [1, s.106-114].

«Euronews» televiziya kanalının 16.07.2022-ci il tarixində verdiyi məlumata görə Qafqazda mövcud olan buzlaqların sahəsi 320 km² azalmış, yayılma yüksəklikləri 4000 m-ə çatmışdır: Dağ zirvə və yamaclarında çılpaqlaşma baş vermişdir. Mütəxəsislərin hesablamalarına görə daimi buzlaqların və qar örtüyünün sahəsi ildə 1% azalır. Lakin son proqnozlara görə əgər Yer kürəsində temperatur bu gedişlə yüksəlsə, onda 10 ildən sonra Qafqaz dağlarında buzlaqların tamamilə əriməsi baş verəcək və ilkin buzlaqlardan əsər-ələmət qalmayacaq.

Azərbaycanda iqlim dəyişmələrini və dağ buzlaqlarında baş verən prosesləri öyrənmək məqsədilə Şahdağ (2712 m), Bazardüzü və Tufandağ (4172 m) meteoroloji stansiyalarda aparılmış uzunmüddətli müşahidələr əsasında müəyyən edilmişdir ki, 1986-2011-ci illər ərzində Şahdağ buzlağının sahəsi 17 hektar, Tufandağ və Bazardüzü buzlaqlarının sahəsi 4 hektar azalmışdır. 2015-ci ildən sonra buzlaqların ərimə intensivliyi daha da artmış və buzlaqların dili əvvəlki illərlə müqayisədə 10-13 m geri çəkilməmişdir [2, s.191-192].

2008-2010-cu illərə qədər olan məlumatlara görə Tyanşan buzlaqlarının sahəsi 8,6-23,0 %, Alp dağ buzlaqlarının sahəsi 18 %, Elbrus dağında buzlaqların kütləsi 40% azalmışdır. Meteoroloji müşahidələrə görə iki il ərzində (2007-2009-cu illərdə) Arktikanın sahəsi 16 % azalmışdır [2, s. 184-185].

Dünyada temperaturun artması daimi buzlaqların sahəsini azaltmaqla bərabər çaylarda sululuğun azalmasına gətirib çıxarmışdır. Hətta bir sıra çayların qurumasına səbəb olmuşdur. Bu onunla izah edilir ki, çayları ilin müxtəlif dövrlərində düşən atmosfer yağıntıları ilə bərabər həm də dağ buzlaqları qidalandırır. Yaz-yay mövsümündə dağ buzlaqlarının alt təbəqəsi tədricən əriyərək qrunt sularını, qrunt suları isə öz növbəsində çayları qidalandıraraq, onlarda axın yaradır və isti aylarda çayların qurumasının qarşısını alır.

2018-2021-ci illərdə Kişçay, Kürmükçay, Vəlvələçay və Qudiyalçay çayları üzrində aparılan ölçmə işləri əsasında müəyyən edilmişdir ki, Kişçay çayının orta illik sərfi 1,33 dəfə, Kürmükçay çayının axın sərfi 1,05 dəfə, Vəlvələçay çayının sərfi 1,29 dəfə, Qudiyalçay çayının sərfi isə 1,6 dəfə azalmışdır (cəđ.).

Cədvəl

Tətbiq edilən çayların orta aylıq və orta illik su sərfləri, m³/san

İllər	Aylar												Orta illik, m ³ /san
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Kürmükçay (İlusu məntəqəsi)													
2018	4,63	4,10	4,39	5,84	6,58	7,02	6,24	6,21	5,34	4,65	6,33	6,15	5,63
2019	4,42	5,00	5,88	5,85	7,66	6,69	5,02	5,29	6,34	4,23	4,66	3,94	5,42

2020	4,15	4,56	5,74	6,31	6,78	5,02	4,85	6,62	6,14	5,58	5,53	3,65	5,41
2021	3,61	3,94	4,58	6,48	7,58	6,87	6,73	4,80	4,66	5,73	4,86	4,43	5,36
Vəlvələçay (Təngəaltı məntəqəsi)													
2018	2,88	2,60	4,18	5,86	7,14	6,41	4,08	4,48	4,33	2,93	3,14	2,85	4,24
2019	2,75	2,75	3,18	5,33	7,60	5,71	6,55	4,63	4,47	3,00	2,86	2,69	4,30
2020	2,62	2,79	3,48	3,76	7,48	3,93	4,97	4,51	3,60	3,05	3,08	2,93	3,85
2021	2,97	2,89	3,18	4,14	4,28	3,39	3,25	2,50	2,71	4,15	3,05	2,81	3,28
Qudiyalçay (Qırz məntəqəsi)													
2018	3,51	3,03	5,19	8,69	11,11	16,15	9,50	11,12	9,69	8,51	6,15	2,91	8,00
2019	3,22	2,34	2,44	4,10	6,27	6,39	13,11	7,01	5,16	4,87	4,80	4,49	5,35
2020	4,21	4,64	5,39	6,12	12,33	9,90	8,99	7,71	7,57	4,97	4,68	4,19	7,00
2021	3,90	3,72	4,28	5,54	6,94	5,06	4,43	4,02	4,18	5,11	4,46	4,24	5,00
Kışçay (Qaynarçay məntəqəsi)													
2018	1,86	1,82	2,61	3,95	4,24	6,43	4,94	4,86	4,04	3,29	2,68	2,44	4,0
2019	5,21	4,71	5,63	7,64	9,99	8,26	7,87	6,64	7,35	6,36	5,49	4,51	7,0
2020	1,86	2,15	2,55	3,22	3,92	2,73	3,07	3,11	2,72	2,61	2,45	2,24	3,0
2021	1,85	1,79	2,22	2,53	3,63	3,43	2,62	2,35	2,62	2,93	2,19	2,12	3,0

Tətbiq edilən bu çayların sərfinin azalması həm təbii, həm də insanların təsərrüfat fəaliyyəti nəticəsində baş verir. Lakin çay axınlarının yaranmasında təbii faktorlar, əsasən atmosfer çöküntüləri və temperatur mühüm rol oynayır. Bu amillərlə bərabər çay axınının formalaşmasına həm də onu yerləşdiyi coğrafi şərait, çay hövzəsinin vəziyyəti, sel ocaqlarının olması, onların sahəsi, bitki və torpaq örtüyü və digər amillər təsir göstərir. Məsələn, Böyük Qafqazın cənub və şimal-şərq yamaclarında yerləşən dağ çaylarında axın sərfinin dəyişməsi qeyd edilənlər əyani sübutdur. Eyni zamanda iqlim anomaliyaları dağ çaylarda özünü daha aydın göstərir. Bu çaylarda qəflətən sel və daşqınlar baş verir. Lakin bu faktın özü də bilavasitə atmosfer yağıntıları ilə bağlıdır.

Araşdırmalar göstərir ki, çay axın sərfi ilə temperatur arasında birbaşa əlaqə mövcuddur və çay sərfi yağıntılarla bərabər, temperaturla da funksional asılılıqdadır. Temperaturun artması buxarlanmasını intensivləşdirir, bu da qrunut sularının, daha sonra isə çaylarda sululuğun azalmasına və ya axının tamamilə kəsilməsinə gətirib çıxarır. Təhlillər göstərir ki, buxarlanma ilə temperatur arasında aşağıdakı mütənəsiblik saxlanılır [3, s.100]:

$$E_t/E_{\text{nor}}=T_t/T_{\text{nor}}, (1)$$

burada E_t – buxarlanmanın hər hansı t zaman kəsiyində miqdarı; E_{nor} – iqlim dəyişmələrinə qədər orta çoxillik buxarlanma (norma); T_t – son illərdə iqlim dəyişməsi hesabına

yaranan orta çoxillik temperatur; T_{nor} – iqlim dəyişmələrinə qədər temperaturun orta çoxillik normasıdır.

Buxarlanmanın dəyişməsinə (artıb-azalmasını) müəyyən etmək üçün (1) bərabərliyindən E_t -in qiymətini tapırıq:

$$E_t = \frac{T_t}{T_n} E_n, (2)$$

burada bütün işarələr əvvəlki düsturlardakı işarələrdir.

Ümumdünya Meteorologiya Təşkilatının təklifinə görə temperaturun orta çoxillik normasını T_{nor} 1961-1990-cı illər ərzində müşahidə olunmuş temperaturlara görə təyin etmək lazımdır. Belə ki, bu illərdə iqlim amillərində kəskin dəyişmələr baş verməmişdir. Lakin son illərdə, əsasən 1990-cı ildən sonrakı dövrdə iqlim amilləri kəskin dəyişmişdir. Ələlxüsus temperaturun artması, yağıntıların isə azalması və regionlar üzrə qeyri-bərabər paylanması baş vermişdir.

Azərbaycanda 1961-1990-cı illərdə havanın orta çoxillik temperatur norması $T_{nor}=12,3^{\circ}\text{C}$ olmuşdur. 1990-2015-ci illərdə isə havanın orta çoxillik temperaturu ölkə üzrə $T_t=13^{\circ}\text{C}$ təşkil etmişdir [2, s. 32].

1961-1990-cı illərdə buxarlanmanın orta çoxillik miqdarı ölkə üzrə $E_{nor}=545$ mm olmuşdur. Düzənlik ərazilərdə buxarlanmanın qiyməti 1000-1400 mm, dağlıq ərazilərdə isə 100-525 mm arasında dəyişmişdir [4, s.90].

Bu qiymətləri (2) düsturunda yerinə yazıb, alırıq: $E_t=(13/12,3)\cdot 545=576$ mm.

Hesablamadan görünür ki, temperaturun artması hesabına hər il buxarlanmanın miqdarı 31 mm ($576 - 545=31$ mm) və ya $310 \text{ m}^3/\text{ha}$ artmışdır. Bu qiymət olduqca böyük qiymətdir və onun hesabına çaylarda sululuğun və yeraltı su hövzələrində isə su ehtiyatlarının tədricən azalması prosesi baş verir. Temperaturun artması nəticəsində ölkə ərazisində buxarlanmanın miqdarı hər il $2,68 \text{ mld m}^3$ ($V=Q\cdot E=8640000\cdot 310=2,68\cdot 10^9 \text{ m}^3$) və onunla əlaqədar olaraq su itkisi bir o qədər artmışdır. Bu da su qıtlığının yaranmasına səbəb olan faktorlardan biridir.

Nəticə. İqlim amillərinin təbiətinin təhlili göstərir ki, çay axınına temperaturun və onunla sıx bağlı olan buxarlanmanın təsiri olduqca böyükdür. Ona görə də çay axınları və su resursları hesablanarkən, proqnozlaşdırılarkən və dəyişmə qanunauyğunluqları müəyyən edilərkən temperatur faktorunun nəzərə alınması vacibdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Həsənov S.T., Allahverdiyeva F.F. Qlobal iqlim dəyişmələri: xronika, qlobal istiləşmə, yaranma səbəbləri, əks baxışlar // Azərbaycan aqrar elmi. 2017, № 4, -s. 106-114.
2. Mahmudov R.N. Müasir iqlim dəyişmələri və təhlükəli hidrometeoroloji hadisələr / R.N. Mahmudov. -Bakı: Ziya, 2015, - 232 s.
3. Həsənov S.T., Allahverdiyeva F.F. Qlobal iqlim dəyişmələri və onun su ehtiyatlarına təsiri // AzHvəM EİB-nin Elmi əsərlər toplusu. XXXVII c. -Bakı: Elm, 2017 -s.65-74.
4. Cəfərov Q.V., Əliyev M.N., Mahmudov S.F. Respublikanın dağ çayları axımının dəyişkənliyinin qiymətləndirilməsi / AzETSPİ-nin “Su ehtiyatlarının səmərəli və kompleks istifadəsinin müasir problemləri” mövzusunda Elmi əsərləri. -Bakı: 2011, -s. 3-10.

ULTRASƏS SENSORLARI VASİTƏSİLƏ BİNALARDA DAXİLİ AŞKARLANMANIN ARAŞDIRILMASI

Abstract: Nowadays, concept of smart building become crucial in solution of global environmental problems. Development of new solutions in this field to enhance current technology for better efficiency is getting more attention of researchers from diverse backgrounds This review article covers the human detection systems by UV sensors, as this technology promises great results in optimizing performance of HVAC systems in smart buildings. Such systems can potentially prevent excessive usage of energy by HVAC system of building without radical changes in the structure of existing buildings. As a general principle, the human detection system determines the real-time occupancy of building and adjusts the temperature and air conditioning according to received data.

Açar sözlər: istilik, ventilyasiya sistemləri, ağıllı bina, ultrasəs sensorları, enerji effektivliyi, ağıllı şəhər.

Keywords: heating, ventilation systems, smart building, ultrasonic sensors, energy efficiency, smart city

GİRİŞ

Müasir dövrdə enerji itkilərini minimuma endirmək üçün çoxlu sayda planlar işlənir, araşdırılır və tədqiq olunur. Bu problemlərin həlli üçün dünya təşkilatları, həmçinin Avropa İttifaqı (Aİ) dövlətlərinin qarşısına müəyyən tələblər və məqsədlər qoymuşdur ki, bununla bağlı şəhər infrastrukturalarında enerji effektivliyinə yönəlmiş bir sıra tədbirlər görülür. Şəhərin enerji tələbatında isə əsas hissəni binalar tutur. Binaların həm ən böyük enerji istehlakçıları, həm də bərpa olunan enerjinin ən böyük istehsalçılarından birinə çevrilərək gələcək enerji sistemi üçün getdikcə daha mühüm rol oynayacaq və bina sektorunda enerji səmərəliliyinin istixana qazı emissiyalarının azaldılmasına böyük şəkildə töhfə verə biləcəyi qəbul edilir [1, səh. 3-5]. Binalarda enerji səmərəliliyini artırmaq üçün ağıllı sistemlər işlənib hazırlanmışdır ki, bu sistemlər enerji təchizatı sistemlərinin işinə nəzarət edir və hər hansı çatışmazlıq faktı qeydə alındıqda xəbərdarlıq signalı ötürərək insan müdaxiləsilə və ya avtomatlaşdırılmış şəkildə birbaşa öncədən sistemə daxil edilmiş parametrlər vasitəsilə uyğun tədbirlər görür. Bu sistemlər müasir “ağıllı bina” konseptində tikilən bütün binaların enerji effektivliyini lazımı səviyyəyə qədər çatdırmaqda müsbət nəticələr göstərir. Bununla yanaşı, enerji effektivliyi ilə bağlı qoyulmuş hədəflərə tam olaraq çatmaq və mövcud şəhər quruluşlarında “ağıllı şəhər” konsepsiyasını qurmaq üçün səylər mövcud binalara yönəldilməlidir. Məlum olduğu kimi, mövcud binalarda konstruksiyaların bərpası və ya ümumiyyətlə yenidən qurulması böyük maddi vəsait tələb etdiyindən və yaxud mümkün olmadığından enerji itkilərinin minimuma endirilməsində bu yeni texnologiyalara daha çox ehtiyac duyulur.

Enerji təchizatı sistemlərinə nəzər yetirdikdə isə HVAC (istilik, havalandırma və kondisioner) sistemləri ümumi enerji tələbatının təxminən 50%-ni təşkil edir. Belə qənaətə gəlmək olar ki, tədqiq olunan yeni texnologiyaların HVAC sistemlərində tətbiqi ilə əldə olunan enerji səmərəliliyi ümumi binanın enerji itkilərinin azaldılmasında mühüm rol oynayır [2, səh. 4-8]. Ağıllı binaların təchizat sistemlərində enerji qənaətli yanaşmalar tələb olunduğundan bu sistemlərə daimi nəzarət və enerji sərfiyyatının lazımı həddə saxlanması çox mühümdür. Lakin mövcud binalarda bu cür nəzarətin olmaması təchizat sistemlərində enerji itkilərinə səbəb olur. Xüsusilə də binalar boş olduğu halda və yaxud havalandırma təchizatı tələb olunduqda enerji itkisi konstruksiyalarda baş verən itkilərlə birlikdə ümumi itkinin artmasına səbəb olur. Bu tip binalarda əlaqələndirilmiş ağıllı idarəetmə sistemlərinin qurulması bir qədər

çətin və bahalı prosesdir. Lakin rəqəmsal texnologiyaların həmçinin müxtəlif sensorlar, rabitə texnologiyaları, verilənlərin analitik alqoritmləri bu prosesi daha səmərəli və əlçatan edir.

Bu cür texnologiyalar vahid bir sistem altında birləşərək ümumi ağıllı bina sistemlərinin hazırlanmasına kömək edir və xüsusilə də binalarda insanların identifikasiyasını təmin etməklə HVAC sistemlərinin işinə nəzarət və avtomatlaşdırmanı təmin edir. Bu mövzuyla bağlı mövcud ədəbiyyatda çox sayda müxtəlif prinsipə əsaslanan sistemlər tədqiq olunmuşdur. Bu məqalədə isə ultrasəs sensorlarına əsaslanmış identifikasiyanın mövcud bina strukturuna inteqrasiyası təklif olunur [3, səh. 5].

ƏSAS HİSSƏ

Qeyd olunduğu kimi, sistemin iş prinsipi qapı çərçivəsinə quraşdırılmış 3 ultrasəs sensoruna əsaslanır ki, bu sensorlar subyektə məxsus müxtəlif parametrləri qeydə alaraq mərkəzi nəzarət hissəsinə ötürür və hər bir sakinlə bağlı göstəricilər klasterlərdə saxlanılır. Nəzarət hissəsi isə öncədən daxil edilmiş alqoritmlərlə sistemin işini tənzimləyir. Avtomatlaşdırma prosesi də məhz sistemin nəzarət hissəsində aparılır. Məlum olduğu kimi müasir idarəetmə sistemləri inkişaf etsələr də onların əksəriyyətində ani olaraq baş verən dəyişiklər və parametrləri öncədən təyin etmək mümkün olmur və həmin sistemlər daim insan nəzarətini tələb edir. Lakin araşdırılan idarəetmə sistemi isə konkret olaraq insanların rifahına və seçiminə, ümumi parametrlərə əsaslandığı üçün alqoritmlər sakinlərin seçim üstünlükləri və sensorlar tərəfindən qəbul edilən parametrlər arasında müəyyən əlaqə yaradaraq sistemin işini tənzimləyə bilər. Sistemin qapıda yerləşdirilmiş cihaz təminatının əsas məqsədi insanların qapı çərçivəsindən keçərkən hündürlükləri, istiqamətləri, eni və s. kimi əsas fərqləndirici göstəricilərini təyin etməkdir [4, səh. 9-10].

Bu platformanın növbəti məqsədi isə enerji tələbatı, qiyməti və dizayn cəhətdən hərəkətə heç bir maneə törətməməsidir. Sistemin tətbiq olunduğu binada maddi cəhətdən səmərəli olması əsas faktor kimi nəzərə alınmalıdır. Hər bir mənzildə ayrılıqda quraşdırılmış sistemlər ümumi nəzarət sistemi ilə əlaqələndirilir. Bu əlaqələndirmə simsiz ötürmə cihazları və ya ötürücü kabellər vasitəsilə hər mərtəbə üçün ayrılmış qəbuledicilərə ötürülür [5, səh. 1-4]. Bu qəbuledicilərdə toplanmış məlumatlar isə ümumi bina serverlərinə ötürülür və datalarda hər bir mənzil üçün ayrılmış klasterlərdə saxlanılır. Ümumi bina dataları mərkəzi istilik sistemlərinin işini tənzimləyir və binanın hər bir mənzilini lazımi miqdarda istilik enerjisi ilə təmin edir.

Datalarda yaddaş limitini nəzərə alaraq nəzarət sistemi uzun müddət mənzilə daxil olmayan insanlara məxsus məlumat və parametrləri klasterlərdən silir. Bu həmçinin oxşar parametrlərə malik sakinlər arasında seçim edən zaman sistemin işini asanlaşdırır, çünki klasterlərdə sakinlərə məxsus parametrlər çoxaldıqca oxşar insan parametrlərinin də sayı çoxalır və bu təyin etmələr zamanı bəzi səhvlərə zəmin yaradır [6, səh. 843-850].

Müasir binaların yaşayış otaqlarında gigiyenik nöqtəyi-nəzərdən qəbul edilən orta optimal temperatur 22°C qəbul olunur. Lakin müxtəlif insanlar üçün bu göstərici müxtəlif ola bilər. Buna görə hər bir mənzildə yaşayan sakinlərin seçiminə görə mənzillər üçün ayrılıqda orta temperatur təyin olunur. Əgər mənzilə sistemə yad olan qonaq daxil olarsa, sistem tərəfindən öncədən qeyd etdiyimiz orta əlverişli temperatur seçilir.

Sistemin cihaz təminatında enerji itkilərini azaltmaq üçün əlavə hərəkət sensoru da yerləşdirmək olar ki, bu da yalnız qapı ətrafında subyekt aşkar etdikdə sistemin işləməsi üçün şərait yaradır, qalan vaxtlarda isə sistem yuxu rejiminə keçir.

NƏTİCƏ

“Ağıllı bina” konsepsiyası müasir şəhər infrastrukturunun qurulmasında və enerji effektivliyinin artırılmasında mühüm konsepsiyalardan biridir. Eyni zamanda bu konsepsiya özlüyündə yeni texnologiyaların tətbiqini tələb edir. Enerji effektivli binalarla yanaşı, qabaqcıl texnologiyaların inkişafına da zəmin yaradır. Təqdim olunan məqalədə bu tip qabaqcıl texnologiyalardan olan ultrasəs sensorlarının HVAC sistemlərinə tətbiqi ilə qurulacaq nəzarət sistemi araşdırılır. Bu sistem mənzildə insan sayını aşkar edərək hətta sakinlərin hansı otaqlarda

olduğunu təyin edir və həmin parametrlərə əsasən havalandırma və isitməni təmin edir. Boş otaqların havalandırılması və qızdırılması və yaxud içində insan sayı çox olan otaqların az havalandırılması və istiliyin çox verilməsi enerji itkiləri ilə yanaşı, insanların rifahı üçün də əlverişsiz və səmərəsiz hesab olunur. Yəni bu sistem enerji effektivliyi ilə yanaşı, insanlar üçün mənzillərdə ideal hava və istilik şəraiti də yaradır. Həmçinin cihaz təminatı və sistemin quraşdırılması zamanı texnoloji xərclər az olduğundan havalandırma və isitmə təminatı üçün xərclənən ödənişlər də azaldığı üçün bu sistemin sakinlər tərəfindən ideal seçim olaraq qəbul edilməsi növbəti müsbət cəhətdir. Nəticə olaraq qeyd edə bilərik ki, təklif olunan sistem mövcud bina infrastrukturalarında böyük vəsait tələb edən rekonstruktiv işlər aparmadan “ağıllı şəhər” konsepsiyasının qurulmasına şərait yaradır.

ƏDƏBİYYAT

1. Timothy W. Hnat, Erin Griffiths, Ray Dawson, and Kamin Whitehouse. 2012. Doorjamb: Unobtrusive room-level tracking of people in homes using doorway sensors. In Proceedings of the Conference on Embedded Network Sensor Systems (SenSys'12), səh. 14
2. Nacer Khalil, Driss Benhaddou, Omprakash Gnawali, and Jaspal Subhlok. 2017. SonicDoor: Scaling person identification with ultrasonic sensors by novel modeling of shape, behavior and walking patterns. In Proceedings of the 4th ACM International Conference on Systems for Energy-Efficient Built Environments (BuildSys'17), səh. 10.
3. Shijia Pan, Ningning Wang, Yuqiu Qian, Irem Velibeyoglu, Hae Young Noh, and Pei Zhang. 2015. Indoor person identification through footstep induced structural vibration. In Proceedings of the Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (HotMobile'15), səh. 6.
4. W. ur Rehman, E. de Lara, and S. Saroiu. CILoS: A CDMA Indoor Localization System. In *The 10th International Conference on Ubiquitous Computing, (UbiComp '08)*, 2008, səh. 10.
5. W. H. Liao, C. L. Wu, and L. C. Fu. Inhabitants Tracking System in a Cluttered Home Environment via Floor Load Sensors. *The IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, (T-ASE '08)*, 5(1):10--20, 2008, səh. 20.
6. D. Reid. An Algorithm for Tracking Multiple Targets. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 24(6) 1979, səh. 854.

Qəniyeva Saçlı Abdullaq qızı

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, dosent, 0000-0001-7495-2758
s.ganiyeva@hotmail.com

Qaziyeva Pərvanə Çingiz qızı

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, baş müəllim, 0000-0002-6028-6106,
pervane.qaziyeva@mail.ru

Dənziyev Ramal Mirzəhəsən

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, baş müəllim, 0000-0003-1207-953c
r.denziyev@mail.ru

ŞƏHƏRİN 3D MODELİNİN YARADILMASI TEXNOLOGİYALARI VƏ ÜSULLARI

Xülasə. Məqalədə şəhər ərazisinin 3D modelinin yaradılması texnologiyaları və üsulları haqqında məlumatlar verilmişdir. Şəhər ərazinin 3D modelinin avtomatik, yarı avtomatik və mexanik üsullarla alınması yolları qeyd edilmişdir. Burada 3D modellərinin əsas üstünlükləri göstərilməklə yanaşı onların mənfi cəhətləri də göstərilmişdir. Məqalədə şəhər ərazisinin

fotoqrammetriya üsulu və lazer skanerlər əsasında 3D modelinin alınması haqqında da məlumatlar verilmişdir. Məqalənin təhlilindən belə bir nəticəyə gəlinmişdir ki, şəhərin 3D modelləşdirilməsi üsulunun seçimi layihənin xüsusi tələblərindən, mövcud resurslardan və istənilən dəqiqlik səviyyəsindən asılıdır.

Açar sözlər: 3D model, avtomatik üsul, mexanik üsul, hibrid üsul, lazer skaynerlər

Summary. The article provides information on technologies and methods for creating a 3D model of an urban area. Methods for obtaining a 3D model of an urban area using automatic, semi-automatic and mechanical methods are indicated. Here, along with the main advantages of 3D models, their disadvantages are also shown. The article also provides information about the method of photogrammetry of an urban area and obtaining a 3D model based on laser scanners. As a result of the analysis of the article, it was concluded that the choice of a 3D city modeling method depends on the specific requirements of the project, available resources and the desired level of accuracy.

Keywords: 3D model, automatic method, mechanical method, hybrid method, laser scanners

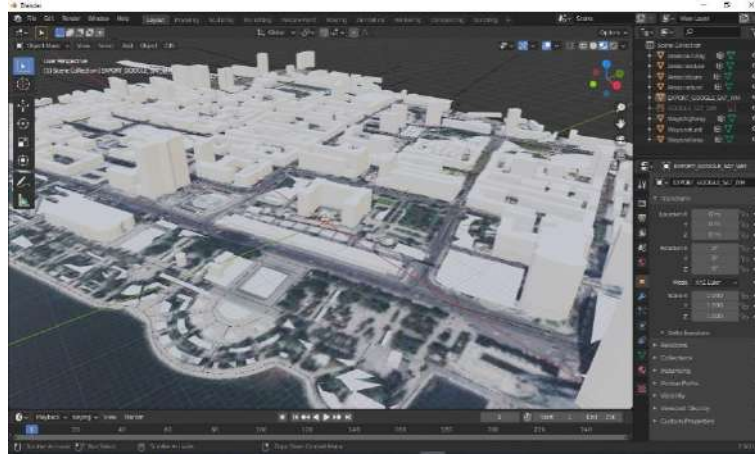
Giriş. Şəhərin üçölçülü modeli dedikdə binaların və digər şəhər obyektlərinin, komponentlərinin üçölçülü qrafik təsvirindən ibarət olan, şəhər ərazisinin kompüterləşdirilmiş modelidir. Eyni zamanda şəhərin üçölçülü modeli 3D modelləşdirmə proqramından istifadə edilməklə yaradılmış şəhər ərazisinin rəqəmsal təsviridir. 3D şəhər modeli, istifadəçilərə şəhər planlaşdırma, memarlıq, ətraf mühitin idarə edilməsi, nəqliyyat və s. sahələrdə bir sıra üstünlüklər təmin etməklə, virtual mühitdə şəhəri vizuallaşdırmağa və onunla qarşılıqlı əlaqə qurmağa imkan verir. Əsasən şəhərin üçölçülü modelinə adətən binalar, yollar, körpülər, parklar və şəhərin digər xüsusiyyətləri və komponentləri, eləcə də dağlar və meşələr kimi təbii xüsusiyyətləri daxildir. Bu cür modellər mexaniki proseslərdən avtomatik proseslərə qədər müxtəlif üsul və texnologiyalardan istifadə etməklə yaradıla bilər.

Şəhərin üçölçülü modelinin hazırlanması üçün üç əsas geomatik metoddan istifadə olunur. Birinci metodda vektor xəritə məlumatlarından, rəqəmsal hündürlük modelindən, aerofotoşkillərdən istifadə olunur. İkinci metod lazer skanerlər vasitəsilə əldə olunan məlumatlara və yüksək keyfiyyətə malik peyk şəkillərinə əsaslanır. Üçüncü metodda rəqəmsal səth modeli və tekstura xəritələri üçün yaxın məsafəli fotoqrammetriyadan və yerüstü şəkillərdən istifadə edilir.

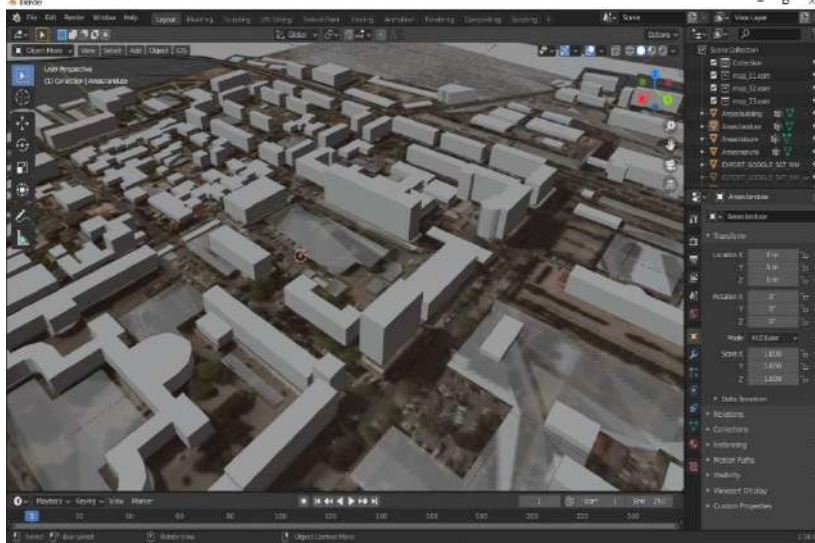
Şəhərin üçölçülü modelləşdirilməsi müxtəlif geomatika üsullarının və müxtəlif yanaşmaların tətbiqi ilə yerinə yetirilir. Bu üsullar iki əsas yerə bölünür: birincisi avtomatlaşdırmaya, ikincisi isə məlumat daxiletmə metoduna əsaslanır. 3D modelləşdirmə üsulları əsasən aşağıdakı növlərə bölünür:

- Avtomatlaşdırma: avtomatik, yarı avtomatik, mexaniki;
- Məlumat daxiletmə metodu: fotoqrammetriya, lazer skanerlər;
- 3D şəhər modelinin yaradılması üçün fotoqrammetriya əsaslı üsullar: peyk fotoqrammetriyası, yaxın məsafəli fotoqrammetriya;
- Lazer skanerlər: hava lazer skanerləri, yerüstü lazer skanerləri;
- Hibrid üsullar: bu üsulların birləşməsi də 3D şəhər modelinin yaradılması üsuludur.

Şəhərin 3D modelini yaratmaq üçün üç əsas metod var: avtomatik, yarı avtomatik və mexaniki yəni, əl ilə.



Şəkil 1. Şəhər ərazinin 3D modelinin avtomatik üsulla alınması



Şəkil 2. Avtomatik üsulla Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin hazırlanmış 3D modeli

Avtomatik olaraq şəhərin üçölçülü modelləşdirilməsi (şəkil 1 və 2): Bu metoddə şəhərin 3D modeli süni intellekt, CİS və digər məlumat bazalarına, mənbələrinə əsaslanan avtomatlaşdırılmış üsullardan istifadə etməklə yaradılır. Bu metod insan müdaxiləsi olmadan tələb olunan xüsusiyyətləri avtomatik çıxarmaq və 3D şəhər modeli yaratmaq üçün alqoritmlərdən istifadə edir [1,5].

Avtomatik 3D şəhər modelləşdirilməsinin əsas üstünlüyü sürət və geniş əraziləri modelləşdirmək qabiliyyətidir, çünki bu metodla böyük ərazilər tez və səmərəli şəkildə modelləşdirilə bilər [1,2]. Avtomatik olaraq şəhərin 3D modelləşdirilməsinin əlavə üstünlüklərinə, böyük verilənlər toplusunu idarə etməsi, tez və səmərəli olması və mexaniki əl metodlarından daha az səhvə yol verməsidir. Mənfi cəhətləri isə incə detalları və məqamları tuta bilməməsi, məhdud dəqiqlik, səhvləri düzəltmək və ya çatışmayan məlumatları doldurmaq üçün sonrakı emal prosesi tələb oluna bilər [1,3].

Yarı avtomatik şəkildə şəhərin üçölçülü modelləşdirilməsi (şəkil 3 və 4): Bu metod 3D şəhər modelini yaratmaq üçün avtomatlaşdırılmış üsulları, mexaniki əl metodu ilə birləşdirir [3,5]. İlkin model avtomatlaşdırılmış metoddan istifadə etməklə yaradılır, sonra detallar əlavə etmək, modeli təkmilləşdirmək və dəqiqliyi təmin etmək üçün model əl ilə redaktə edilir. 2-ci şəkildə əsaslanan 3D modelləşdirmə prosesini də yarı avtomatik metoda əlavə etmək olar [3]. Yarı avtomatik metod ilə 3D şəhər modelləşdirilməsinin əsas üstünlüyü sürət və dəqiqlik arasında tarazlığı təmin etməsidir. Yarı avtomatik metodun digər üstünlükləri, avtomatik

metodlardan daha dəqiq olması, mexaniki əl metodundan daha sürətli ola bilməsidir. Mənfi cəhətləri isə, mexaniki əl metodu ilə müqayisədə hələ də dəqiqlik və detalların məhdud olmasıdır.



Şəkil 3. Şəhər ərazinin 3D modelinin yarı-avtomatik üsulla alınması



Şəkil 4. Yarı-avtomatik üsulla universitetin hazırlanmış 3D modeli

Mexaniki yəni əl ilə, şəhərin üçölçülü modelləşdirilməsi (şəkil 5 və 6): Bu metod 3D modelləşdirmə proqramlarından istifadə edərək tamamilə əl ilə 3D şəhər modellərinin yaradılmasını nəzərdə tutur. Bu metod, əsasən hər bir şəhər komponentinin və detalının əl ilə modelləşdirilməsi nəticəsində 3D modelin sıfırdan qurulmasını nəzərdə tutur [2,5]. Bu modellərə şəhər ərazisinin relyefi, infrastrukturunu, yollar, binalar bir sözlə desək, şəhər mühiti tamamilə mexaniki olaraq modelləşdirilir. Təbii ki, bu metodda da şəhər ərazisinin bəzi komponentlərini avtomatik şəkildə əldə edib, üzərində dəyişikliklər apararaq, şəhər modelini daha da təkmilləşdirmək mümkündür. Əl ilə 3D şəhər modelləşdirilməsinin əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, bu metod ətraflı və fərdiləşdirilmiş modellər yaratmağa imkan verən ən yüksək dəqiqlik və nəzarət təmin edir. Mexaniki əl metodunun əlavə olaraq üstünlüklərinə ən yüksək dəqiqlikli və detallı 3D modellərin hazırlanması, daha çox yaradıcılığa imkan yaradır. Mənfi tərəfləri isə zəhmət tələb edən və vaxt aparan bir prosesdir. Bu metodda ixtisaslı təlim keçmiş kadrlar tələb olunur.



Şəkil 5. Şəhər ərazisinin 3D modelinin mexaniki üsulla alınması



Şəkil 6. Mexaniki üsulla universitetin hazırlanmış 3D modeli

Fotoqrammetriyaya əsaslanan 3D şəhər modelləşdirilməsi müxtəlif bucaqlardan çəkilmiş fotosəkillərdən istifadə edərək şəhərin rəqəmsal 3D modelinin yaradılması prosesidir (şəkil 7). Bu üsul son illərdə şəhərlərin və şəhər komponentlərinin 3D modellərini yaratmaq üçün geniş istifadə olunur və CİS məlumatları ilə birlikdə tətbiq oluna bilər. Fotoqrammetriya üsulu obyektin və ya şəhər ərazisinin 2D şəkillərini çəkməyi və sonra 3D model yaratmaq üçün onları emal etməyi əhatə edir [2].



Şəkil 7. Şəhər ərazisinin fotoqrammetriya üsulu əsasında alınan 3D modeli

Fotoqrammetriyaya əsaslanan 3D şəhər modelləşdirilməsi prosesi adətən aşağıdakı mərhələləri əhatə edir:

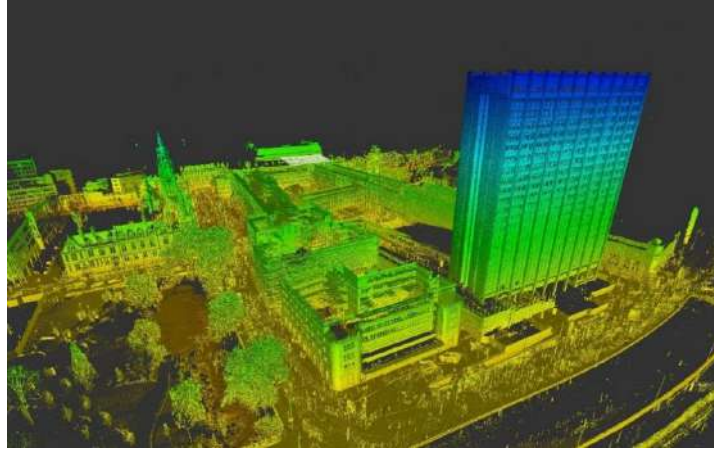
Məlumatların toplanması və şəkillərin emalı: birinci addım şəhərin yüksək keyfiyyətli aero və ya yerüstü fotosəkillərini toplamaqdır. Bu, dronlar, təyyarələr və ya peyk görüntülərindən istifadə etməklə edilə bilər. Şəkillər yüksək keyfiyyətli olmalı və şəhərin bütün

aspektlərini əks etdirmək üçün müxtəlif bucaqlardan çəkilməlidir [3,4]. İkinci addım 3D nöqtə buludu yaratmaq üçün şəkilləri emal etməkdir. Bu, şəkillərdəki obyektləri avtomatik aşkarlaya, uyğunlaşdırma və 3D nöqtə buludlarını yaratmaq üçün onları hazırlaya bilən fotoqrammetriya proqramından istifadə etməklə həyata keçirilir.

Nöqtə buludunun filtrasiyası və səthin yenidən qurulması: Əvvəlki addımda yaradılan 3D nöqtə buludunda lazımsız nöqtələr və səhvlər ola bilər. Dəqiq bir model əldə etmək üçün bu lazımsız nöqtələri, nəzərdən keçirmək lazımdır. Bu, əl ilə və ya avtomatlaşdırılmış alqoritmlərdən istifadə etməklə edilə bilər. Nöqtə buludu hazırlandıqdan sonra “mesh” əsaslı yanaşmadan istifadə edərək səth modeli yaradıla bilər. “Mesh” əsaslı metodda nöqtələr üçbucaq şəbəkəsi yaratmaq üçün birləşdirilir və şəbəkədən yekunda səth modeli əldə edilir.

Tekstura, üzlük xəritələşdirilməsi: Son addım 3D modelin real görünməsi üçün ona tekstura əlavə etməkdir. Bu, orijinal fotosəkilləri 3D modelə uyğunlaşdırmaqdan və şəkilləri onun səthinə tətbiq etməkdən ibarətdir.

Lazer skanerlərinə əsaslanan 3D şəhər modelləşdirilməsi, şəhərin ətraf mühiti və elementləri haqqında dəqiq və ətraflı məlumat əldə etmək üçün istifadə edilən məşhur texnikadır (şəkil 8). Lazer skanerlər, ətrafdakı obyektlər arasındakı məsafəni ölçmək üçün lazer işığından istifadə edən məsafədən zondlama üsuludur. Bu məlumatlar daha sonra skan edilmiş ərazinin 3D modelini yaratmaq üçün istifadə olunur.



Şəkil 8. Şəhər ərazisinin lazer skanerlər əsasında alınan ilkin 3D modeli

3D şəhər modelləşdirilməsi üçün lazer skanerlərdən istifadənin bir sıra üstünlükləri var. Lazer skanı məlumatları yüksək səviyyədə detallı çəkə bilər, bu da mürəkkəb şəhər mühitlərinin dəqiq 3D modellərini yaratmağa imkan verir. Bundan əlavə, lazer skaner məlumatları tez və səmərəli şəkildə toplaya bilər.

Bununla belə, 3D şəhər modelləşdirilməsi üçün lazer skanerlərdən istifadənin bəzi mənfi tərəfləri də var. Əsas mənfi cəhətlərdən biri lazer skaneri üçün tələb olunan avadanlıq və proqram təminatının qiymətinin yüksək olması və lazer skanına yağış və duman kimi hava şəraiti təsir edə bilməsidir. Lazer skanerlə 3D modellərin əldə edilməsi verilənləri idarə etmək və emal etmək üçün xüsusi bacarıq və təlim tələb edir ki, bu da onu mürəkkəb və vaxt aparan prosesə çevirir.

Şəhərin 3D modelləşdirilməsinin hibrid üsulu avtomatik, yarı avtomatik və əl üsullarının birləşməsidir. Bu, aero və yerüstü fotoqrammetriya, LiDAR və CİS kimi müxtəlif mənbələrdən əldə edilən məlumatların inteqrasiyasını əhatə edir. Proses müxtəlif sensorlar vasitəsilə məlumatların toplanması ilə başlayır, daha sonra şəhərin 3D modelini yaratmaq üçün xüsusi proqram təminatı vasitəsilə emal edilir. Hibrid metodun ilk addımı sensorlar kombinasiyasından istifadə etməklə məlumat toplamaqdır. Məsələn, aero fotoqrammetriya geniş bir ərazidən məlumat almaq üçün istifadə oluna bilər, LiDAR isə kiçik ərazilərin ətraflı xəritəsi üçün istifadə edilə bilər [5,6]. Məlumatlar toplandıqdan sonra bir çox məlumat növlərini

idarə edə bilən xüsusi proqram təminatından istifadə etməklə emal edilir. Proqram təminatı ümumi xüsusiyyətləri müəyyən edərək və daha dəqiq model yaratmaq üçün onları birləşdirə bilər.

Yarımavtomatik üsul avtomatik üsuldan əldə olunan modeli dəqiqləşdirmək üçün istifadə olunur. Bu, 3D modelləşdirmə proqramından istifadə edərək modeli əl ilə tənzimləməklə həyata keçirilir. Əl üsulu modelə detallar və teksturalar əlavə etmək üçün istifadə olunur ki, bu da avtomatlaşdırılmış üsullardan istifadə etməklə mümkün deyil. Hibrid metodun digər 3D şəhər modelləşdirmə üsulları ilə müqayisədə bir sıra üstünlükləri var. İlk olaraq, müxtəlif mənbələrdən alınan məlumatları birləşdirir ki, bu da modelin dəqiqliyini artırır. İkincisi, bu metod şəhərin, o cümlədən binaların, yolların və digər infrastrukturun ətraflı modelləşdirilməsinə imkan verir. Üçüncüsü, bu üsul əl üsulları ilə müqayisədə daha sürətlidir, çünki avtomatlaşdırılmış üsullar qısa müddətdə böyük həcmdə məlumatları emal edə bilər. Bununla belə, hibrid üsulla bağlı bəzi çətinliklər də var. Müxtəlif məlumat növlərinin emalı mürəkkəb ola bilər və xüsusi proqram təminatı və bacarıqlar tələb edir, müxtəlif sensorlardan istifadə edərək məlumat əldə etməyin dəyəri yüksək ola bilər və ən əsası modelin düzgünlüyünə müxtəlif mənbələrdən toplanmış verilənlərdəki səhvlər təsir göstərə bilər.

Nəticə. Sadalanmış metodlar içərisində şəhərin 3D modelləşdirməsinin hibrid üsulu müxtəlif metodların üstünlüklərini birləşdirən güclü bir yanaşmadır. Bununla belə, metod xüsusi bacarıq və proqram təminatı tələb edir və məlumatların əldə edilməsinin dəyəri yüksək ola bilər. Şəhərin 3D modelləşdirilməsi üsulunun seçimi layihənin xüsusi tələblərindən, mövcud resurslardan və istənilən dəqiqlik səviyyəsindən asılı olaraq dəyişir.

Ədəbiyyat

1. 1. Gülç, E. (2018). The potential of 3D city models in urban planning and design. *Planning Practice and Research*, 33(5), p 559-575.
2. 2. Kersten, T. P., Lindstaedt, M., & Tschirschwitz, F. (2019). Detailed 3D modeling of buildings. *ISPRS International Geo-Information Journal*, 8(3), p 138.
3. 3. Deakin, M. and Al Waer, H. (2011). From smart cities to smarter cities. *Smart Buildings International*, 3(3), p 140-152.
4. 4. Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). Current trends in Smart City initiatives. *Cities*, 38, p 25-36.
5. 5. Remondino, F., & El-Hakim, S. (2006). Image-based 3D modeling: an overview. *Photogrammetric Record*, 21(115), 269-291.
6. 6. Hsieh, Y. T., Lee, C. H., & Liao, W. H. (2019). 3D modeling of urban areas by combining remote sensing and GIS data. *Sustainable Cities and Society*, 44, p441-452.

Qəniyeva Saçlı Abdullaq qızı

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, dosent, 0000-0001-7495-2758
s.ganiyeva@hotmail.com

Verdiyev Səfai Bağır oğlu

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, baş müəllim, 0000-0003-1935-1831
sefailverdiyev@gmail.com

Qüdrətzadə Şəfəq Vaqif qızı

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, assistent, 0000-0002-7631-4650
shafeq.qudretzade@mail.ru

SEYSMİK TƏSİRLƏR ZAMANI DEFORMASIYA NƏZƏRƏ ALINMAQLA HİDROTEKNIKİ QURĞULARIN MODELLEŞDİRİLMƏSİ METODOLOGİYASI

Xülasə. Hidrotexniki qurğular və xüsusilə hündür beton bəndlər təhlükə obyektləridir, onların zədələnməsi nəinki əhəmiyyətli maddi ziyana, həm də çoxsaylı insan tələfatına səbəb ola bilər. Bir çox hidrotexniki qurğular yüksək seysmikliyi olan ərazilərdə inşa edilmişdir və

dünya praktikasında zəlzələlər nəticəsində iri bəndlərin ciddi zədələnməsinə dair nümunələr də məlumdur.

Həm layihələndirilmiş, həm də işləyən hidrotexniki qurğuların etibarlılığını izləmək üçün, mümkün yük birləşmələrinin təsiri altında qurğuların gücünü və dayanıqlığını qiymətləndirmək üçün hesablanmış tədqiqatlar aparılır. Mövcud normativ sənədlərə uyğun olaraq, ağır çəkili beton bəndləri kimi, hidrotexniki qurğuların dayanıqlığının qiymətləndirilməsi seysmik müqavimətin dinamik nəzəriyyəsinə uyğun olaraq aparılır, gərginlik və betonun qeyri-elastik davranışı nəzərə alınmaqla yerdəyişmələrin müəyyənəndirilməsi tövsiyə olunur.

Açar sözlər. Hidrotexniki qurğular, seysmik məlumatlar, gərginlik, deformasiya

Summary. Hydraulic structures and especially high concrete dams are high-risk objects, the damage of which can lead not only to significant material damage, but also to a large number of human casualties. Many hydraulic structures are built in high seismic zones, and examples of serious damage to large dams caused by earthquakes are also known in world practice.

In order to control the reliability of both designed and operated hydraulic structures, computational studies are carried out to assess the durability and durability of structures under the influence of possible load connections. In accordance with the current regulatory documents, the assessment of the durability of hydraulic structures, such as dams made of high-strength concrete, is carried out in accordance with the theory of dynamic earthquake resistance, it is recommended to determine the displacements taking into account the deformation and inelastic behaviour of concrete.

Key words. Hydraulic structures, seismic data, tension, deformation

Giriş. Tədqiqatın əsas mövzusu seysmik təsirlər də daxil olmaqla dinamik yüklərin təsirindən yaranan "tikinti-su anbarı" sisteminin deformasiya vəziyyətinin gərginliyi müəyyənəndirilməsidir.

Seysmik təsirlər zamanı qurğuların deformasiyasını və reaksiyasını nəzərə alaraq bəndlər, axınlar və bəndlər kimi hidrotexniki qurğuların modelləşdirilməsi ciddi və ixtisaslaşdırılmış metodologiya tələb edir. Məqsəd zəlzələlər zamanı bu qurğuların təhlükəsizliyini və dayanıqlığını təmin etməkdir. Aşağıda seysmik yük altında hidrotexniki qurğuların modelləşdirilməsi və təhlilinin ümumi metodologiyası verilmişdir [1]:

1. Məlumat toplanması və obyektin xarakteristikası;
 - Hidrotexniki qurğunun tikiləcəyi yer üçün geoloji, geotexniki və seysmik məlumatları toplamaq;
 - Qurğuların qarşılaşa biləcəyi maksimum zəlzələ ehtimalını təyin edərək seysmik təhlükəni müəyyənəndirmək;
2. Konstruktiv və geotexniki analiz:
 - Bünövrəni əhatə edən torpaq da daxil olmaqla hidrotexniki qurğunun ətraflı, son element modelini hazırlamaq;
 - Seysmik yüklə materialının davranışını əks etdirən müvafiq konstruktiv modellərdən istifadə edərək hidrotexniki qurğu və və grunt modelləşdirilir;
3. Seysmik məlumatların modelləşdirilməsi:
 - Müvafiq qruntun hərəkət qeydlərini seçərək və ya zəlzələ vaxtının sintetik xronologiyalarını yaradaraq seysmik yükü müəyyənəndirilir;
 - Gözlənilən seysmik təsiri təmsil etmək üçün zəlzələnin maqnitudası, yer hərəkətinin sürətlənməsi və spektral cavab xüsusiyyətləri kimi müxtəlif parametrlərini nəzərə alınır;
4. Statik analiz:
 - Qurğunun öz çəkisi və hər hansı bir statik yük (məsələn, su təzyiqi) altında ilkin statik reaksiyasını qiymətləndirmək üçün statik bir analiz aparılır;
 - Modelə öz çəkisi və əlavə statik yükləri tətbiq edilir;
5. Dinamik analiz:

- Hidrotexniki quruluşun seysmik reaksiyasını simulyasiya etmək üçün seçilmiş qrunun hərəkət qeydlərindən istifadə edərək dinamik analiz aparılır;

- Qrunun hərəkətin zamana bağlı həyəcan kimi modelə tətbiq edilir;

- Dizaynın mürəkkəbliyindən və gözlənilən seysmik təsirlərdən asılı olaraq həm xətti, həm də qeyri-xətti dinamik analiz metodların nəzərdən keçirilir;

6. Qrunun qurğu ilə qarşılıqlı əlaqəsi:

- Hidrotexniki qurğu ilə əsas qrun arasındakı qarşılıqlı əlaqəsi nəzərə alınmalıdır, çünki zəlzələ zamanı strukturun reaksiyasına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərə bilər

- Qrun, bünövrə və qurğuların qarşılıqlı təsirlərini, qrun-qurğu qarşılıqlı təsir elementləri kimi müvafiq metodlardan istifadə edərək modelləşdirilir;

7. Deformasiya analizi:

- Beton, polad və ya digər konstruksiya materialların potensial hərəkəti və deformasiyası da daxil olmaqla hidrotexniki qurğu və onun komponentlərinin deformasiyası qiymətləndirilir;

- Konstruksiya bütövlüyünü qorumaq üçün icazə verilən həddə qaldıqlarına əmin olmaq üçün yerdəyişmələrin və deformasiyaların xassələri təhlil edilir;

8. Qeyri-xətti analiz:

- Xüsusilə betonun çatlaması, polad elementlərin elastikliyi və qrunun mayeləşdirilməsi kimi mürəkkəb davranışlı qurğular üçün qeyri-xətti analiz aparılır;

9. Sənədlər və hesabat:

- Fərziyyələr, metodlar, nəticələr və tövsiyələr daxil olmaqla təhlilin bütün aspektlərini sənədləşdirilir;

- Qərar qəbul edənləri və maraqlı tərəfləri məlumatlandırmaq üçün nəticələr və nəticələrlə ətraflı hesabat verilir.

Seysmik təsirlər zamanı hidrotexniki qurğuların modelləşdirilməsinin bu metodologiyası geotexniki mühəndislik, qurğu layihələndirilməsi və seysmik kəşfiyyat da daxil olmaqla fənlərarası yanaşmanı əhatə edən mürəkkəb və kritik bir prosesdir. Zəlzələ zamanı bu qurğuların bütövlüyünü təmin etmək üçün təcrübəli mütəxəssislərlə işləmək və müvafiq tikinti və təhlükəsizlik standartlarına riayət etmək vacibdir. Deformasiyanı nəzərə alaraq hidrotexniki qurğuların modelləşdirilməsi qurğu layihələndirilməsi, geotexniki mühəndislik və seysmik kəşfiyyat aspektlərini birləşdirən hərtərəfli metodologiyanı əhatə edir. Bu yanaşma seysmik hadisələr zamanı bəndlər, su anbarları və digər su tutma və ya drenaj sistemləri kimi hidrotexniki qurğuların təhlükəsizliyini və sabitliyini təmin etməyi hədəfləyir [2]. Bu metodologiyanın bəzi əsas komponentləri bunlardır:

1. Seysmik təhlükənin təhlili: bu mərhələ hidrotexniki qurğunun yerləşdiyi bölgədə potensial seysmik təhlükənin qiymətləndirilməsini əhatə edir. Buraya potensial seysmik mənbələrin müəyyənləşdirilməsi, qrun hərəkətinin parametrlərinin qiymətləndirilməsi və Yer in olduqca sürətlənməsi və spektral sürətlənmə kimi seysmik kəşfiyyatın hesablanmış parametrlərinin müəyyənləşdirilməsi daxildir.

2. Müəyyən bir sahənin geotexniki tədqiqatları: ətraflı Sahə tədqiqatları qrun və ərazidəki geoloji şərtləri anlamaq üçün çox vacibdir. Buraya qrun xüsusiyyətlərinin, yeraltı suların vəziyyətinin və seysmik hadisələr zamanı hidrotexniki qurğuların davranışına təsir göstərə biləcək mayeləşməyə hər hansı potensial həssaslığın qiymətləndirilməsi daxildir.

3. Dinamik analiz: dinamik analiz, hidrotexniki qurğunun seysmik hadisələrin yaratdığı dinamik yüklərə reaksiyasının modelləşdirilməsini əhatə edir. Bu analiz, su təzyiqi, hidrodinamik qüvvələrin potensial təsirləri kimi amilləri nəzərə alaraq qurğu və dinamik qüvvələr arasındakı qarşılıqlı əlaqə nəzərdən keçirilir.

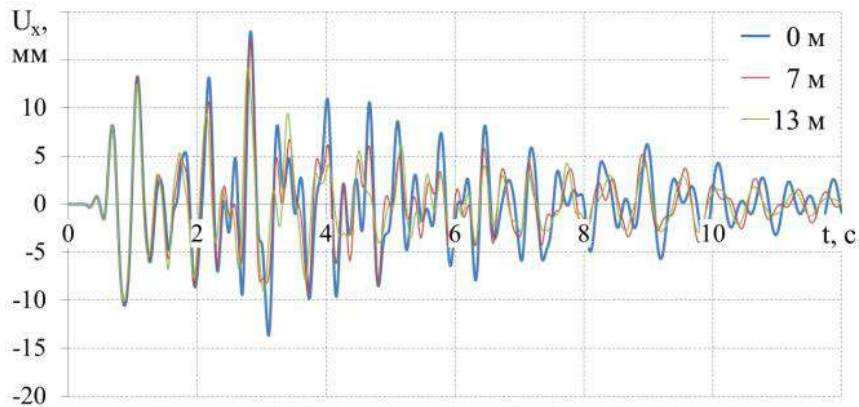
Müasir praktikada, "tikinti-su anbarı" sistemini modelləşdirərkən, tez-tez xətti elastik modellər və ya üç xəttli deformasiya diaqramları ilə məhdudlaşır, istifadəsi betonda mikro çatlama səbəbindən modeldəki gərginliklərin yenidən bölüşdürülməsini nəzərə almağa imkan vermir. Tədqiqatın məqsədi betonun qeyri-xətti deformasiyasını nəzərə alaraq dinamik təsirlər

altında beton hidrotexniki qurğuların gərgin deformasiya olunmuş vəziyyətinin metodiki modelləşdirilməsini inkişaf etdirməkdir [3].

Seysmik təsirin formalaşmasına iki yanaşma nəzərdən keçirilir ki, bu da birbaşa integrasiya yolu ilə problemin həllində istifadə edilə bilər. Birinci yanaşma, əsasın layihə sahəsinin aşağı sərhədinə hesablanan təsiri təyin etməkdir. İkinci yanaşma isə superpozisiya metodunun istifadəsinə əsaslanır və gündüz səthinə cavab verən təsirdən istifadə etməyə imkan verir. Hesablama tədqiqatları apararkən hər iki halda üç komponentli akseleroqram dəstləri istifadə olunur. Test hesablamalarının nəticələrinin təhlili nəzərdən keçirilmiş metodların üstünlüklərini və çatışmazlıqlarını göstərməyə imkan verdi. Superpozisiya metodu nəzərəcarpacaq dərəcədə aşağı hesablanmış gərginlik dəyərlərinə gətirib çıxarır ki, bu da aşağı sərhəd boyunca əks olunmayan şərtləri təyin etmək qabiliyyəti ilə əlaqələndirilə bilər. Bu, yalnız əsas sahəsinin yan tərəfdən deyil, enerji axını da nəzərə almağa imkan verir.

Su anbarının sıxılma effektinin seysmik təsir zamanı beton bəndin gərginlik deformasiya təsirini qiymətləndirmək üçün bir sıra hesablamalar aparılmışdır. Əlavə edilmiş kütlələrdən istifadə edərək mayenin sıxılmasını nəzərə almadan əldə edilən nəticələrlə müqayisə göstərdi ki, su anbarında mayenin sıxılmasının uçotu yüksək bəndlər üçün yerdəyişmələrin və gərginliklərin daha yüksək hesablanmış dəyərində səbəb ola bilər.

Su anbarının dibi və çökmə ilə enerjinin udulmasının uçotu dinamik nəticələr üçün modelin gərginlik deformasiya parametrlərinin pik dəyərlərini azaltmağa imkan verir. Tədqiqatlar zamanı çöküntülərin olması müvafiq fiziki və mexaniki xüsusiyyətlərə malik bir neçə qat element ilə birbaşa modelləşdirilə bilər. Çöküntü qatının qalınlığının müxtəlif dəyərləri üçün əldə edilən nəticələr (şəkil 1) seysmik hərəkətlər zamanı bəndin gərginlik deformasiya vəziyyətinin formalaşmasına əhəmiyyətli töhfələrini göstərir. Qravitasiya bəndlərinin titrəyişlərin daha adekvat modelləşdirilməsi üçün həm çöküntü qatının qalınlığı, həm də mexaniki xüsusiyyətləri aydınlaşdırılmalıdır.



Şəkil 1- Vaxtdan asılılıq t, c ; üfüqi hərəkətlərin hesablanmış dəyərləri U_x ; su anbarının altındakı çöküntü qatının müxtəlif qalınlıqlarında bəndin təpə nöqtəsi mm

Dağıdıcı dalğanın dinamik təsiri də daxil olmaqla yüklərin xüsusi bir hissəsinin təsiri altında dəmir-beton konstruksira elementlərinin dayanmasından gərgin deformasiyaya uğramasına tərifinə dair hesablamalar nümunəsində, dinamik problemlərin həllində elastiki-plastik modelin istifadəsinin üstünlükləri göstərilmişdir. Elastik-plastik modelin istifadəsi ilə dəmir-beton plitənin gərginlik deformasiya vəziyyətinin müəyyənləşdirilməsi problemi, əsas birləşmənin daimi və uzunmüddətli yüklərinin təsirinə uyğun əməliyyat vəziyyətinin parametrləri hesablamaların ilk statik addımında müəyyən edilmişdir. İkinci dinamik addımda təzyiqin zamandan asılılığı təyin olunmuşdur [4].

Nəticə. Seysmik təsirlər altında beton hidrotexniki qurğuların dinamik gərginlik-deformasiya vəziyyətinin riyazi modelləşdirilməsi üçün metodologiya hazırlanmışdır ki, bu da

su anbarının qurulması" sisteminin birgə işinin xüsusiyyətlərini, habelə çatlaq əmələ gəlməsi ilə əlaqəli qeyri-xətti demir beton qurğunun gərginlik deformasiya vəziyyətinə təsirini nəzərə almağa imkan verir. Metodologiya dinamik təsirlər altında "su anbarının konstruksiya bünövrəsi" sisteminin ikiölçülü və məkanın son element modellərinin gərginlik deformasiya parametrlərini müəyyənləşdirmək üçün istifadə olunur. Su anbarının altındakı çöküntülərin söndürmə xüsusiyyətlərinin nəzərə alınması gərginlik və deformasiyaların maksimum hesablanmış qiymətlərin azaltmağa imkan verdiyi göstərilmişdir.

Beləliklə, işin aktuallığı müasir praktikada hidrotexniki qurğuların dinamik modelləşdirilməsinə birmənalı yanaşmanın olmaması və qurğu konstruksiyasında çatlaq əmələ gəlməsinin təsiri səbəbindən betonun qeyri-xətti davranışını nəzərə alaraq təcili yüklərin hərəkəti üçün hidrotexniki qurğuların hesablanması metodologiyasının təkmilləşdirilməsi zərurəti ilə əlaqədardır.

Bu komponentləri birləşdirərək mühəndislər seysmik təsirlər zamanı deformasiyanı effektiv şəkildə nəzərə alan, bu kritik infrastruktur komponentlərinin dayanıqlığını və təhlükəsizliyini təmin edən hərtərəfli hidrotexniki qurğu modelləşdirmə metodologiyasını inkişaf etdirə bilirlər.

Ədəbiyyat

1. Габитов Ф.Г., Туркия А.В. Новая конструкция берегоукрепительного сооружения // Гидротехническое строительство. - Москва: 1991, № 4, - с.49.

2. Бенин, А.В. Конечно-элементное моделирование процессов неупругого деформирования и разрушения элементов железобетонных конструкций / А.В. Бенин, А.С. Семёнов А.С, С.Г. Семёнов, И.В. Фёдоров // Морские интеллектуальные технологии. – 2011. – №. S3. – С. 102-105.

3. Федоров И.В. Учет нелинейного поведения бетона в отечественной и зарубежной нормативных базах // Известия Всероссийского научно исследовательского института гидротехники им. Б.Е. Веденеева. – 2019. – Том 292. С. 39–47.

4. Федоров, И.В. Моделирование гравитационной плотины при действии сейсмической нагрузки с использованием упругопластической модели повреждаемости бетона // Известия Всероссийского научноисследовательского института гидротехники им. Б.Е. Веденеева. – 2020. – Том 295. С. 21–30.

Quliyev Şamil Şahsuvar oğlu

“Meliorasiya Elmi-Tədqiqat İnstitutu” MMC “Hidrotexniki qurğular” şöbəsinin müdiri,
t.ü.f.d, dos.

0009-0001-1284-429X emai; shamilxazar@gmail.com

Zərbəliyev Mansur Sabir oğlu

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Meliorasiya və Su Təsərrüfatı Tikintisi
kafedrasının dosenti, t.e.n.

0000-0002-4699-1335 email; zarbaliev.m@mail.ru

BƏRGÜŞADÇAYIN SU EHTİYATLARINDAN SƏMƏRƏLİ İSTİFADƏ ÜÇÜN TƏKLİF OLUNAN SU TƏSƏRRÜFATI TƏDBİRLƏRİ

Açar sözlər: su ehtiyatları, hövzə, su təsərrüfatı kompleksi, hidroqrafik şəbəkə, axının həcmi, su anbarı, su balansı.

Keywords: water resources, water basin, water management complex, hydrographic network, flow volume, reservoir water balance.

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti cənab İlham Əliyev çoxsaylı çıxışlarında işğaldan azad olunmuş ərazilərin su ehtiyatlarının və su təsərrüfatı kompleksinin ölkə üçün

strateji əhəmiyyətini qeyd etmiş, su ehtiyatlarından səmərəli istifadənin vacibliyinə xüsusi diqqət yetirilməsini və işğaldan azad olunmuş ərazilərdə görüləcək bütün su təsərrüfatı tədbirlərinin müasirlik, ekoloji təhlükəsizlik və maksimum iqtisadi səmərəlilik prinsipləri əsasında həyata keçirilməsini tapşırılmışdır. Müasir dünya təcrübəsinə görə çayların su ehtiyatlarından səmərəli istifadənin və idarəetmənin etibarlı təminatı hövzə prinsipinin tələblərinə ciddi əməl olunması ilə mümkündür. Hövzə prinsipinin tələblərinə əməl olunmaması halında su təsərrüfatı kompleksinin iştirakçılarının (su təchizati, irriqasiya, balıqçılıq, hidroenergetika, rekreasiya və s.) maraqlarının daha dolğun ödənilməsi və balanslaşmış inkişafı ilə bərabər, çay ekologiyasının etibarlı qorunması təmin oluna bilməz. Avropa Birliyi Su Çərçivə Direktivinin qəbul olunmuş sənədlərində də istənilən ərazinin, ölkənin və regionun su təsərrüfatı kompleksinin uğurlu və inteqrasiyalı inkişafı üçün su təsərrüfatı tədbirlərinin hövzə prinsipi əsasında yerinə yetirilməsi ısrarla tövsiyə olunur.

Azərbaycanın 20% ərazisinin 30 illik işğaldan azad olunması ilə bütün sahələrdə olduğu kimi, su təsərrüfatı sahəsində də azad olunmuş ərazilərdə genişmiqyaslı və uzunmüddətli quruculuq işlərinə başlanmışdır. Uzunmüddətli işğal müddətində işğaldan azad olunmuş ərazilərdəki çayların demək olar ki, hamısının hövzə su təsərrüfatı kompleksi əsasən məhv edilmiş, ona məxsus su təsərrüfatı obyektləri yararsız vəziyyətə salınmış və bu obyektlərdəki bütün hidrotexniki qurğular dağıdılmış və ya sökülmüşdür. İşğal müddətində çay sistemlərində yeni ekoloji və hidroloji vəziyyət formalaşmış, çayların su ehtiyatları kəmiyyət və keyfiyyət baxımından ciddi dəyişikliklərə məruz qalmışdır.

Çay hövzələrində aparılacaq su təsərrüfatı tədbirlərində yuxarıda qeyd olunanlar mütləq şəkildə nəzərə alınmalı və çayların ekologiyasının qorunması, təsərrüfat yararlılığının artırılması, su ehtiyatlarından səmərəli istifadə edilməsi və hövzələr üzrə yeni yaradılacaq su təsərrüfatı komplekslərinin ölkənin mövcud su təsərrüfatı kompleksi ilə uğurlu inteqrasiyasına nail olunması prioritet olaraq qəbul edilməlidir.

Araşdırmaların və su balans metodu əsasında aparılmış hesabatların nəticələrinə görə işğaldan azad olunmuş ərazilərdə illik axın həcmi 3 mln m³ və daha çox olan çayların sayının 16 ədəd olduğu müəyyən edilmişdir. Hidroqrafik şəbəkə olaraq bu çaylar iki qrupa bölünür: Kürçayın sağ qolları (İncəçay, Tərtərçay, Xaçınçay, Qarqarçay və Xonaşençay) və Arazçayın sol qolları (Bəsitçay, Oxçuçay, Bərgüşadçay, Həkəriçay, İncəçay, Çaylaqçay, Çaxmaqçay, Qozluçay, Çərəkançay, Quruçay və Köndələnçay). Su ehtiyatları böyük olan çaylara Tərtərçay, Həkəriçay, Bərgüşadçay və Oxçuçayı; su ehtiyatları az olan çaylara isə Çaxmaqçay, Çərəkançay və Qozluçayı aid etmək olar.

İşğaldan azad olunmuş ərazilərdəki çaylar içərisində Bərgüşadçay təsərrüfat yararlılığı yüksək gursulu çaylardandır və böyük su ehtiyatlarına, hidroenergetik potensiala, balıqçılıq və rekreasiya (turizm, idman, istirahət, ovçuluq və s.) imkanlarına malikdir.

Bərgüşadçayın Azərbaycan ərazisində yerləşən hövzə hissəsi üçün müasir tələblərə cavab verə bilən su təsərrüfatı kompleksinin formalaşdırılması və bu kompleksin mövcud ölkə su təsərrüfatı kompleksi ilə uğurlu inteqrasiyasına nail olunmasını təmin edə biləcək su təsərrüfatı tədbirlərinin həyata keçirilməsi zamanı aşağıda göstərilən hövzə araşdırma nəticələrinin nəzərə alınması məqsədəuyğun hesab olunmuşdur:

1. Bərgüşadçayın ümumi hövzə sahəsinin 81%-nin və illik axın həcmnin isə 92%-nin Ermənistan ərazisində formalaşması;

2. Çayın Ermənistana aid hövzə sahəsində ümumi su tutumu 370 mln m³ və faydalı həcmi 300 mln m³ olan, dörd ədəd su anbarlarından ibarət kaskadın: Spandaryan-tam həcm 257 mln m³, faydalı 218 mln m³; Anqexakot-tam 3,4 mln m³; Tolors-tam 96 mln m³, faydalı 80 mln m³; Şamp-tam 13,6 mln m³, faydalı 1,8 mln m³ (anbarlardan ikisi Spandaryan və Tolors çoxillik nizamlaşdırma tipli olub, kompleks təyinatlıdır) mövcudluğu və kaskad elementlərinin təyinatları üzrə tam fəaliyyət göstərməsi;

3. Ermənistanın hövzə üzrə su təsərrüfatı kompleksinin illik axın həcmının böyük bir hissəsinin (220 mln. m³/il) hövzədən kənara (Arpaçay və Həkəriçay hövzələrinə, Keçut su anbarı-Göyçə gölünə) axıdılmasına imkan verən texniki imkanların olması;

4. Hövzənin Ermənistan hissəsində əhalinin içməli su, kənd təsərrüfatı, sənaye su təchizatına və irriqasiyaya istifadə olunan illik (100 mln. m³/il) su həcmi;

5. Ümumi gücü 404 Mvt olan, əsasən qış dövründə bölgənin enerji tələbatının və xüsusən sutkalıq pik tələbatının ödənilməsini təmin edən üç ədəd SES-in (Spandaryan-76 Mvt; Şamp-171 Mvt; Tatev-157 Mvt) fəaliyyətinin çayın gündəlik və mövsimi axın rejimlərinə ciddi təsirləri.

Ermənistan ərazisində yuxarıda qeyd olunan su tələbatı həcmələrinin ümumi qiyməti və qlobal iqlim dəyişmələrinin təsirləri nəzərə alındıqda Azərbaycan ərazisinə daxil olacaq illik axın həcminin 280 mln m³-ə qədər azalacağı və axın rejiminin kəskin dəyişməsi gözlənilir.

Yuxarıda qeyd olunan arzuolunmaz hal Bərgüşadçay axınlarının Azərbaycan ərazisində su anbarları vasitəsi ilə çoxillik nizamlanmasını və müxtəlif təsərrüfat sahələri üzrə çəxtəyinatlı istifadəsini təmin edən (su təchizatı, irriqasiya, balıqçılıq, hidroenergetika və rekreasiya və s.) su anbarlarının tikilməsi və su tələbatçıları müəssir dövrün tələblərinə uyğun suyun çatdırılmasını təmin edən sugötürücü, nəqlədiçi və paylayıcı sistemin yaradılması zərurətini yaradır.

Su anbarlarının tikintisi zamanı su anbarlarının yerinin seçiminə xüsusi diqqət yetirilməli və bu zaman dünya praktikasında qəbul olunan aşağıdakı prinsip və kriteriyalara əməl olunması məqsədəuyğundur:

- Çay ekologiyasına olacaq mənfi təsirlərin minimum olması;
- Su anbarından müxtəlif təsərrüfat sahələri üzrə çəxtəyinatlı istifadənin təmin edilməsi (su təchizatı, suvarma, balıqçılıq, hidroenergetika, turizm və rekriyativ məqsədlər və s.);
- Su anbarı kəmərinin sahəsinin az olması;
- Təsərrüfat yararlılığı yüksək olan münbit torpaq sahələrinin su anbarı kəməsi ərazisinə düşməməsi;
- Yaşayış məntəqələrinin, infrastruktur obyektlərin və xüsusən məzarlıqların su altında qalmaması;
- Su anbarından filtrasiya və buxarlanma itkilərinin az olması;
- Anbardan götürülən suyun səviyyə baxımından daha yüksək əraziləri və nəticədə daha böyük sahələri özaxımlı rejimdə təmin edə bilməsi;
- Su anbarına yığılan suyun kənar təsirlərdən çirklənmələrin olmaması;
- Su anbarı tərəfindən ətraf ərazilərin subasmalara və bataqlaşmalara məruz qalmaması;
- Su anbarı tərəfindən axının nizamlanması sayəsində çayın daha çox uzunluğu boyu torpaqların, kommunikasiya xətlərinin və yaşayış məntəqələrinin daşqınlardan qorunmasının təmin olunması.

Yuxarıda qeyd olunan prinsip və kriteriyalar nəzərə alınaraq tikintisi təklif olunan su anbarlarının bəndlərindən birinin Bərgüşadçay üzərində Bəxtiyarlı kəndindən aşağıda, çay məcrasının 530 m mütləq yüksəklikdəki ərazidə, ikincisinin isə çayın Ağaçay qolunun üzərində, Poladlı kəndindən yuxarıda, çay məcrasının 575 m mütləq yüksəklikdəki ərazidə inşası məqsədəuyğundur;

Gələcək su qıtlığı və mürəkkəb topoqrafik şərait nəzərə alınaraq Hövzə su təsərrüfatı kompleksinin su təminatında suyun nəqlinin torpaq və beton kanallarla həyata keçirilməsindən maksimum dərəcədə imtina olunmalı və onlarla müqayisədə aşağıdakı əhəmiyyətli üstünlükləri ilə seçilən təzyiqli axın rejimli boru kəmərləri ilə həyata keçirilməsinə xüsusi diqqət yetirilməlidir:

- Su nəqli trassı üçün ayrılan torpaqaltı sahənin az olması;
- Suyun nəqlində su itkilərinin azlığı (texniki, filtrasiya və buxarlanma);
- Səviyyə baxımından daha yüksək əraziləri və nəticədə daha böyük sahələri özaxımlı rejimdə təmin etmə imkanı;

- Nəqlədiçi trassın seçimində yüksək manevr imkanı;
- Trass boyu suyun kənar təsirlərin çirklənməsindən etibarlı qorunması;
- Trass boyu ətraf ərazilərin subasmalara və bataqlaşmalara məruz qalmaması;
- Suyun tələbatçılar arasında bölüşdürülməsinin və uçotunun daha yüksək səviyyədə mərkəzləşdirilmiş və avtomatlaşdırılmış qaydada yerinə yetirilməsi.

Bunun üçün aşağıdakı su təsərrüfatı tədbirlərinin həyata keçirilməsi nəzərdə tutulur:

1. Bərgüşadçayın Ermənistan sərhəddi ilə Gorusçay qolunun töküldüyü yerə qədər olan ərazisində axının gündəlik nizamlanmasını, 715 m mütləq yüksəklikdən, 8,0 m³/s sərfə və müəssir suvarma üsullarının (damcı və yağışyağdırma) tələbləri səviyyəsində təmiz suyun götürülməsini təmin edən sugötürən hidroqovşağın inşası;

2. Sugötürən hidroqovşaqdan Bəxtiyarlı su anbarına kimi olan 12 km-lik çay uzunluğun məcrasında 4,0 m³/s sərfədən az olmamaqla ekoloji axının təmin edilməsi və çayın qeyd olunan bu hissəsində çay balıqçılığının inkişafını təmin edən tədbirlərin görülməsi.

Qeyd olunan ərazi yüksəkliyi çay fareli balıqçılığı baxımından olduqca yararlı olduğu üçün (çay fareli balıqçılığı üçün əlverişli yüksəklik 500-1000 m arasındadır) çayın bu uzunluğunda, təzyiqli boru xəttindən qidalanan, yüz hektarlarla sahədə, onlarla hovuz tipli farel balıqçılığı təsərrüfatlarının yaradılması;

3. Hidroqovşaqdan götürülən suyun təzyiqli boru xətti ilə Bəxtiyarlı su anbarının bəndinin oxunun sol sahil istiqamətində, çay vadisinin sol yamacında, Qayalı kəndinin yaxınlığında, 680 m mütləq yüksəklikdəki ərazidə tikiləcək nizamlayıcı hovuzla nəql olunması;

4. Nizamlayıcı hovuzdan suyun bir hissəsinin nasos vasitəsi ilə 990 m mütləq yüksəklikdə Yazı düzünə çıxarılması.

Görülən bu tədbir işğaldan əvvəl mövcud olmuş Mahmudlu nasos stansiyasını əvəz edəcək və bu zaman suyun nasosla qaldırılma hündürlüyünün əhəmiyyətli dərəcədə azaldılmasına, su sərfinin artırılmasına və Yazı düzündə öz axımlı rejimdə suvarılan torpaq sahələrinin daha da genişləndirilməsinə nail olunacaq;

5. Nizamlayıcı hovuzdan suyun irriqasiya-energetik trakt funksiyasını yerinə yetirən təzyiqli boru ilə (Sərsəng SES-də olduğu kimi) çay məcrasının 520 m mütləq yüksəkliyində tikiləcək bəndyanı SES binasına verilməsi və yaranan 160 m-lik basqı hesabına 10 Mvt gücün alınması. Bu halda SES-in turbinləri iki mənbədən qidalanma rejimində işləyəcəkdir;

6. İrriqasiya-energetik traktla suyun baypas üsulu ilə turbinlərə verilmədən təzyiqli boru xətti ilə çay boyunca 20 km məsafədə, Məmər kəndi yaxınlığında, 410 m mütləq yüksəkliyinə nəql edilməsi.

Bu boru xəttində yaradılan basqı hesabına Qubadlı, Zəngilan və Cəbrayıl rayonlarının 620-660 m mütləq yüksəkliklərinə kimi yerləşən yaşayış məntəqələrinin, əkin sahələrinin, heyvandarlıq təsərrüfatlarının öz axımlı rejimdə su tələbatının ödənilməsinə şərait yaranacaqdır;

7. Bəxtiyarlı su anbarında çoxillik nizamlamanın təmin edilməsi sayəsində qeyd olunan çay uzunluğunda 6,0 m³/s sərfədən az olmamaqla ekoloji axının təmin edilməsi, rekreativ təyinatlı çay balıqçılığının inkişaf etdirilməsi və çay subasalarında isə yüz tonlarla məhsuldarlıq alına bilinən onlarla göl balıqçılığı təsərrüfatlarının yaradılması;

8. 20,0 km-lik magistral boru xəttinin 6,0-cü km-də, 475,0 m mütləq yüksəklikdən suyun 1,5 km-lik boru xətti ilə Poladlı su anbarına verilməsi.

Poladlı su anbarı Bərgüşadçayın Ağaçay qolunun təqribən 18,0 mln.m³ illik axın həcmi və Bərgüşadçayın qış fəslinə aid, ermənilər tərəfindən yaradılan gursulu axınının əhəmiyyətli hissəsini nizamlamaqla Bərgüşadçay axınının ümumi nizamlanma səviyyəsini yüksəldilməsinin təmin edəcək və Qubadlı rayonunun rekreativ potensialını artıracaqdır;

9. 20,0 km-lik magistral boru xəttinin 13,0-cü km-də, 440,0 m mütləq yüksəklikdən suyun Yazı düzünün 660,0 m mütləq yüksəkliyində tikiləcək nizamlayıcı hovuzla verilməsi və oradan Həkəriçayından keçməklə 4500 m uzunluqlu boru xətti ilə Gəyən düzünün 635 m mütləq yüksəkliyinə çıxarılması.

Bu su təsərrüfatı tədbiri Yazı düzünün bir hissəsinin, işğaldan əvvəl mövcud olmuş Balasoltanlı nasos stansiyasının Gəyən düzünə xidmət etdiyi suvarılan sahələrin əhəmiyyətli hissəsinin və Gəbrayıl rayonuna aid geniş ərazilərin özaxımlı rejimdə suvarılmasını təmin edəcəkdir;

10. 20,0 km-lik magistral boru xəttinin sonundan suyun 18 km-lik, təzyiqli boru xətti ilə 410 m mütləq yüksəklikdən çay vadisinin sol yamacında 625 m mütləq yüksəkliyinə nəql olunması.

Bu su təsərrüfatı tədbiri işğaldan əvvəl mövcud olmuş, Həkəriçay məcrasının 316 m mütləq yüksəkliyində yerləşən və suyu buradan təqribən 7,0 km-lik boru xətti ilə 670,0 m mütləq yüksəkliyinə çatdıran nasos stansiyasını əvəz edəcək və bu nasos stansiyasının suvardığı ərazilərdən də artıq Qubadlı və Zəngilan rayonlarına aid ərazilərin özaxımlı rejimdə suvarılma və su təchizatı təlabatı ödəniləcəkdir.

Xülasə

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti cənab İlham Əliyev çoxsaylı çıxışlarında işğaldan azad olunmuş ərazilərin su ehtiyatlarının və su təsərrüfatı kompleksinin ölkə üçün strateji əhəmiyyətini qeyd etmişdir.

İşğaldan azad olunmuş ərazilərdəki çaylar içərisində Bərgüşadçay təsərrüfat yararlılığı yüksək gursulu çaylardandır və böyük su ehtiyatlarına, hidroenergetik potensiala, balıqçılıq və rekreasiya (turizm, idman, istirahət, ovçuluq və s.) imkanlarına malikdir.

Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq Bərgüşadçay axınlarının Azərbaycan ərazisində su anbarları vasitəsi ilə çoxillik nizamlanmasını və müxtəlif təsərrüfat sahələri üzrə çoxtəyinatlı istifadəsini təmin edən (su təchizatı, irriqasiya, balıqçılıq, hidroenergetika və rekreasiya və s.) su anbarlarının tikilməsi və su təlabatçılarını müəssir dövrün tələblərinə uyğun suyun çatdırılmasını təmin edən sugötürücü, nəqledici və paylayıcı sistemin yaradılması zərurətini yaradır.

Gələcək su qıtlığı və mürəkkəb topoqrafik şərait nəzərə alınaraq Hövzə su təsərrüfatı kompleksinin su təminatında suyun nəqlinin torpaq və beton kanallarla həyata keçirilməsindən maksimum dərəcədə imtina olunmalı və onlarla müqayisədə aşağıdakı əhəmiyyətli üstünlükləri ilə seçilən təzyiqli axın rejimli boru kəmərləri ilə həyata keçirilməsinə xüsusi diqqət yetirilməlidir.

Proposed water management measures for effective use of water resources of Bargushadchay

Summary

The President of the Republic of Azerbaijan, Mr. Ilham Aliyev, in his numerous speeches, noted the strategic importance of the water resources of the territories freed from occupation and the water management complex for the country.

Among the rivers in the liberated territories, Bargushadchay is one of the most productive rivers and has large water resources, hydropower potential, fishing and recreation (tourism, sports, recreation, hunting, etc.) opportunities.

Taking into account the above-mentioned, the construction of reservoirs, which ensure the multi-year regulation of the Bargushadchay flows through reservoirs in the territory of Azerbaijan and their multi-purpose use in various economic fields (water supply, irrigation, fishing, hydropower and recreation, etc.) it creates the need to create a drainage, transport and distribution system that ensures its delivery.

Taking into account the future water scarcity and complex topographical conditions, the water supply of the Basin water management complex should be avoided as much as possible, and special attention should be paid to the use of pressure flow pipelines, which have the following significant advantages compared to them.

Ədəbiyyat siyahısı

1.Əhməd zadə Ə.C.,Həşimov A.C. Meliorasiya və su təsərrüfatı sistemlərinin kadastrı. Bakı,Azərbaycan,2006,272 səh.

2.Z.S.Musayev,M.S.Zərbəliyev "Su ehtiyatlarının inteqrasiyalı idarə olunması." Dərslük,Bakı,Təhsil NPM,2019,379 səh.

Qurbanov Eldar Ağasalam oğlu

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, professor, 0000-0001-6474-5042

Eldar_qurbanov_54@mail.ru

Dünyamalyeva Nailə Yasın qızı

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, baş müəllim, 0000-0002-6478-1585

meqabay@mail.ru

Məmmədova Leyla Vasif qızı

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, baş müəllim, 0009-0007-6927-5909

leyla_mirzoyeva @rambler.ru

ŞƏHƏRSALMADA YAŞAYIŞ ŞƏRAİTİNİN YAXŞILAŞDIRILMASININ ŞƏHƏR-EKOLOJİ TƏMİNATI

Xülasə. Müasir dövrdə, əsasən geniş miqyaslı urbanizasiya prosesinin hələ də geniş inkişaf etməkdə olan ölkələrdə ərazilərin davamlı inkişafına nail olmaq vacib məqsədlərdən biridir. Ərazilərin daimi inkişafı ətraf mühitə və insan sağlamlığına ciddi zərər riski ilə əhalinin yaşayış şəraitinin əhəmiyyətli dərəcədə artmasına nail olmağa imkan verir. Bəşəriyyətin çoxunu təmin etmək üçün əraziləri urbanizasiya etmək istəyi, asan yaşayış şəraiti iri şəhərlərin ərazilərinin vaxt keçdikcə təbiətin antropogen pozulmasının özünəməxsus mərkəzlərinə çevrilməsinə səbəb oldu. İri şəhərlərin əhalisinin yüksək sürətlə artması, əksər sənaye müəssisələrinin və enerji tutumlarının toplanması, çoxlu miqdarda nəqliyyat vasitələri - bunlar hamısı birbaşa olaraq şəhərin ekoloji vəziyyətinə təsir göstərir, təbii sistemlərin vəziyyətinə ciddi ziyan yetirir, nəticədə sağlamlığın pozulmasına və əhalinin həyat keyfiyyətinin azalmasına səbəb olur.

Açar sözlər: urbanizasiya, antropogen təsirlər, yaşayış məntəqəsi, kadastr

Summary. In modern times, one of the important goals is to achieve sustainable development of territories, mainly in large-scale urbanization process, which is still widely developing countries. Permanent development of territories allows to achieve a significant increase in the living conditions of the population with the risk of serious damage to the environment and human health. The desire to urbanize areas to provide for the majority of humanity, easy living conditions have led to the fact that over time, the territories of large cities have become unique centers of anthropogenic destruction of nature. The rapid increase in the population of large cities, the accumulation of most industrial enterprises and energy capacities, a large number of vehicles - all of these directly affect the ecological state of the city, seriously damage the state of natural systems, and as a result lead to health disorders and a decrease in the quality of life of the population.

Keywords: urbanization, anthropogenic effects, settlement, cadastre

Giriş. Urbanizasiya ərazilərin sənayeləşməsi nəticəsində yaranan problemləri dərhal həllini tələb edir. Böyük şəhərlərin həyatından ətraf mühitə dəyən ziyan son dərəcə böyükdür və əminliklə deyə bilərik ki, bu, gələcəkdə də davam edəcək.

Antropogen təsir nəticəsində təbii ekosistemlərin məhvinə meyl var və bu prosesin mənfi nəticələri daha da artacaq. İndiki şəraitdə ərəzilərin davamlı inkişafına nail olmaq demək olar ki, mümkün deyil.

Aydındır ki, urbanizasiyanın yaratdığı problemlərin geniş spektri onların həllinə kompleks yanaşma tələb edir.

Urbanizasiya ilə iqtisadi böyümə arasında sıx əlaqə mövcuddur. Dünyada şəhər yoxsulluğunun artması bir çox insanın, o cümlədən kasıbların bu ərazilərə köçmələri ilə əlaqədardır. Cəmiyyətin dayanıqlığını təmin edən orta təbəqənin formalaşmasında da şəhərlərin rolu mühümdür. Məsələn, Azərbaycanda orta təbəqənin əsas hissəsi şəhərlərdə yaşayır. Aparılan tədqiqatın nəticələri sübut edir ki, şəhərlər əhalinin təhsil səviyyəsinin artmasına daha çox təsir göstərir. Bu baxımdan bu gün urbanizasiya Azərbaycan iqtisadiyyatının rəqabət qabiliyyətinin artırılması və əhalinin sosial rifahının yaxşılaşdırılması, habelə onun dünyagörüşünün və həyat tərzinin qlobal çağırışlarla uzlaşdırılması məqsədlərinə xidməti vacib elementlərdən biri olmalıdır. Təəssüf ki, Azərbaycanda iqtisadi inkişafın yükünü öz üzərinə daha çox paytaxt Bakı götürür, digər şəhərlər prosesə ləng qoşulur. Dünya Bankının ölkələrin urbanizasiyasına dair hesabatından məlum olur ki, Azərbaycanda şəhərləşmə SSRİ-nin 40-50-ci illərdəki siyasətini əhatə edən dövrdən sonra çox da sürətlə inkişaf etməyib [6].

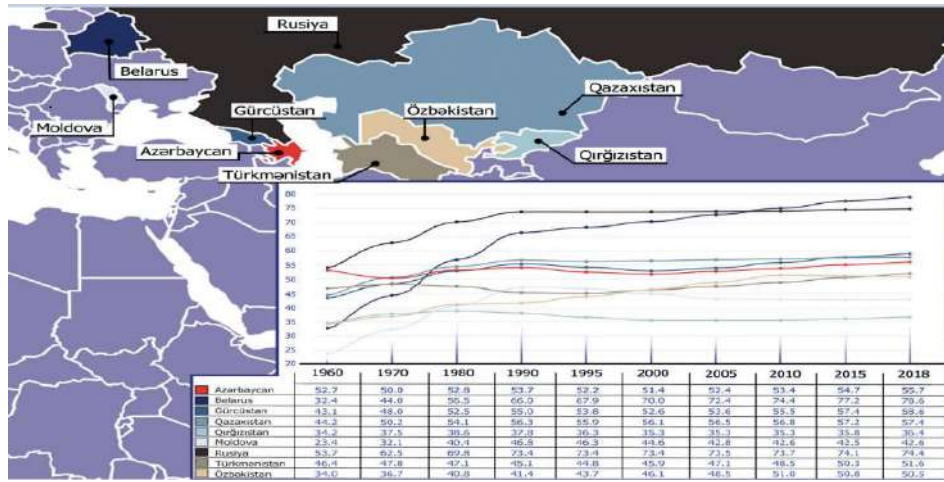


Şəkil 1. Bakı şəhəri

Beləliklə, geniş mənada urbanizasiya sənayeləşmə və iqtisadi tərəqqiyə paralel olaraq, şəhərlərin kəmiyyətə artması və böyüməsi nəticəsində, cəmiyyətdə sürətli təşkilatlanma, əmək bölgüsü və ixtisaslaşma yaratmaqla, insanların davranış və münasibətlərində şəhərə xas olan dəyişikliklərə yol açan bir əhali artımı prosesidir. Planetimizdə ilk şəhərlər 5000 il bundan əvvəl yaranmışdır. Bu insanların ümumi tələbatını ödəyə bilən insan qrupları idi. Bu kompakt qruplarda insanlar birgə qidalanırdı, birgə qorunur və yaşayırdılar. Bu yaşayış yerləri adətən bir-birinə yaxın məsafələrdə yerləşirdi. Müəyyən müddət keçdikdən sonra həyat şəraiti dəyişdi, yaşayış məskənləri ərazi və say baxımından böyüdü. Bu şəhərlər insanların müasirləşməsinə şərait yaratdı [3].

Qafikdən görüldüyü kimi, 1960-cı illərdə Azərbaycanda şəhər əhalisinin sayı 52.7% olmaqla, Rusiya ilə eyni səviyyədə olub. 2018-ci ildə bu göstərici 55,7% olmaqla, postsovet ölkələri arasında ən aşağı artım tempinə malik olub.

Azərbaycanda urbanizasiyanın belə zəif tempdə getməsinin əsas səbəblərindən biri 1970-ci illərdə qəbul edilən “Yaşayış yeri və olduğu yer haqqında” Qanuna görə, Bakıya qeydiyyatın məhdudlaşdırılması oldu.



Şəkil 2. MDB ölkələrində urbanizasiya

Əgər digər şəhərlərə qeydiyyatla düşmək üçün evlilik, mənzilə sahib olmaq və dövlət tərəfindən təyinatla mümkündürsə, Bakı üçün bu şərtlər bir qədər sərtləşdirilmişdir. Bundan əlavə, həmin vaxt kənd və şəhər arasında fərqlərin aradan qaldırılması əsas hədəflərdən biri idi. Mingəçevirdə, Gəncədə, Sumqayıtda xeyli sayda sənaye müəssisələri açıldı. Bakı ilə müqayisədə o bölgələrdə resurslar paylaşılmışdır. Müstəqillikdən sonra bu şəhərlərdə sənaye müəssisələri azaldı, imkanlar məhdudlaşdı, Bakı isə, əskinə, neft sektorunun hesabına böyüməyə başladı [5].

Beləliklə, heç şübhəsiz demək olar ki, ortaya çıxan bir çox problemin effektiv həlli yollarından biridir, antropogen təsir nəticəsində yaşayış məntəqələrinin hərtərəfli yaxşılaşdırılmasına xidmət edə bilər ki, bu da ərazilərin yaşılşdırılması prinsipini həyata keçirməyə imkan verəcək və şübhəsiz ki, davamlı inkişaf prosesinə töhfə verəcəkdir. Bundan əlavə, yaşıllıqların ətraf mühitə son dərəcə faydalı təsir göstərdiyi çoxdan məlumdur. Buna əsaslanaraq qəti şəkildə deyə bilərik ki, hərtərəfli abadlıq prosesində şəhərin abadlıq sisteminin yaradılmasına böyük diqqət yetirmək, eləcə də onun vəziyyətinə nəzarətin effektiv üsullarını hazırlamaq lazımdır.

Beləliklə, şəhər ərazilərinin inkişafının müasir mərhələsində şəhər yaşıllıq sisteminin vəziyyətinin monitorinqi üçün effektiv analitik alətlər və metodların, habelə bu sistemin ərazilərin və ətraf mühitin ekoloji vəziyyətinə təsirinin qiymətləndirilməsi üsullarının işlənilməsi və hazırlanması. bütövlükdə davamlı inkişaf prosesi xüsusi aktualıq kəsb edir.

Yerli və xarici tədqiqatçıların işini təhlil edərək belə qənaətə gəlmək olar ki, kompleks abadlıq prosesinin tərkib hissəsi kimi şəhərin abadlaşdırılması sisteminin yaradılması şəhərin ekologiyasına mühüm müsbət təsir göstərir. Bununla belə, müasir informasiya texnologiyalarından istifadə etməklə yaşıllıqların, onların vəziyyətinin, habelə mövcud ekoloji risklərə təsirinin monitorinqi üsulları və üsulları tam işlənməmişdir ki, bu da vəziyyətin monitorinqi üçün analitik alətlərin və metodların işlənilməsinə yönəlmiş bu tədqiqatın aktuallığını təsdiqləyir. ərazilərin hərtərəfli təkmilləşdirilməsi çərçivəsində şəhər yaşıllıq sistemini, habelə bu sistemin ərazilərin ekoloji vəziyyətinə və bütövlükdə davamlı inkişaf prosesinə təsirinin qiymətləndirilməsi üsulları.

İşin məqsədi yaşayış məntəqələrinin abadlaşdırılması və abadlaşdırılması zamanı yaşayış rahatlığının artırılmasının şəhər-ekoloji təminatının metodologiyasını hazırlamaqdır. Bu məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı kompleks vəzifələr həll edildi:

1. Kütləvi urbanizasiyanın şəhər ərazilərinin ekoloji vəziyyətinə təsirini araşdırın,
2. Ekoloji vəziyyət və şəhərsalma zonalaşdırılması nəzərə alınmaqla abadlıq obyektlərinin yerləşdirilməsi məqsədi ilə şəhər ərazilərinin kompleks qiymətləndirilməsi metodologiyasını işləyib hazırlamaq,

3. Yaşillıq sahələrinin hərtərəfli təkmilləşdirilməsi zamanı onların yerləşdirilməsinin rəşional planlaşdırılması yolu ilə şəhər ərazilərinə antropogen yükü azaltmaq üçün təsnifat hazırlamaq və kompleks tədbirlər təklif etmək,

4. Dayanıqlı inkişaf parametrlərinə nail olmaq üçün onların abadlaşdırılmasına real tələbat nəzərə alınmaqla, yenidənqurma sahəsinin şəhərsalma-ekoloji pasportu və yaşayış məntəqələrinin şəhərsalma rayonlaşdırılması standartları işlənilib hazırlansın,

5. Ətraf mühitin monitorinqinin nəticələrini nəzərə almaqla yaşayış şəraitinin yaxşılaşdırılması üçün mövcud məqsədli proqramların, habelə şəhərsalma və funksional rayonlaşdırma, planlaşdırma layihələri və ərazinin ölçülməsi standartlarının təkmilləşdirilməsi üzrə tövsiyələr formalaşdırmaq,

6. Müasir CİS texnologiyalarından istifadə etməklə sistemi təkmilləşdirmək və ətraf mühitin inteqrasiya olunmuş monitorinqi üçün informasiya modelini qurmaq,

7. Yaşillıq sahələrinin sıxlığını nəzərə alaraq şəhər mühitinin rahatlığının simulyasiya modelini qurun.



Şəkil 3. Ətraf mühitin abadlaşdırılması

Tədqiqat şəhər yerlərində yaşayışın ekoloji rahatlığının artırılması elmi probleminə sistemli yanaşma metodologiyası, subyektiv-məntiqi və müqayisəli təhlil metodları, riyazi modelləşdirmə, ekspert qiymətləndirmələri və qarşıya qoyulan problemə sistemli yanaşma metodlarından istifadə etməklə aparılmışdır. Şəhər yerlərində yaşayışın ekoloji rahatlığının artırılması və davamlı inkişafı təmin etmək üçün ətraf mühitin monitorinqi [1].

Şəhər ərazilərinin yaxşılaşdırılması zamanı yaşayış rahatlığının yaxşılaşdırılması üçün kompleks proqramın işlənilib hazırlanması metodologiyası yaşayış mühitinin keyfiyyət indeksinin müəyyən edilməsinə əsaslanır. Metodologiyanın müəyyən bələdiyyə qurumunun ərazisində həyata keçirilməsi 4 mərhələni əhatə edir ki, onların hər biri konkret nəticəyə malikdir və konkret problemlərin həllinə yönəlib.

1. Davamlı inkişaf perspektivindən şəhər mühitinin mövcud ekoloji vəziyyətinin diaqnostikası,

2. Ətraf mühitin vəziyyəti nəzərə alınmaqla abadlıq obyektlərinin yerləşdirilməsi məqsədilə şəhər ərazilərinin kompleks qiymətləndirilməsi metodologiyasının işlənilib hazırlanması,

3. Şəhər ərazilərinin abadlaşdırılması və abadlaşdırılması zamanı yaşayışın ekoloji rahatlığının yaxşılaşdırılması üzrə kompleks proqramın həyata keçirilməsi üçün informasiya-analitik dəstəyin hazırlanması,

4. Müasir CİS texnologiyalarından istifadə etməklə yenidənqurma ərazisinin şəhər-ekoloji pasportunun işlənilib hazırlanması əsasında mövcud ekoloji vəziyyət nəzərə alınmaqla abadlıq obyektlərinin yerləşdirilməsi məqsədi ilə şəhər ərazilərinin kompleks qiymətləndirilməsi metodologiyası işlənilib hazırlanmışdır.

Nəticə

Tədqiqatın predmeti yaşayış məntəqələrinin hərtərəfli abadlaşdırılması və yaşıllaşdırılması ilə əhalinin yaşayış rahatlığının yaxşılaşdırılmasıdır. Tədqiqatın obyektini şəhər mühiti, onun ekoloji vəziyyəti və yaşıl ərazilərin şəhər ərazilərinin davamlı inkişafının təmin edilməsinə təsirinin qiymətləndirilməsidir. Metodologiya və tədqiqat metodları. Tədqiqatın nəzəri və metodoloji əsasları şəhərsalma fəaliyyətinin əsas müddəaları, ərazi inkişafının mövcud konsepsiyaları, yaşayış məntəqələrinin yenidən qurulması və abadlaşdırılması sistemləri idi.

Urbanizasiya prosesinin yaranmasında iqtisadi, texnoloji, siyasi və sosioloji amillərin böyük rolu vardır. İqtisadi amillərdən birincisi kəndliləri yaşadıqları kəndlərdən şəhərlərə sarı istiqamətləndirən miqrasiya amilidir. Kənd təsərrüfatında müasir texnoloji avadanlıqların tətbiqi ilə ibtidai üsulların aradan çıxması, bir sözlə kapitalist sənayenin kənd təsərrüfatına sirayət etməsi, bu sahədə işçi qüvvəsinə tələbatı xeyli azaltmışdır.

Aparılan islahatlar ölkədə ekoloji vəziyyətin sağlamlaşdırılmasına, torpaq örtüyünün münbitləşməsinə, əhalinin içməli, texniki suya olan tələbatının ödənilməsinə, yaşayış məntəqələrimizin yenidən qurulmasına, turizmin inkişafına xidmət göstərir.

Ədəbiyyat

1. Məmmədov Q.Ş., Xəlilov M.Y. Ekologiya və ətraf mühit. "Elm", Bakı, 2004, 504 s. Əsədov K.S. Meşəqırma üsulları və ekoloji mühit. "Azərbaycan aqrar elmi", №1-2.

2. Чубарова К.В. Проблемы пространственной организации городов с ярко выраженным историческим центром (на примере города Ростова-на-Дону) / В.С. Вагин, С.Г. Шеина, К.В. Чубарова // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2015. Том 7. №3 (28). С. 92-101.

3. Чубарова К.В. Принципы и факторы устойчивого развития городских территорий / В.С. Вагин, С.Г. Шеина, К.В. Чубарова // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2015. Том 7. №3 (28). С. 9-19.

4. Юдина К.В. Методика пространственного анализа плотности распределения озеленения при реконструкции городской застройки / С.Г. Шеина, К.В. Юдина // Инженерный вестник Дона. 2018. №3 (50). С. 107-119.

5. Юдина К.В. «Умный город»: концепция устойчивого развития застроенных территорий с позиции экологической комфортности / С.Г. Шеина, А.А. Федоровская, К.В. Юдина // Бюллетень строительной техники. 2018. №10 (1010). С. 20-23.

Mahmudova Mələk İsmayıl qızı
“Meliorasiya və Su Təsərrüfatı” ASC, aparıcı məsləhətçi
melek.mahmudova.89@mail.ru

ABŞERON YARIMADASININ NEFTLƏ ÇİRLƏNMİŞ TORPAQLARININ ƏTRAF MÜHİTƏ TƏSİRİ

Xülasə. Məqalədə Abşeron yarımadasının neft və neft məhsulları ilə çirklənmə səbəbləri, onların aradan qaldırılması məsələləri, neft hasilatının ətraf mühitə vurduğu zərər və epidimioloji vəziyyət öz əksini tapmışdır.

Açar sözlər: rekultivasiya, ekoloji şərait, radioaktiv, sanitariya-gigiyena, neftlə çirklənmiş torpaqlar,

Summary. The article reflects the damage caused to the environment and anthropogenic factors by oil production on the Absheron Peninsula, and the epidemiological situation resulting from this damage.

Key words: reclamation, environmental conditions, radioactive, sanitary-hygienic, oil-contaminated lands

Giriş. Ətraf mühitin qorunması və mühafizəsi ümumbəşər problemdir. Elm və texnikanın inkişafı ekosistemə bir çox mənfi təsirlər göstərir. Bu mühüm problemlə əlaqədar, insan və ətraf mühit-hava, torpaq və su bütün canlıların varlığı üçün əsas sayılan problemlər diqqət mərkəzindədir. Bəşəriyyətin inkişafının bütün dövrlərində ətraf mühit həmişə qayğı tələb edir.

Abşeron yarımadasında 200 ilə yaxındır ki, neft çıxarılır. Uzun müddət mütərəqqi neftçixarma texnologiyasının olmaması, ətraf mühitin mühafizəsinin ən sadə tələblərinə belə riayət edilməməsi yarımada da çoxlu neft və neft məhsulları ilə çirklənmiş torpaq sahələrinin yaranmasına səbəb olmuşdur. Neft yataqlarının istismarı zamanı torpaqların münbit qatı deqradasiyaya məruz qalmışdır. Bunun nəticəsində torpaq səthinin mexaniki pozulması, münbit məhsuldar torpaq sahələrinin bitki örtüyündən və bir çox canlı orqanizmlərdən məhrum olması müşahidə olunur. Bu torpaqlar neftli tullantılarla həm eninə, həm də dərinliyə doğru müxtəlif dərəcədə çirklənmişlər.

Neftli kütlənin bir hissəsi torpaq səthində qalmaqla örtük əmələ gətirmiş, bir hissəsi isə müxtəlif dərinlikdə torpağın dərinliyə hopmuşdur. Yarımada nın torpaq-bitki sistemində yaranmış həmin gərginliyin aradan qaldırılmasında əsas məsələ texnogen pozulma proseslərinin, eləcə də həmin torpaqların genetik xüsusiyyətlərini, fiziki, fiziki-kimyəvi, aqro-kimyəvi və sanitariya-gigiyenik göstəricilərini, müəyyənləşdirmək vacibdir.

Abşeron yarımadasının Xəzər və Suraxanı rayonlarında torpaqların neftlə çirklənməsi ətraf mühitə öz mənfi təsirini göstərir. Neftlə çirklənmə torpaqlarda ağır metalların miqdarının artmasına, insan orqanizmi üçün lazımlı bəzi mikroelementlərin miqdarının normadan aşağı düşməsinə səbəb olur. Bu isə öz növbəsində müxtəlif xəstəliklərin artmasına səbəb olur. Xəzər rayonunda 2.9%, Suraxanı rayonunda isə 2.2% əhali neft çirklənməsi zamanı müxtəlif tipli xəstəliklərə məruz qalırlar [8].

Abşeron yarımadası Xəzər dənizinin qərb sahilində, Böyük Qafqaz silsiləsinin cənub-şərq qurtaracağında yerləşir. Abşeron yarımadasının orta hissəsinin eni 28 km, şərqdən qərbə doğru uzunluğu 62 km-dir. Yarımada nın ümumi sahəsi 200 min hektardır. Abşeron yarımadasının şərq hissəsi Xəzər dənizinin içinə girərək digər üç tərəfdən şimal, şərq və cənubdan dəniz suları ilə əhatə olunmuşdur [1,5].

Tədqiqat obyektini kimi mürəkkəb torpaq-ekoloji şəraitə və torpaq örtüyünə malik, həmçinin rekultivasiyaya, meliorasiyaya və digər yaxşılaşdırma tədbirlərinin həyata keçirilməsini tələb edən Abşeronun neftlə çirklənmiş torpaqları seçilmişdir.

Abşeron yarımadasının neftlə çirklənmiş torpaqlarının morfoloji-genetik xüsusiyyətləri müxtəlif vaxtlarda tədqiq edilmişdir .

Abşeron yarımadası biosferinin ekoloji sabitliyinə rayonun təbii sərvətlərinin istismarı və ekoloji tutumu nəzərə alınmadan sənaye-istehsalat obyektlərinin yerləşdirilməsi mənfi təsir göstərir.

Bülbül gölü iki böyük yaşayış massivinin, o cümlədən Sabunçu və Suraxanı rayonlarının kanalizasiya suları çalmasına çevrilmişdir.

Əsas ekoloji təhlükəni bərk sənaye-məişət tullantıları yaradır. Bu tullantılar daim lazımi nəzarət, saxlanma və istifadə olunma qaydalarına riayət edilmədən zibilliklərə atılır. Son 30 ildə ümumşəhər zibilliyində 20 mln.t tullantı yığılmışdır. Abşeronun atmosferinə sənaye və nəqliyyat tərəfindən 2 mln.m³-ə qədər qaz şəklində zəhərli maddələr atılır [4].

Abşeronun təbii radioaktiv fonu 6 mkr/saat arasında tərəddüd edir. Ancaq sənaye tullantıları nəticəsində bəzi yerlərdə radioaktivliyi on, yüz dəfələrlə və daha artıq mümkün olan radiasiya fonu keçir. Belə vəziyyətə qədim neft quyularında, Ramana və Yeni Suraxanı qəsəbələrindəki yod zavodlarının ərazilərində rast gəlinir. Radionuklidlərlə çirklənmə əhalinin sağlamlığı üçün təhlükə yaradır və fəlakət zonalarının formalaşmasına səbəb olur.

Cədvəl 1**Abşeron yarımadasında yerləşən Suraxanı və Xəzər rayonları üzrə müxtəlif xəstəliklərə yoluxan insanların sayı**

Rayonlar	Neftin miqdarı %	İnfeksiyon xəstəliklər %	Tənəffüs yolları xəstəlikləri %	Həzm orqanları xəstəlikləri %	Qan dövranı xəstəlikləri %
Suraxanı	20.5	2.3	4.7	2.8	3.4
Xəzər	13.2	1.6	4.2	1.8	2.8

Torpaqların neft və neft məhsulları ilə çirklənməsi ətraf mühitə öz mənfi təsirini göstərmişdir. Belə ki, neftlə çirklənmə torpaqlarda ağır metalların miqdarının artmasına, insan orqanizmi üçün lazım olan mikroelementlərin miqdarının normadan aşağı düşməsinə səbəb olur. Bu isə öz növbəsində müxtəlif xəstəliklərin (infeksiyon, endokrin sistemi xəstəlikləri, tənəffüs orqanı, allergik xəstəliklər və s.) artmasına səbəb olur. Bakı şəhər Gigiyena və Epidemiologiya mərkəzi, Bakı Baş Səhiyyə idarəsi ilə birlikdə aparılan tədqiqat işləri nəticəsində ərazilərdə yaşayan əhali arasında yuxarıda adları çəkilən xəstəliklərin yayılma dərəcəsini müəyyən etmişdir[7].

Aşağıdakı cədvəldə Abşeron yarımadasının neftlə çox, orta və zəif dərəcədə çirklənmiş ərazilərinin sanitar-gigiyenik göstəricilər bloku verilmişdir (cədvəl 2).

Abşeron yarımadasının neftlə çox, orta və zəif dərəcədə çirklənmiş əraziləri üzrə müxtəlif xəstəliklərə yoluxan insanların sayı qeyd olunmuşdur.

Neftlə çox çirklənmiş yerlərdə tənəffüs yolları, həzm orqanları, qan dövranı xəstəliklərinə yoluxanların sayı digər ərazilərlə müqayisədə nəzərə çarpaq dərəcədə çoxdur.

Cədvəl 2**Bakı şəhəri Gigiyena və Epidemiologiya mərkəzinin məlumatına əsasən**

Ərazilər	Neftin miqdarı, %	İnfeksiyon xəstəliklər,%	Tənəffüs yolları xəstəlikləri, %	Həzm orqanı xəstəlikləri, %	Qan dövranı xəstəlikləri, %
Çirklənməmiş torpaqlar	-	0,6	4,0	1,0	1,3
Çox çirklənmiş torpaqlar	26,0-20,0	3,1	7,3	3,5	4,0
Orta çirklənmiş torpaqlar	18,0-16,4	2,3	4,7	2,8	3,4
Zəif çirklənmiş torpaqlar	13,0-10,6	1,9	4,5	1,8	2,8

Abşeron yarımadasının ekoloji şəraiti böhranlı vəziyyətdədir. Abşeron yarımadasının biosfer təbəqəsi 100 ildən artıqdır ki, kəskin antropogen təzyiq altındadır. Təbii ehtiyatların kütləvi istifadəsi, xammalın emalı, çoxsahəli sənaye obyektlərinin ekoloji baxımdan yalnız yerləşdirilməsi, nəqliyə üçün kommunikasiya xətlərinin abadsızlığı, bərk və maye halında tullantıların yayılması yarımadaının ərazisini başdan-başa zibilliklərə və çirkab su hövzələrinə çevirmişdir [2,3].

Sənaye istehsalı miqyasına görə Abşeron Azərbaycan Respublikasının ən iri sənaye rayonudur. Onun payına bütün respublikanın sənaye istehsalı məhsullarının 70%-i, ümumilikdə quruda neft çıxarmanın 60%-i, neft emalının hamısı, təqribən bütün neft-kimya, maşınqayırmanın və metallurjiyanın 80%-dən çoxu, elektrik enerjisinin 30%-i meşə və ağac emalının 75%-dən çoxu, yeyinti sənayesinin 40%-dən çoxu, yüngül sənayenin 50%-i, tikinti materialları sənayesinin 70%-i düşür [6].

Nəticə

1. Abşeron yarımadasının neftlə müxtəlif dərəcədə çirklənmiş ərazilərində müxtəlif xəstəliklərə (infeksiya, tənəffüs yolları, həzm sistemi, əsəb sistemi, qan dövranı) səbəb olur.
2. Abşeron yarımadası ekosisteminin təxirə salınmaz bərpa işlərinə ehtiyacı var.
3. Abşeron yarımadasının neftlə çirklənməsi və çirklənmiş torpaqların rekultivasiyası işləri araşdırılaraq neftlə çirklənmiş torpaqlarının ilkin olaraq, mexaniki rekultivasiyası daha sonra isə bioloji rekultivasiya ilə təmizlənməsi məqsədə uyğun hesab olunur.

Ədəbiyyat siyahısı:

1. Məmmədov Q.Ş. Azərbaycan torpaqlarının ekoloji qiymətləndirilməsi. Elmi, Bakı, 1998, 280 səh.
2. Yaqubov Q.Ş., Həkimova N.F. Neft mədəni torpaqlarında neft məhsullarının mazutlaşması və bitumlaşmasının təkamülünə dair. Azərbaycan Torpaqşünaslar Cəmiyyətinin əsərləri, VI cild, Bakı, 1996, şəh. 68.
3. Həkimova N.F. Abşeron yarımadasının neftlə çirklənmiş torpaqlarında çirklənmənin ekoloji tarazlığın pozulmasına təsiri. Azərbaycan aqrar elmi, № 4-6, səh. 207-209.
4. Ширинов И.Ш. Геоморфологическое районирование Апшеронского полуострова // Изд. АН.Азерб. ССР, 1958 № 6, с. 41-44
5. Шихлинский Э.М. Карта типов климата Аз, ССР (Атлас-Азербайджана), Баку-Москва, 1963
6. İnternetresursları: http://www.ekol.az/index.php?action=page_view&page_id=30
7. **Sanitariya-epidemioloji salamatlıq haqqında** Azərbaycan respublikasının qanunu

Mehdiyev Cavid Teymur oğlu

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, baş müəllim, 0000-0002-6801-7015
cavidmehdi1977@gmail.com

Cəfərov Təriyel İlham oğlu

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, baş müəllim, 0000-0002-1012-6323
tariyel.jafarov@azmiu.edu.az

Qəniyeva Səriyyə Nazir qızı

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, İnşaat kolleci, müəllim
sariyya.ganiyeva@gmail.com

NEFT ÇƏNLƏRİNİN ƏSASI VƏ ÖZÜLLƏRİNİN DEFORMASIYALARI

Xülasə: Bu çənlərin bütün nöqtələrində əlavə təzyiqdən əmələ gələn dartılma gərginliyi eynidir. Damcışəkilli neft çənin ekvator üzrə diametri 18500 mm, oturacağı ən yüksək nöqtəsinə qədər olan məsafə 10850mm, örtüyün qalınlığı 5-6 mm, dayaq həlqəsinin xarici diametri 16494 mm, daxili diametri 13364 mm, eni 1665 mm, təbəqəsinin qalınlığı 10mm – dir.

Bu çənlər təsərrüfatın müxtəlif sahələrində tətbiq olunur. Bu tip çənlərdə neft adətən əlavə təzyiq altında saxlanılır. Çən dirək tipli dayaq üzərinə qoyulmuşdur.

Bu növ çənlərin qaz fazasında temperaturun dəyişmə amplitudu çox azdır. Bundan əlavə yangın təhlükəsi az olduğu üçün çənlər arası məsafəni azaltmaq olur.

Əsasən neft məhsullarını və ya maye qazları 0,25; 0,6; 1,0; 1,8 MPa əlavə təzyiq altında saxlamaq üçün tətbiq edilir. 0,20 MPa təzyiqdən aşağı təzyiqlərdə bu çənlərin tətbiqi iqtisadi cəhətdən əlverişli deyildir. Kürəşəkilli çənlər leqirlənmiş poladdan hazırlanır.

Bu çənlər dəniz neft bazalarında konkret şəraitdən asılı olaraq tətbiq oluna bilər. Sualtı neft çənləri: polad, dəmirbeton, elastik sintetik və ya rezin materiallardan hazırlanır.

Neftiyan terminalar çıxarılan neftin lazım olan vaxta qədər saxlanılmasına və onun nəql olunmasına xidmət edir. İstər yerüstü terminalın, istərsə də neftiyan çənin konstruktiv hissələrinin hər birinin öz funksiyaları vardır.

Açar sözlər: Su çəni, qırt suları, deformasiya, təzyiq

The voltage voltage created by the additional pressure is the same at all points of these tanks. The diameter of the tear oil tank along the equator is 18500 mm, the distance to the highest point of the seat is 10850 mm, the thickness of the cover is 5-6 mm, the outer diameter of the support ring is 16494 mm, the inner diameter is 13364 mm, the width is 1665 mm, the layer thickness is 10 mm.

These tanks are applied in various areas of the farm. In tanks of this type, oil is usually stored under additional pressure. The tank was placed on pole-type supports.

The amplitude of temperature changes in the gas phase of these types of Tanks is very small. In addition, the distance between the tanks can be reduced due to the low fire hazard.

It is mainly applied to keep petroleum products or liquefied gases under additional pressure of 0.25; 0.6; 1.0; 1.8 MPa. At pressures below 0.20 MPa, the application of these tanks is not economically viable. Spherical tanks are made of forged steel [6].

These tanks can be applied depending on specific conditions in offshore oil bases. Submersible oil tanks: made of steel, reinforced concrete, elastic synthetic or rubber materials.

The oil-collecting terminals serve to store the extracted oil until the required time and transport it. Each of the structural parts of both the ground terminal and the oil collector tank has its own functions.

Key words: Water tank, groundwater, deformation, pressure

Giriş. Çənlər iri qabaritli, çox uzun qaynaq tikişləri olan vərəq şəkilli konstruksiyadan ibarətdir. Çənin əsas konstruktiv elementləri onun dibi, divarı və qapağıdır. Çənin divarı – nazik silindrik qabığı öz aralarında qaynaq edilmiş kəmərlərdən ibarətdir. Çənin dibi qısa tərəfləri boyunca qarşı-qarşıya qaynaq edilmiş düzbucaqlı vərəqlərdən hazırlanmış zolaqlardan ibarətdir. Çənin qapağı konus və sferik formalı kimi iki növ olur [4].

Çənlərin ən çox yayılmış növləri aşağıdakılardır:

ŞPÇ – stasionar qapağı olan şaquli polad çən;

PŞPÇ – pontonlu şaquli polad çən;

AGŞPÇ- alüminiumdan günbəzşəkilli qapağı olan şaquli polad çən;

ÜQŞPÇ – üzən qapaqlı şaquli polad çən.

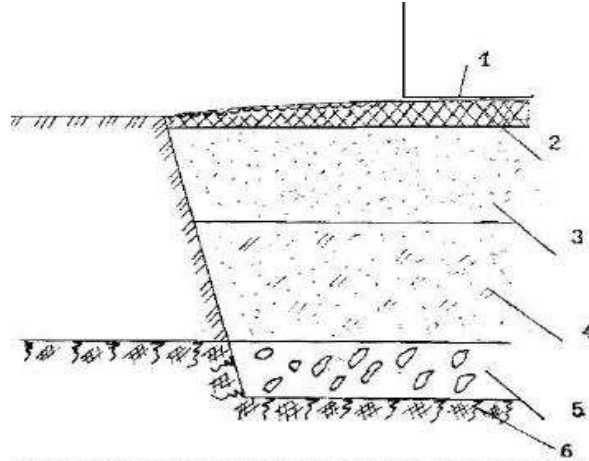
Neft çənləri şaquli silindrik, horizontal silindrik, damcışəkilli və xəndəktiqli olurlar. Şaquli silindrik neft çənləri ən geniş yayılmışdır və əsasən konusvari örtüklü, sferik örtüklü, pantonlu, üzən qapaqlı olurlar (şəkil 1).



Şəkil 1. Neft çəninin ümumi görünüşü.

Tutumu 5000 m³-dək olan çənlər adətən onun dibini qrunnt suları və kondensatın təsirindən yaranan korroziyadan qoruyan tökmə qruntdan, qum yastığından və hidroizolə qatından ibarət süni əsas üzərinə qoyulur (şəkil 2). Daha böyük tutuma malik olan çənlər üçün, eləcə də mürəkkəb mühəndisi-geoloji şəraitdə tor altında beton və ya dəmir-beton halqa şəkilli özül və ya bütün çənin altı üçün özül plitələri qurulur.

Çənin əsası onun əsas məsul elementlərindən biridir və çənin istismar dövründə etibarlı işi onun diqqətlə qurulmasından asılıdır.



Şəkil 2. Normal şəraitdə tikinti zamanı çənin altı üçün əsas:

- 1 – çənin dibi; 2 – hidroizolə qatı; 3 – qum yastığı; 4 – tökmə qrunnt; 5 – çinqil hazırlıq qatı; 6 – ana süxur.

Çənin əsası – bilavasitə çəndən yükü qəbul edən qrunnt massivinin bir hissəsidir.

Çənin özülü – bu çənin yükü əsasa ötürməyə xidmət edən hissəsidir.

Dairəvi özül – yükün çəndən qrunnta ötürülməsi üçün dəmir-betondan hazırlanmış və çənin divarı altına yerləşdirilmiş yastı halqadan istifadə edilən özüldür.

Plitəli özül - yükün çəndən qrunnta ötürülməsi üçün monolit dəmir-betondan və ya bitişmə yerləri möhkəm bərkidilən yığma dəmir-beton tirlərdən ibarət bütöv və ya qəfəsli plitələrdən istifadə edilən özüldür.

Svaylı özül - yükün çəndən qrunnta ötürülməsi üçün svaylardan istifadə edilən özüldür. Svaylardan və onları birləşdirən rostverklərdən ibarət olur. Rostverk – yuxarıdan svay qrupları və ya cərgələrini birləşdirən paylayıcı tir və ya plitədir [4].

Yer kürəsində baş verən seysmik, tektonik və s. hərəkətlər nəticəsində yerin fiziki səthində müxtəlif şəkil dəyişmələri əmələ gəlir. Bu şəkil dəyişmələrinə ümumilikdə “Deformasiya” deyilir və bu istiqamətdə aparılan ölçmələrə deformasiya ölçmələri deyilir. Deformasiyaların ölçülməsi prosesində şaquli yerdəyişmələrin (çökmə, yatma, qalxma) və üfüqi yerdəyişmələrin (yerindən tərpanmə, yana əyilmə və s.) qiyməti müəyyən edilir.

Şaquli yerdəyişmələr üzərində geodeziya müşahidələri aparmaq üçün bina və ya qurğunun əsasına onun perimetri boyunca deformasiya (çökmə) nişanları qoyulur və bu nişanlar üzrə yüksək dəqiqliyə malik rəqəmsal nivelirlərdən istifadə etməklə böyük dəqiqliklə həndəsi nivelirləmə aparılır. Hər bir növbəti ölçmə zamanı əldə edilən çökmə nişanlarının səviyyə yüksəklikləri arasındakı fərq deformasiyaların mütləq qiymətlərini, onların sürəti və dəyişmələrini təhlil etməyə imkan verir.

Üfüqi yerdəyişmələrin geodeziya ölçmələri əksər hallarda təbii mailliyi olan ərazilərdə (sürüşmə zonaları, dərələrin yamaqları, çay sahilləri və s.) yerləşən obyektlərdə aparılır.

Tədqiq olunan obyektin texniki vəziyyətini tam aydınlaşdırmaq üçün onun əsasında eyni zamanda çökmənin müşahidə edilməsi ilə yanaşı, bina və qurğuların divarları və xarici səthlərinə vizual nəzarət (vizual müayinə) edilir. Vizual baxış zamanı bütün aşkar olunmuş çatlar təsbit edilir. Aşkar edilmiş çatlarda onların gələcəkdə inkişafını müşahidə etmək üçün

nəzərdə tutulmuş mayaklar quraşdırılır. Vizual müayinə çökmə nişanlarında ölçmələrlə eyni dövrdə aparılır.

Neft məhsullarının saxlanması üçün nəzərdə tutulmuş çənlər istismar prosesində xarici amillərin onların istismar etibarlılığını aşağı salan müxtəlif qeyri-qənaətbəxş təsirlərinə məruz qalırlar. Belə amillərə çoxillik donan qruntların mövsümi donması və donunun açılması ilə əlaqədar qeyri-qənaətbəxş qrunnt şəraitini aid etmək olar.

Daim donmuş qruntların donması və donunun açılması dövrlərində onların tək vaxta görə deyil, həm də çən altındakı məkanda deformasiya və möhkəmlik xassələrini də dəyişir. Əsasın yerdəyişməsi və ya möhkəmliyinin dəyişməsi kimi təsirlər çənin «dib-əsas» sərhədində kontakt gərginliyinin yenidən paylanmasına səbəb olur. Bu ona gətirib çıxarır ki, çənin dibini əyilmə və dartılmaya məruz qalır. Çənin dibinin iş xarakterinin dəyişməsi bəzi hallarda çənin divarlarının gərgin vəziyyətinin dəyişməsinə səbəb olur ki, bu da öz növbəsində çəndə çatların əmələ gəlməsi və onun dağılması ilə nəticələnə bilər.

Əsas və özüllərdə aşağıdakı deformasiya növlərinə rast gəlinir:

- Çökmə – özülün və bütün qurğunun aşağıya doğru yerdəyişməsi;
- Şişmə və çökmələr – temperatur və nəmliyin dəyişməsi ilə bəzi gilli qruntların həcmində dəyişməsi ilə əlaqədar olan deformasiyalar;
- Qalxma və ya qabarma - özülün və bütün qurğunun yuxarıya doğru yerdəyişməsi;
- Üfüqi yerdəyişmə və ya sürüşmə - özülün və bütün qurğunun yana doğru yerdəyişməsi.

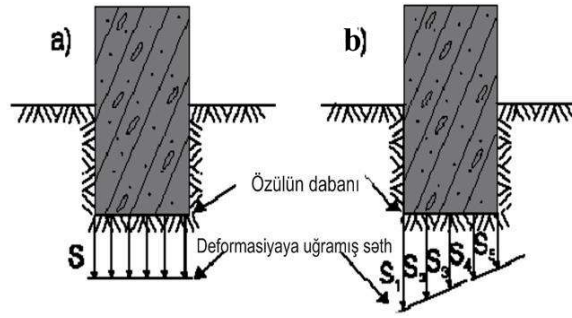
Ən geniş yayılmış qüsurlardan biri əsasın çökməsidir. Çökmə hadisəsini daha əyani dərk etmək üçün təsəvvür edilməlidir ki, qurğuların bütün özülləri layihə səviyyə hündürlüyünə uyğun gələn bir horizontal müstəvi üzərində qurulmuşdur. Qrunntun sıxılması nəticəsində bu müstəvinin üzərində yerləşən nöqtələr yerini başlanğıc nöqtəsindən dəyişə və müəyyən deformasiyaya uğraya bilən səth yarada bilər. Bu zaman nöqtələr yerini həm şaquli müstəvidə yuxarı və aşağı, həm də yana dəyişə bilər.

Çənin əsası və özülünün çökməsini aşağıdakı üç əsas növə ayırmaq olar:

1. *Bərabər çökmə (şəkil 3. a).* Belə çökmə o zaman baş verə bilər ki, qurğunun ağırlığından yaranan təzyiqlə özülün altındakı əsasda qruntların sıxılması eyni olsun. Bərabər çökmə çənin konstruksiyasında gərginlik yaratmır. Bu zaman borudan ayrılan qolların çənə birləşdiyi yerlərdə gərginliyin azaldılması üçün boru kəməri və bərkidilmiş avadanlıqların yerdəyişmə imkanı olmalıdır.

2. *Əsasın hər hansı bir tərəfə əyilməsi (meyl etməsi).* Bu mayenin səviyyəsinin əyilmə tərəfə artmasına, müvafiq olaraq isə çənin qabığında dairəvi gərginliyin çoxalmasına səbəb olur. Bundan başqa, əhəmiyyətli dərəcədə əyilmə pantonun və ya üzən qapağın yerdəyişməsinə maneə ola bilər və ya onların pərçimlənməsinə səbəb ola bilər.

3. *Əsasın qeyri-bərabər çökməsi (şəkil 3. b).* İlk növbədə qurğuların hissələrinin müxtəlif təzyiqləri və özülün altındakı qrunntun qeyri-bərabər sıxılması nəticəsində baş verir ki, bu da öz növbəsində özülüstü konstruksiyalarda müxtəlif cür deformasiya və yerdəyişmələrə səbəb olur. Belə çökmə ən təhlükəli və nəticəsi əvvəlcədən görünməyən çökmədir. Bu çökmə dağıdıcı ola bilər, belə ki, məhdud sahədə yaranan böyük gərginlik çənin divarında qaynaq tikişlərinin dağılmasına səbəb ola bilər. Bu halda boru kəmərlərinə birləşən qolların dağılma və kəsilmə təhlükəsi yaranır, pantonun və üzən qapağın işi pozulur [3,4].



Şəkil 3 a) bərabər çökmə; b) qeyri-bərabər çökmə

Əsas və özüllərin zədələnməsinin əsas səbəbləri aşağıdakılardır:

- Çənin qapağı və divarlarından axan yağış suları və daşqın suları ilə daimi nəmlənmə nəticəsində çənin kənarlarında əsasın qruntunun daşıyıcılıq qabiliyyətini itirməsi;
- Torpağın eroziyası, əsasın qruntunun çökməsi, şişməsi və köpməsi;
- Çənin əsasında tökmə torpaq işlərinin keyfiyyətsiz yerinə yetirilməsi;
- Özüllərin betonunun don vurmada dağılması;
- Özüllərin betonunun leysan və yeraltı suların, eləcə də havanın temperaturunun dəyişməsi təsirlərindən dağılması;
- Beton və dəmir-beton özüllərə turşu və qələvilərin, eləcə də havadakı kimyəvi birləşmələrin təsiri;

Əsasın çökməsi onun qruntunun intensiv nəmlənmə (qruntun nəmliyi 2 dəfədən çox artdıqda) daşıyıcılıq qabiliyyətini itirməsi, çənin səthindən yağış və ərinti sularının kənarlaşdırılması düzgün təşkil edilmədikdə, çənin əsasında tökmə torpaq işləri keyfiyyətsiz yerinə yetirilməsi, eləcə də torpaq eroziyası nəticəsində baş verir. Özüllərin şişməsi (qabarması) əsasın qruntlarının donması və ya şişməsi, eləcə də özül altındakı qruntların güclü nəmlənməsi nəticəsində baş verir.

Əsas və özüllərin müayinəsi üzrə kompleks işlərə aşağıdakılar daxildir:

- Çənlərin qismən texniki diaqnostikası zamanı müayinə;
- Çənlərin tam texniki diaqnostikası, özül və əsaslarda yolverilməz deformasiya proseslərinin baş vermə səbəblərini müəyyən edərkən.

Çənlərin qismən texniki diaqnostikası zamanı müayinə işlərinin tərkibinə aşağıdakılar daxildir:

- Əsasın (özülün) müayinə edilməsi işlərinə hazırlıq;
- Özül və əsasın qurulması üçün layihə və icra sənədlərinin, eləcə də əvvəllər əsas (özül) üçün aparılmış geodeziya müşahidə işlərinin təhlili;
- Müayinə Proqramının tərtib edilməsi;
- Əsasın (özülün) deformasiyasının ölçülməsi;
- Müayinə üçün mümkün zonada özülün vizual müayinəsi;
- Müayinənin nəticələri də daxil olmaqla yekun hesabatın tərtib edilməsi.

Tam texniki diaqnostika işləri zamanı eyni ilə qismən texniki diaqnostikada olduğu kimi işlər aparılır, lakin əlavə olaraq özüldə ölçmə işləri və instrumental müayinə işləri aparılır (özül üçün icra sənədləri olmadıqda);

Əsasın (özülün) müayinəsinə hazırlıq işlərinə aşağıdakılar daxildir:

- Geodeziya şəbəkəsinin mövcud olmasının yoxlanılması, şəbəkə olmadıqda isə onun yaradılması;
- Mövcud deformasiya markalarının olmasını, onların iş qabiliyyətində olmasının yoxlanılması və yeni deformasiya markalarının quraşdırılması;
- Kommunikasiyaların, boru kəmərlərinin və çənin texniki bəndinin içərisində avadanlıqların yerləşməsinin müəyyən edilməsi.

Səviyyə yüksəklikləri və əyilmələrin ölçülməsindən əvvəl aşağıdakı işlərin görülməsi zəruridir:

– Müayinə olunan çəndən 200 m-dən çox olmayan məsafədə yerləşən səviyyə və plan əsaslarının başlanğıc nişanlarının – reperlərin (bir və daha çox) mövcud olmasının, iş qabiliyyətində olmasının yoxlanılması və ya yenilərinin qurulması;

– Deformasiya markalarının yerinin müəyyən edilməsi və ya yenidən qurulması [1].

Reperlər Baltik dənizi yüksəklik sisteminə bağlanmalıdır. Bağlanma olmadıqda, onu hazırlıq işlərinin tərkibində yerinə yetirmək lazımdır. Deformasiya markaları özülün horizontal səthində 6 m addımla quraşdırılmaqla qoyma detallar formasında yerinə yetirilməlidir.

Əsasda (özüldə) deformasiyaların ölçülməsi: Əsasda (özüldə) deformasiyaların ölçülməsi geodezik metodlarla həyata keçirilir. Ölçmələr zamanı aşağıdakılar müəyyən edilməlidir:

– Çənin perimetri boyunca şaquli yerdəyişmələr (çökmələr, qalxmalar);

– Çənin əyilməsi.

Şaquli yerdəyişmələr həndəsi nivelirləmə metodu ilə reperlər və deformasiya markaları üzrə aparılır. Çənin istismarı zamanı onun əsası və dibinin nivelirlənməsində məqsəd əsasda və çənin dibində çökmənin yolverilməz qiymətini müəyyən etmək və onların aradan qaldırılması üçün tövsiyələr verməkdir. Nivelirləmə işləri çənin xarici perimetri boyunca onun kənarlarını, pilləkənin özülünü və çənin bağlayıcı armaturu altındakı özülü əhatə etməlidir. Çökmənin zamandan asılılıq qrafiki qurulduqdan sonra çökmənin stabilləşməsinə və ya onun inkişafını proqnozlaşdırmaq olar.

Çən istismara verildikdən ilk 4 il sonra mütləq qiymətlərdə çənin dibinin nivelirlənməsi və nəticələrin dibin nivelirlənməsi jurnalına qeyd edilməsi tövsiyə olunur. Dörd ildən sonra bir qayda olaraq, əsasın çökməsi stabilləşir, buna görə də sonrakı illərdə dibin nəzarət nivelirlənməsini hər beş ildən bir və ya hər bir növbəti diaqnostik nəzarət zamanı həyata keçirmək kifayətdir.

Güclü sıxılan, əriyən və ya çökən qruntlarda yerləşən özüllərdə şaquli yerdəyişmələrin ölçülməsinin ən çox yayılmış metodlarından biri I sinif nivelirləmə işlərinin aparılmasıdır. Özüllərin çökməsinin ölçülməsi qurğularda quraşdırılmış başlanğıc (praktiki olaraq tərpənməz) reperlərdən başlayaraq dövrü olaraq markaların təkrar nivelirlənməsindən ibarətdir. I sinif nivelirləmə üsulu ilə özüllərin çökməsinin ölçülməsi prosesinin təşkili aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir:

1. Yüksəklik əsası nişanlarının yerləşdirilməsi və quraşdırılması;
2. Geodeziya instrumentlərinin seçilməsi;
3. I sinif nivelirləmənin həyata keçirilməsi;
4. Nivelirləmənin nəticələrinin kameral işlənməsi.

Qurğularda çökmələrin ölçülməsi üçün onlarda konstruksiyalara möhkəm bərkidilmiş deformasiya markaları – geodezik nişanlar (üzərində çarpaz xətlər olan metal lövhələr, vizir nişanları və s.) quraşdırılır [2].

Nivelirləmə üçün başlanğıc nişan kimi qurğudan müxtəlif tərəflərdə 50-70 m məsafədə quraşdırılmış iki qrunt reperi qrupu xidmət edə bilər. Qrunt reperlərini quraşdırmaq mümkün olmadıqda, çökmə prosesi stabilləşmiş köhnə binaların iki qrup divar reperindən istifadə etmək olar.

ƏDƏBİYYAT

1. Геодезические методы исследования деформаций сооружений / А. К. Зайцев [и др.]. – М. :Недра, 1991.
2. ГОСТ 24846-86. Грунты. Методы измерений деформаций оснований и сооружений.
3. ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.
4. ГОСТ Р 52910-2008. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов.

Məmmədov Çingiz Mirzəmməd oğlu
Azərbaycan Texniki Universiteti ,dosent
ORCID: 0009-0003- 3673-2609
cingiz.memmedov@aztu.edu.az
Əsədov Şövqi Naib oğlu
Azərbaycan Texniki Universiteti ,dosent
ORCID: 0009-0006-6228-4469
shovqi.esedov@aztu.edu.az

KOMPOZITDƏN OLAN DƏQİQ HİSSƏLƏR İSTEHSALI EKSTRUDER MAŞINLARININ TEXNOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Xülasə : Məqalədə kompozit material istehsalı sənayesində tətbiq edilən və istismar olunan ekstruder maşınlarının istehsal texnoloji xüsusiyyətləri araşdırılmaqla , istehsal texnoloji əməliyyat zamanı yaranan əsas çatışmamazlıqlar , bu çatışmamazlıqlardan irəli gələn ümumi məsələlərin tədqiqi, eyni zamanda keyfiyyətin , dəqiqliyin, səmərəliliyin və məhsuldarlığın yüksəldilməsi üçün tələb olunan şərtlərin həlli yolları , o cümlədən polimer material istehsalı sənayesində maya dəyərinin aşağı salınması məsələsinə baxılmışdır. Bundan əlavə məqalə kompozit material istehsalı sənayesində istismar olunan ekstruder maşınlarının istehsal texnoloji prosesində işçi şnek hissəsinin ox boyu əməliyyat zonaları üzrə həndəsi parametrlərinin emal prosesinə təsiri , eyni zamanda yükləmə, ərimə zonalarında baş verən texnoloji və statiki araşdırmalar ,sürtünmə qüvvəsinin temperatura təsirinin tədqiqi analizinə həsr edilmişdir.

Açar sözlər: kompozit material, ekstruder maşınlar, şneklər, dozalama , ekstruziya.

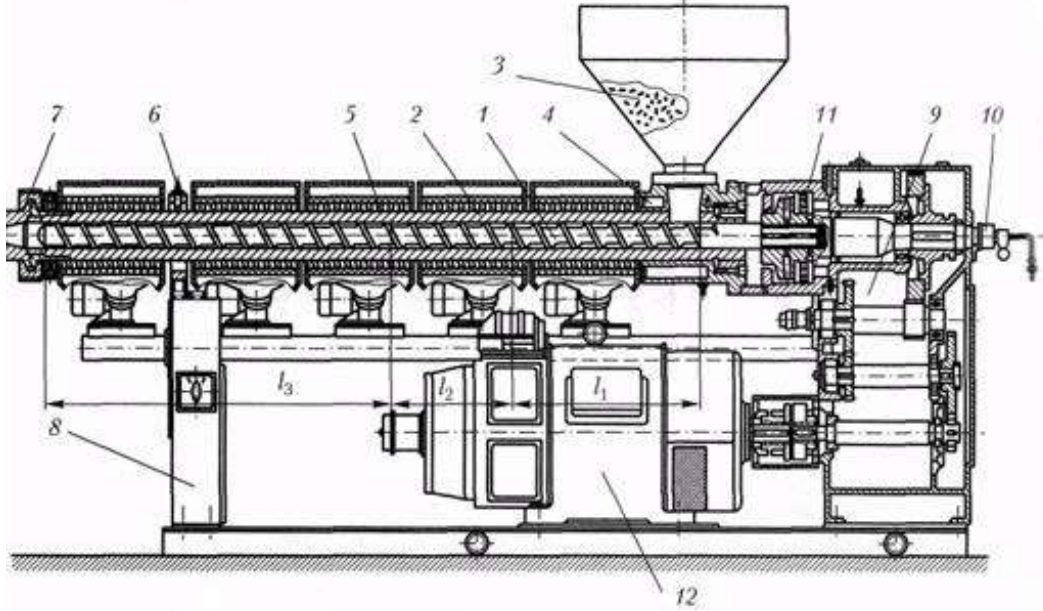
Summary: The article examines the production technological features of the extruder machines used and operated in the polymer material production industry, the main deficiencies that arise during the production process, the study of common issues arising from these deficiencies, and at the same time, the solution of the conditions required for improving quality, precision, efficiency and productivity. ways, including the question of cost reduction in the polymer material production industry. In addition, the article is devoted to the analysis of the influence of the geometric parameters of the working screw part on the operational zones along the axis in the production technological process of the extruder machines operated in the polymer material production industry, as well as the technological and static studies that take place in the loading and melting zones, and the analysis of the effect of the friction force on the temperature.

Key words: polymer material, extruder machines, screws, dosing, extrusion.

Giriş və aktualıq.

Kompozit material istehsalı sənayesində keyfiyyətli məhsul əldə olunmasında əsas səbəblərdən və əsas üstünlüklərdən biridə bu sahədə istehsal təyinatına uyğun olaraq texnoloji avadanlıqların düzgün seçilməsidir. Teyinatına və istehsal texnoloji xüsusiyyətlərinə görə seçilmiş və istehsal üstünlüyü təşkil edən avadanlıqlardan biri də ekstruderlərdir ki, bu avadanlıqlardan kütləvi və seriyalı istehsalda geniş profildə istifadə olunur. Ekstruderlə spesifikasiyası və növlərinə bir neçə yerə ayrılır. Bundan əlavə işçi orqanın növünə görə ekstruderlər porşenli, vintlilə, vintsiz (disk, hidrodinamik) və birləşdirilmiş (disk-vint , ərimə lövhəli vintlilə və s.) hissələrə bölünür. Silindr (kameranın) və işçi orqanın konstruksiyasından asılı olaraq, vakuum enişli və enişsiz ekstruderlər fərqləndirilir; belə ki, bunlar elektrik, isitmə ilə , induksiya, dielektrik (yüksək tezlikli cərəyanlar), soyuducu (su, buxar, mineral yağ) istifadə edərək və xarici istilik olmadan qızdırmaqla istismar olunur. Tək şnekli vintlilə ekstruderin əsas sxemi Şəkil 1-də göstərilmişdir. Ekstruder aşağıdakı kimi işləyir. Bunkerdən 3 olan polimer material silindrinə 2 daxil olur, fırlanan şnek 1 tərəfindən tutulur və formalaşma

başlığına daşınır, onun bir parçası 7 mövqedə göstərilir. Bu halda polimer birinci, qidalanma, zonada şnekin 1 yumşaldılaraq tıxac halına salınır, sıxılma zonasında 2 əriyir, dozalama zonasında isə 3 homojenləşdirilir və formalaşma başlığına verilməyə hazırlanır. Tələb olunan istilik şəraitini və daşınma şəraitini təmin etmək üçün material silindrinə fərdi ventilyasiya qurğuları olan zona halqalı qızdırıcılar 5 quraşdırılır; silindrin yükləmə çuxurunun yaxınlığındakı hissəsi kanallar 4 vasitəsilə su ilə soyudulur və temperaturu idarə etmək üçün termocütlər 6 istifadə olunur. Şnekin konstruksiyası, bir qayda olaraq, cihaz 10 vasitəsilə verilən və axıdılan su ilə daxili soyudulmasını təmin edir. .



Səkil 1. Tək şneкли sonsuz vint ekstruderi

Şnekdə sonsuz vint fırlanmanı birbaşa və ya alternativ cərəyanın elektrik mühərrikindən 12 və azaldıcı mexaniki ötürücüdən ibarət olan elektromexaniki ötürücüdən alır 9. Şnekdə ərimənin daşınmasına əks istiqamətdə hərəkət edən eksenel qüvvə daşıyıcı qurğu 11 tərəfindən qəbul edilir. Ekstruderin bütün işçi aqreqləri kütləvi və mürəkkəb korpusa quraşdırılmışdır 8. Qeyd etmək lazımdır ki, müasir ekstruderlərdə material silindr və elektromexaniki ötürücü çox vaxt eyni üfüqi müstəvidə yerləşir və bu, şaquli ümumini əhəmiyyətli dərəcədə azaltmağa imkan verir. Ekstruderləri idarə etmək üçün əsasən aşağıdakılar istifadə olunur: variator və ya sürət qutusu olan elektrik mühərriki; Sürətin pilləsiz tənzimlənməsi ilə kommutator mühərriki; generator-motor sisteminə qoşulmuş elektrik mühərriki; hidravlik mühərrik. Porşenli və vintsiz (disk, hidrodinamik) ekstruderlər, pistonlu ekstruderlərin aşağı məhsuldarlığı və vintsiz maşınlar tərəfindən hazırlanmış aşağı təzyiqlə səbəbindən məhdud istifadəyə malikdir. Çox yönlüliyinə, yüksək məhsuldarlığına, avtomatlaşdırma dərəcəsinə və prosesin davamlılığına görə vidəli ekstruderlər ən çox istifadə olunur.

Tədqiqatın məqsədi, məsələnin qoyuluşu.

Aparılmış tədqiqatlar göstərir ki, şneкли ekstruderin əsas parametrləri mövcuddur ki, bu parametrləri tənzimləməklə keyfiyyətli və davamlı standarta uyğun məhsul istehsalını stabil saxlamağa imkan verir: [1], [2]

- Şnekin diametri;
- Şnekin diametrinin uzunluğa nisbəti (L/D);
- Şnekin fırlanma sürəti.

Ekstruderlər ilk növbədə şnekin diametrinə görə fərqlənirlər.

Sonsuz vintli ekstruderlər bir vintli və çox vintli, birpilləli və çoxpilləli, bir silindrlə və çox silindrlə hissələrə bölünür. Sadə vint profilli ekstruziya maşınları (sabit və ya dəyişən

addımlı silindrik vint, dəyişən və ya sabit kanal dərinliyi ilə) və mürəkkəb vint profilli (pilləli, aralıq, konusvari, parabolik), spiral bıçaqları və kamalı olan maşınlar, və s. hissələrdən ibarətdir.

Şnekin fırlanma sürətindən asılı olaraq, adətən adiabatik, daha dəqiq desək, avtotermik rejimdə işləyən normal ekstruderlər (150 rpm-ə qədər) və yüksək sürətli ekstruderlər (150 rpm-dən çox) arasında fərq qoyulur. Əksər ekstruderlərdə şneklər eksenel olaraq sabitdir.

Verilmiş silindr temperaturunun tənzimlənməsi və saxlanması üsuluna görə, hava, su və qarışıq soyuducu ilə ekstruderlər fərqlənir. Dizayndan asılı olaraq üfqi və şaquli, stasionar və fırlanan ekstruderlər var. Universal (politropik) ekstruderlərlə yanaşı, avtotermik, xüsusi konusvari, kombinə edilmiş, laboratoriya və digər maşınlardan da istifadə olunur. Ekstruderin dizaynı emal olunan materialdan və daha az dərəcədə profilli məhsulun növündən asılıdır. Tək vintli ekstruderlər əsasən dənəvər termoplastik materialların emalı üçün istifadə olunur.

Məsələnin həlli üsulları və aprobeşiyası

Aparılmış tədqiqatlar göstərirki, yekunda məhsulun tam keyfiyyətli və standartda uyğun alınması ekstruderin şnekinin oxboyu texnoloji zonalarından birbaşa asılıdır.[3],[4]. Ekstruder şneklərində bu zonalar müvafiq olaraq istehsal və əməliyyat şəraitinə görə müxtəlif zonalara ayrılır:

Yükləmə zonası. Qranullar, toz və ya davamlı lent şəklində olan polimer (rezin qarışıqlarının ekstrüzyonu) yükləmə hunisi vasitəsilə şnekin vida kanalına daxil olur və polimer ilə silindr divarı arasındakı sürtünmə qüvvələrinin fərqinə görə onun tərəfindən aparılır və polimer burada şnekin kanalının divarlarına sürtünərək hərəkət edir. Bu mərhələdə polimerin hərəkəti üçün çox əsas etap, şnekin bir vinti ilə və qranul danəsinin qarşılıqlı təsir hərəkətidir. Belə ki, bunkerdən daxil olan polimer kütləsi qranul, sonsuz vint fırlandıqca, vida boyunca hərəkət etməyə başlayır. Bu mərhələdə əsas etap odur ki, bu qranul silindr divarlarına nisbətən sürüşmə qabiliyyətinə malikdir, bu da onun fırlanmasına mane olur. Buna görə də, belə bir polimer qranulun şnek vintinin bir idövründə hərəkət etdiyi məsafə vintin addımına bərabər deyil və bu polimerin divarlara nisbətən sürüşməsi səbəbindən baş verir. Polimer şnekin vinti boyunca hərəkət edərkən yüksək hidrostatik təzyiqlər yaradır. Polimerin hərəkəti zamanı təmas səthlərində yaranan sürtünmə qüvvələri sürtünmə gərginliyi yaradır. Bu proses zamanı ayrılan istilik polimeri qızdırmaq üçün istifadə olunur. İstiliyin bir hissəsi də silindr divarlarından istilik keçiriciliyinə görə qızdırıcı vasitəsilə verilir. Ekstruderin bu hissəsindəki divarın qızdırıldığı yuxarı hədd, sürtünmə əmsalı və onun temperaturdan asılılığı ilə müəyyən edilir. Divar temperaturu çox yüksək olarsa, istilik aradan qaldırılması ilə xarici səthlə sürtünmə qüvvəsinə görə intensiv istilik ayrılması polimerin divar təbəqəsinin vaxtından əvvəl əriməsinə səbəb olur. Bu vəziyyətdə sürtünmə qüvvəsi kəskin şəkildə azalır, polimer silindr divarına nisbətən tamamilə sürüşməyə başlayır və vint boyunca hərəkəti dayanır. Normal temperatur şəraitində isə vint kanalı boyunca sürtünmə qüvvələri ilə itələnən kifayət qədər uzun bir polimer təbəqə əmələ gəlir. Burada yaranan polimer tıxacın uzunluğu kifayət qədər böyük olmalıdır ki, bu da nisbi hərəkət nəticəsində yaranan uzununa itələyici qüvvə polimeri ərimə zonasından keçirilməsinə tam şərait yaradır. Möhkəm tıxac vida kanalı boyunca hərəkət etdikcə onun içindəki təzyiqlər artır, tıxac sıxlaşır, tıxacın silindrin daxili divarı ilə təmasda olan səthi qızır və onun üzərində nazik ərimə təbəqəsi əmələ gəlir. Tədricən, bu təbəqənin qalınlığı artır və divarı ilə sonsuz vintin kəsici silsiləsi arasındakı radial boşluğun qalınlığına bərabər olduqda, sonuncu ərimə təbəqəsini divardan sıyımağa başlayır, itələyən vidənin önündə toplanır. Sonsoz vintin vidəsinin bu bölməsi əslində qidalanma zonasının sonu və ərimə zonasının başlanğıcıdır.

Ərimə zonası. Ərimə zonası daxilində polimer tıxac korpus divarından verilən istilik və viskoz sürtünmə qüvvələrinin işi nəticəsində ərimənin nazik təbəqəsində ayrılan istiliyin təsiri altında əriyir. Vida kanalının oxuna normal bir təyyarə ilə bu sahədə sonsuz vintin kəşşməsinə göstərir. Polimer tıxacının tərcümə hərəkətinin və sonsuz vintin fırlanmasının birləşmiş təsiri ox ilə göstərilən istiqamətdə korpus divarı ilə tıxac arasında nisbi hərəkətdə özünü göstərir. Bu hərəkətin təsiri altında, tıxacın xarici səthində əmələ gələn nazik bir ərimə təbəqəsində kanalın

itələyici divarına doğru yönəldilmiş bir axın meydana gəlir. Bu ərimə axını itələyici divarla qarşılaşır və onun boyunca yönəldilir, tıxac materialını ön divara doğru itələyir. Nəticədə, səth qatının hündürlüyü təxminən sabit qalır və qurd boyunca hərəkət edərkən eni tədricən azalır. Tıxacın əriməsinin təsvir olunan mexanizmi, tıxacın kifayət qədər möhkəmliyi saxlanıldıqca, yəni eni vida kanalının enindən 0,1-0,2-dən çox olduqda kanal boyunca hərəkət etdikdə həyata keçirilir. Tıxacın eni bu dəyərlərə endirilən kimi, itələyici divarın qarşısında toplanan ərimə təbəqəsindəki sirkulyasiya hərəkəti tıxacın qalıqlarını məhv edərək onu kiçik parçalara ayırır. Tıxacın əzilməsinin başladığı sonsuz vintin bölməsi ərimə zonasının sonu hesab edilə bilər. Bu hissədən sonsuz vintin sonuna qədər polimer əriməsi dozalama zonasında hərəkət edir.

Dozlama zonasında ərimə axını sürüşmə sürtünmə qüvvələrinin təsiri altında baş verir, sonsuz vintin və silindrin divarlarının nisbi hərəkəti nəticəsində inkişaf edir, vida nasoslarında maye axınına bənzər - vida traektoriyası boyunca. (Şəkil 2. a). Bu axını iki müstəqil hərəkətin cəmi kimi təqdim etmək adətdir: ərimənin vida kanalının oxu boyunca translyasiya hərəkəti (Şəkil 2, b) və Howe müstəvisində dövriyyə (dairəvi) hərəkəti. vida kanalının oxu (Şəkil 2, v).

Alınan nəticələrin tətbiqi

İrəli axının həcmli axını ekstruderin işini müəyyən edir və buna görə də qidalanma və ərimə zonaları daxilində qranul tıxacının hərəkət sürətini məhdudlaşdırır. Sirkulyasiya axını vida kanalının oxuna perpendikulyar istiqamətdə nisbi hərəkətin sürət komponentinin mövcudluğuna görə yaranır, əriməni bu istiqamətdə sürükləyir. Kanal boyunca hərəkət edərək, axın itələyici divarla qarşılaşır və onun boyunca kanalın dibinə, sonra isə əks istiqamətə yönəldilir. Sirkulyasiya axını ərimənin sürətlənməsini təmin edir, temperaturun paylanması bərabərləşdirir və qarışdırma üçün ekstruziyadan istifadə etməyə imkan verir.

Dozlama zonasının başlanğıcında ərimə temperaturu qranulun ərimə temperaturuna bərabərdir. Dozlama zonası ilə hərəkət edərək, polimer həm xaricdən istilik verilməsi, həm də sıx kəsmə deformasiyası nəticəsində ayrılan istilik səbəbindən istiləşməyə davam edir. Eyni zamanda, ərimənin sürətlənməsi prosesi baş verir. Kiçik daxilolmaların son əriməsi və temperatur sahəsinin nizamlanması və bərabər paylanması baş verir.

Nəticə.

Ekstruderin normal işləməsi üçün başlığa daxil olan ərimənin kəsiyi boyunca vahid olan müəyyən bir temperatura malik olması tələb olunur. Buna görə də, ərimənin doza zonasında qalma müddəti onun qızdırılması üçün kifayət olmalıdır.

Ekstruziya prosesini düzgün təhlil etmək üçün sonsuz vintin hər hansı bir hissəsi üçün polimerin daimi material istehsalı vəziyyətini müşahidə edərək, onun bütün emal rejimi mərhələlərini nəzərə almaq lazımdır.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat :

1. Allahverdiyev K.İ., Əhmədov O.X. Konstruksiya materiallarının emalı. Bakı - 2007, 262 s.
2. Əhmədov O.X. Plastik kütlə və rezin materiallarının texnikada tətbiqi. Bakı - 2005, 96 s.
3. Əliyev İ.Z., Musayev S.A., Əliyev N.İ., Ağacanova R.Q. Plastik kütlələrin sintezi və analizi. Dərs vəsaiti. Bakı - 2016, 316 s.
4. Аверко-Антонович Ю.И., Бикмуллин Р.Т. Методы исследования структуры и свойств полимеров: Учебное пос. Казань, КГТУ, 2002, 604 с.

AQRAR SAHƏDƏ RƏQƏMSAL TEXNOLOGİYALARDAN İSTİFADƏNİN ÜSTÜNLÜKLƏRİ

Xülasə: Müasir dövrdə dünya iqtisadiyyatında rəqəmsallaşma prosesləri dərinləşir. Bütün dünyada olduğu kimi, Azərbaycanda da rəqəmsal texnologiyaların bütün sahələrdə, o cümlədən aqrar sahədə də tətbiqi proseslərinin genişləndirilməsi zəruridir. Bu, məqalənin mövzusunun aktuallığına dəlalət edir. Məqalədə rəqəmsal texnologiyaların əhəmiyyəti və yaratdığı əsas üstünlüklər haqqında məlumat verilmişdir. Rəqəmsal texnologiyaların aqrar sahədə tətbiqi xüsusiyyətləri şərh edilmişdir. Aqrar sahədə rəqəmsallaşmanın yaratdığı imkanlar müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: aqrar sahə, kənd təsərrüfatı, rəqəmsallaşma, rəqəmsal texnologiyalar, istehsal, məhsul, məhsuldarlıq

Summary: In modern times, the processes of digitalization are deepening in the world economy. As elsewhere in the world, in Azerbaijan it is necessary to expand the processes of applying digital technologies in all areas, including in the field of agriculture. This indicates the relevance of the topic of the article. The article provides information about the importance of digital technologies and the main benefits they create. The features of the use of digital technologies in the agricultural sector are explained. The opportunities created by digitalization in the agricultural sector are identified.

Key words: agrarian sector, agriculture, digitalization, digital technologies, production, product, productivity

XXI əsrin əvvəllərində bütün sosial-iqtisadi münasibətlər sisteminin inkişafında əsas istiqamət rəqəmsallaşmadır. Eyni zamanda, bu prosesin intensivliyi və səmərəliliyi onun baş verdiyi sistemin elementindən asılı olaraq dəyişir. Bu, alt sistemin müxtəlif səviyyəli infrastruktur hazırlığı, iştirakçıların motivasiyası, informasiya texnologiyalarının istehsal prosesinə tətbiqinə ümumi hazırlığı ilə bağlıdır.

Hazırda Azərbaycanda rəqəmsallaşma proseslərinin dərinləşməsi prosesləri gedir. Bununla belə, ölkənin bir çox regionları bu prosesdə fəal iştirak edir. Bu gün ölkə iqtisadiyyatında rəqəmsal texnologiyalardan istifadə intensiv iqtisadi artıma töhfə verdiyi üçün dövlətin rəqabət qabiliyyətinin artırılmasına önəmli təsir göstərir. İqtisadiyyatın bir çox sahələrində, o cümlədən aqrar sahədə müxtəlif rəqəmsal layihələrin reallaşdırılması prosesi gedir.

Rəqəmsallaşma ölkənin inkişafında önəmli rol oynayır. Rəqəmsallaşma kənd yerlərinin davamlı inkişafı üçün əsas amillərdən biri sayıla bilər. Bu, istər-istəməz effektiv texnoloji həllərin ortaya çıxması ilə əlaqədar sənayenin tərəqqisinə səbəb olacaqdır [1, s.56].

Dünyanın bütün inkişaf etmiş ölkələrində aqrar sahə prioritet sahələrdən biridir. O, cəmiyyətin maddi və sosial rifahının əsası, ölkənin milli təhlükəsizliyinin təmin edilməsi və qorunmasının təminatçısıdır. Bu vəzifələrin reallaşdırılması aqrar sahə istehsalının iqtisadi səmərəliliyinin artırılması üçün resurslara yenidən baxılmasını tələb edir, çünki uzun illər istifadə edilən ənənəvi ehtiyatlar praktiki olaraq tükənəndir. Mövcud şəraitdə ölkəmiz rəqəmsal texnologiyaların və müasir rəqəmsal platformaların tətbiqi yolu ilə aqrar istehsalın səmərəliliyini artırmaq baxımından əhəmiyyətli ehtiyata malikdir. Onların tətbiqi sənayenin səmərəliliyini 3-5 dəfə artıracaqdır. Aqrar sahənin rəqəmsallaşdırılmasının əsas məqsədləri əmək məhsuldarlığının artırılması, xərclərə qənaət və kənd təsərrüfatı məhsullarının itkilərinin azaldılmasıdır. Ölkəmizin kənd təsərrüfatı istehsalı üçün itkilərin azaldılması problemi çox aktualdır.

Aqrar sahədə informasiya texnologiyalarından istifadə ölkənin ərzaq təhlükəsizliyinin və keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına kömək edəcək. Aqrar sahənin rəqəmsallaşdırılması prosesi reallaşdırılarkən aşağıdakı xarakterik xüsusiyyətlər nəzərə alınmalıdır:

- aqrar sahədə hüquqi tənzimləmə ən mürəkkəb daşınmaz əmlak obyektlərindən biri olan torpaq və təbii ehtiyatlara aiddir;

- aqrar sahədə istehsal prosesinin nəticələrinə bir çox amillər təsir edir: təbii-iqlim, bioloji, torpaq, inzibati, hüquqi, sosial;

- sənayedə qida istehsalı kənd təsərrüfatının, emal sənayesinin, resurs təchizatçılarının, marketing təşkilatlarının çoxtərəfli sahələrarası əlaqələri ilə əlaqələndirilir.

Hazırda ölkəmizdə rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi səviyyəsinə görə şübhəsiz liderlər informasiya texnologiyaları şirkətləri, media, maliyyə və sığorta sahələrindəki təşkilatlardır. Aqrar sahədə rəqəmsallaşmanın tətbiqi səviyyəsi yetərinə deyil. Aqrar sahə aşağıdakı səbəblərə görə çox vaxt investisiya üçün cəlbedici olmur:

- uzun istehsal prosesi;

- əlverişsiz təbii və iqlim şəraitinin təsiri;

- bəzi məhsulların tez xarab olması;

- geniş ərazi miqyasına görə istehsal proseslərinin tam mexanikləşdirilməsi və avtomatlaşdırılmasının mümkünsüzlüyü;

- məhsuldarlıq və innovasiyada irəliləyişin olmaması.

Aqrar sahənin rəqəmsallaşdırılmasının aktuallığı sənayedə əmək məhsuldarlığını artırmaq, istehsal üçün material xərclərini azaltmaq və əl əməyini optimallaşdırmaq, onu ən mürəkkəb texnoloji əməliyyatların mexanikləşdirilməsi və avtomatlaşdırılması ilə əvəz etmək istəyi ilə bağlıdır. Bundan əlavə, bu gün idxalın əvəzlənməsi ölkədə və dünyada formalaşmış iqtisadi və siyasi vəziyyətlə əlaqədar strateji vəzifələrdən biridir. Yerli aqrar sənayesi qarşısında ən son elmi nailiyyətlərin və qabaqcıl təcrübənin tətbiqi əsasında əmək məhsuldarlığının və rəqabət qabiliyyətinin artırılması vəzifəsi durur. Aqrar sahədə rəqəmsal texnologiyalar sənayenin dinamik inkişafına töhfə verir. Rəqəmsal texnologiyalar xarici mühiti öyrənmək, istehsal və idarəetmə proseslərinin modelləşdirilməsi və optimallaşdırılması, əməliyyat və strateji planlaşdırma üçün istifadə olunur. Rəqəmsallaşma imkanları əsas sərişlərin əldə edilməsinə, proseslərin və əməliyyatların avtomatlaşdırılması və informasiyalaşdırılması yolu ilə idarəetmənin səmərəliliyinin artırılmasına yönəlib. Rəqəmsal transformasiyalar effektiv risk qiymətləndirməsi və idarəetmə mexanizmlərini formalaşdırmağa imkan verir.

Aqrar sahənin kənd təsərrüfatı sektorunda rəqəmsallaşmaya müxtəlif amillər təsir edir:

- kənd təsərrüfatının təbii və bioloji əsasları;

- kənd yerlərinin inkişaf xüsusiyyətləri;

- infrastrukturun inkişaf etməməsi;

- əməyin təşkili;

- istifadə olunan idarəetmə texnologiyaları;

- kənd təsərrüfatı işçilərinin peşə hazırlığı.

Kənd təsərrüfatında rəqəmsallaşma bir sıra yeni imkanlar yaradır:

- rəqəmsal və ağıllı kənd təsərrüfatına keçiddə sosial-texniki dəyişikliklər bir çox yeni faydaların reallaşdırılmasını nəzərdə tutur;

- kənd təsərrüfatı istehsal zəncirində rəqəmsallaşmanın nailiyyətləri səmərəliliyin artırılması, daha yaxşı idarəetmə qərarlarının qəbulu, məhsuldarlığın artırılması və daha çox gəlirlilik hesabına iqtisadi potensialın inkişafını təmin edir;

- rəqəmsallaşma resurslardan istifadənin səmərəliliyinə, istehsal prosesinin şəffaflığının, biomüxtəlifliyin artırılmasına, heyvanlar üçün artan şəraitə, həmçinin istehlakçılar üçün qida məhsullarının keyfiyyətinə müsbət təsir göstərir.

Dəqiq əkinçilik texnologiyalarının kompleks istifadəsi məhsuldarlığın 70% artımını təmin edə bilər. Toxum materialının, gübrə və yanacaqın maya dəyərinin aşağı salınması, tarla

işlərinə sərf olunan vaxt xərclərinin azaldılması xarici şəraitin dəyişməsinə operativ reaksiya vermək və avadanlığın iş parametrlərinin tənzimlənməsi ilə təmin edilir. Böyük verilənlərin təhlili texnologiyalarından geniş istifadə oluna bilər. Böyük verilənlərin təhlilinin praktiki tətbiqi seleksiyada, yeni yem və gübrələrin hazırlanmasında və bitkilərin yetişdirilməsi strategiyasının formalaşdırılmasında gözlənilir.

Amerikalı fermerlər kənd təsərrüfatında rəqəmsal texnologiyalardan istifadənin effektivliyini qiymətləndiriblər. Hesablamalara görə robotlaşdırma nəticəsində kənd təsərrüfatı sektorunda istehsal xərclərinin azalması 40%-ə çatır. Bir robot məhsul yığımı zamanı 30 işçini əvəz edə bilər. Toxum əkinində pilotsuz maşınlardan geniş istifadə olunması nəticəsində mövsümi toxum əkini əməliyyatları ilə bağlı xərclər 70-80% azala bilər [2, s.129].

Aydındır ki, sənayenin rəqəmsal transformasiyasının təsirləri bütün bazar iştirakçıları tərəfindən, yəni kənd təsərrüfatı istehsalçıları, dövlət, orta və kiçik əmtəə istehsalçıları və digərləri tərəfindən gec-tez hiss ediləcək. Aqrar sahənin rəqəmsallaşması istehsalın bütün səviyyələrinə təsir göstərəcək. Kənd təsərrüfatı ehtiyatlarının idarə edilməsi rasionallıq, optimallaşdırma və proqnozlaşdırıla bilənlik prinsipləri əsasında həyata keçiriləcək. İnformasiya texnologiyalarının istifadəsi dəyişən xarici və daxili şəraitə tez uyğunlaşa bilən sistemlər yaratmağa imkan verəcək, əmək məhsuldarlığının yüksək səviyyəsini təmin edəcək, bu isə son nəticədə ərzaq təhlükəsizliyinə, aqrar sahə istehsalının yüksək gəlirliliyinə və davamlılığına gətirib çıxaracaq. Rəqəmsal iqtisadiyyatın tətbiqini stimullaşdırmaq üçün maşın və avadanlıqların alınması xərclərinin bir hissəsinin kompensasiyası əsasında rəqəmsal aqrar sahənin müvafiq texnologiyalarını reallaşdıran kənd təsərrüfatı istehsalçılarına, inkişafı reallaşdıran elmi müəssisələrə dövlət dəstəyi lazımdır. Bundan əlavə, əkin sahələrinin xəritəsinin hazırlanması, damazlıq məhsulların rəqəmsallaşdırılması, patent sənədlərinin sistemləşdirilməsi üçün xeyli iş görülməlidir. Həmçinin ixtisaslaşmış mütəxəssislərin hazırlanması və müsbət təcrübənin sürətlə yayılmasına imkan verən əlçatan informasiya mühitinin yaradılması lazımdır. Bu fəaliyyətlər ölkənin kənd təsərrüfatını inkişaf etmiş ölkələrin qabaqcıl kənd təsərrüfatı regionları səviyyəsinə yaxınlaşdırmağa kömək edəcəkdir [4, s.151]. Aqrar sahədə rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi üzrə dövlət proqramlarının reallaşdırılması bu prosesin dərinləşməsinə səbəb olar.

Hazırda kənd təsərrüfatında rəqəmsal texnologiyalardan istifadə tək-cə fərdi kompüterlərdən istifadəni nəzərdə tutmur. Rəqəmsallaşma bitkiçilik və heyvandarlıq istehsalının bütün dövrünə aiddir. Bunlar əkin planlaşdırılması, heyvandarlıq yeminin hesablanması, məhsulun rəqəmsal modelləşdirilməsi, avtomatlaşdırılmış suvarma və digərləridir.

Rəqəmsal texnologiyalardan istifadə aqrar sahə istehsalının spesifik xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla texnoloji proseslərin hər birini istehsal zəncirinə inteqrasiya etməyə və vahid informasiya məkanı yaratmağa imkan verəcək ki, bu da mütəxəssislərin fikrincə, iqtisadiyyatın səmərəliliyinin artmasına səbəb olacaq. Səmərəliliyin artması maşın və avadanlıqların iş rejimlərinin optimallaşdırılmasında, məhsuldarlığın və əməyin təhlükəsizliyinin artırılmasında, məhsulların keyfiyyətinin, kəmiyyətinin yaxşılaşdırılmasında, maddi-texniki təminatın optimallaşdırılmasında, məhsulların bazara çıxarılması müddətinin azaldılmasında ifadə olunur.

Ümumiyyətlə, rəqəmsallaşma proseslərinin reallaşdırılması aşağıdakı hədəflərə nail olmağa yönəldilir:

- kənd təsərrüfatı istehsalının məhsuldarlığının, istifadə olunan resursların səmərəliliyinin artırılması;
- fərdi yanaşma nəzərə alınmaqla mal-qara və ev quşlarının saxlanması proseslərinin idarə edilməsi;
- insan amilinin təsirinin azaldılması;

- differensiallaşdırılmış suvarma və səpin, gübrələmə, məhsulun proqnozlaşdırılması, seleksiya və genetik inkişafın müasir texnologiyalarından istifadə etməklə istehsal olunan məhsulların həcmnin və keyfiyyətinin idarə edilməsi;

- ətraf mühitə dəyən zərərin azaldılması [3, s.37].

Beləliklə, aqrar sahənin rəqəmsal transformasiyası üçün strateji istiqamətlər kimi aşağıdakılar nəzərdə tutulur:

- istehsal proseslərində yüksək texnologiyalı maşın və avadanlıqların istifadəsi, robotlaşdırma elementlərinin tətbiqi;

- istehsal itkilərinin azaldılması, xərclərin optimallaşdırılması, idarəetmənin çevikliyinin və uyğunlaşma qabiliyyətinin artırılması iqtisadi səmərəliliyin yüksəldilməsi məqsədilə kənd təsərrüfatı üzrə vahid informasiya məkanının yaradılması;

- istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması, nəticədə insan amilinin təsirinin azaldılması, məhsulların kəmiyyət və keyfiyyətinin artırılması, bütün texnoloji proseslərə və işlərə nəzarətin gücləndirilməsi;

- podratçılar və istehlakçılarla kommunikasiyaların (informasiya qarşılıqlı əlaqəsinin) gücləndirilməsi.

Rəqəmsallaşmanın faydaları kənd təsərrüfatı işlərinin və məhsulların keyfiyyətinə nəzarət sferasında aydın görünür. Nəzarət strukturları toxumların əkilməsi, məhsul yetişdirilməsi, yığılı, məhsul ehtiyatlarının formalaşdırılması və strateji ehtiyatların yaradılması prosedurlarına əməl edə biləcək. Rəqəmsallaşma məhsulun təhlükəsizliyi və keyfiyyət proseslərini artırır və bununla da istehlak mədəniyyətini artırır.

Rəqəmsallaşmanın effektivliyi ekoloji yükün azaldılması, təbii ehtiyatlardan istifadənin səmərəliliyinin artırılması göstəriciləri ilə qiymətləndirilir. Fəaliyyət göstəriciləri arasında aşağıdakı məlumatlar önəm daşıyır:

- şəhər və kənd yerləri arasında həyat keyfiyyətində qeyri-mütənasibliyin azalması;

- kiçik fermerlərin ərzaq sistemlərinə və tədarük zəncirlərinə iqtisadi və sosial inteqrasiyasının təmin edilməsi;

- müxtəlif məhsul bazarlarının formalaşdırılması və fəaliyyəti;

- rəqəmsal savadlılığın artırılması və səlahiyyətlər toplusunun genişləndirilməsi.

Beləliklə, aqrar sahədə müasir rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi son məhsulların keyfiyyətini yaxşılaşdırmağa, xərcləri azaltmağa, ünsiyyət vaxtını azaltmağa və idarəetmə qərarlarının keyfiyyətini yaxşılaşdırmağa imkan verir. Bu gün yerli kənd təsərrüfatı şirkətləri öz rəqəmsal mühitlərini yaratmağa doğru irəliləyirlər, lakin təcrübənin göstərdiyi kimi, bu istiqamətdə yalnız öz resurslarından istifadə yetərli deyil. Mövcud boşluğu aradan qaldırmaq məqsədilə dövlət səviyyəsində dəstək, infrastruktura, bazarın inkişafına və insan kapitalına investisiyalar lazımdır. Aqrar sahənin rəqəmsal transformasiyası məqsədlərinə nail olmaq üçün zəruridir:

1. Rəqəmsallaşmaya maneələrin azaldılması üçün normativ-hüquqi bazanın təkmilləşdirilməsi.

2. Sənayedə kənd təsərrüfatının ödənilməsinə yönəlmiş tədbirlər kompleksinin reallaşdırılması.

3. Dövlət dəstəyi tədbirlərinin təkmilləşdirilməsi, vergilərin azaldılması, kənd təsərrüfatı müəssisələrini müasir rəqəmsal həllər ilə təmin edən təşkilatlara subsidiyaların ödənilməsi.

4. Aqrar sahə şirkətlərinin rəqəmsal texnologiyalara keçidini stimullaşdırmaq üçün güzəştlər və stimullar sisteminin yaradılması.

5. Aqrar sahənin rəqəmsal transformasiyası üçün ən perspektivli inteqrasiya olunmuş həllərin maliyyələşdirilməsi.

6. Aqrar sahənin prioritet sahələrinin və istiqamətlərinin öyrənilməsi.

Ədəbiyyat

1. Виноградов, Д. В. Цифровизация сельского хозяйства / Д. В. Виноградов // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2019. – Т. 2, № 11. – С. 56-60
2. Колмыкова, Т. С. Оценка экономической эффективности внедрения цифровых технологий сельскохозяйственным предприятием / Т. С. Колмыкова, А. С. Обухова, О. Ю. Гришаева // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 2(89). – С. 129-136.
3. Курдюмов, А. В. Внедрение цифровых технологий в сельском хозяйстве / А. В. Курдюмов, А. В. Королев // Московский экономический журнал. – 2020. – № 12. – С. 37
4. Хачев, М. М. Текущее состояние и возможности цифровизации сельского хозяйства региона / М. М. Хачев, С. А. Теммояева // Modern Economy Success. – 2019. – № 5. – С. 148-153

Novruzova Zeynəb Ağasəf qızı

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, baş müəllim, 0000-0001-6185-792c
zeyneb.novruzova.1957@mail.ru

Verdiyev Səfəil Bağır oğlu

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, baş müəllim, 0000-0003-1935-1831
sefailverdiyev@gmail.com

Cəbiyeva Telli Elşad qızı

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Assistent, 0009-0006-5423-1092
telli.jabiyeva@azmiu.edu.az

Qüdrətzadə Şəfəq Vaqif qızı

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, assistent, 0000-0002-7631-4650
shefeq.qudretzade@mail.ru

İNŞAATDA GEODEZIYA TƏDQIQATLARI ÜÇÜN BIM TEKNOLOGİYASININ ÜSTÜNLÜKLƏRİ

Xülasə. BIM (Building Information Modeling), bir layihəni rəqəmsal şəkildə planlaşdırma, dizayn etmə, qura və idarə etmə biləcəyiniz bir sıra məlumatları özündə cəmləşdirən rəqəmsal 3D modelləşdirmə sistemidir. BIM ağıllıdır və müəyyən bir obyektin necə işlədiyini bilir, bu da tikinti mərhələsində hər hansı problem riskini azaldır. İdeya ondan ibarətdir ki, siz öz dizaynınızı yaratmaq üçün sistemdən istifadə edirsiniz və sadalanan bütün obyektləri əlavə etmə bilərsiniz. Obyektin üzərinə klikləyərək spesifikasiyalar, yəni istehsalçının standartları haqqında bütün lazımi məlumatları öyrənmə bilməlisiniz. Bu, məsələn, tikinti planlaşdırma mərhələsində çox faydalıdır. BIM memar, layihəçi və ya dizayner üçün nəzərdə tutulub. Müasir tikinti demək olar ki, tamamilə avtomatik dizayn sistemlərinə keçdi. 3D modellərin qurulmasının bu üsulu layihənin hazırlanması vaxtını azaldır, onun dəqiqliyini və keyfiyyətini artırır. Tikinti üçün geodeziya tədqiqatları ən çox Bina İnformasiya Modelləşdirmə (BIM) texnologiyasından istifadə etməklə həyata keçirilir.

Açar sözlər: Bina informasiya modelləşdirməsi, geodeziya və topoqrafik işlər, avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemi, tikinti işlərinin layihələndirilməsi, rəqəmsal 3D modellər.

Summary. BIM (Building Information Modeling) is a digital 3D modeling system that contains a set of information that allows you to digitally plan, design, build and manage a project. Because BIM is intelligent and understands how a specific thing functions, there is less chance of any issues during the building phase. The concept is that you can put any object on the list and use the system to construct your own design. By clicking on the object, you should be able to find out all the necessary information about the specifications, that is, the

manufacturer's standards. This is very useful, for example, during the construction planning phase. BIM is intended for the architect, draftsman or designer. Modern construction has moved almost entirely to automatic design systems. This method of building 3D models reduces the time of project preparation, increases its accuracy and quality. The most popular method for doing geodetic surveys for construction is to use Building Information Modeling (BIM) software.

Key words: Building information modeling, geodetic and topographic works, automated design system, construction design, digital 3D models.

Giriş. BIM modelləşdirməsi layihələndirmə, vizuallaşdırma, tikinti və istismarın yeni səviyyəsidir. Bu müşahidələr ağıllı üçölçülü modellər yaratmağa imkan verir, lakin bu ilkin mühəndis tədqiqatları (geodeziya, geoloji) olmadan mümkün deyil. Ölçmələri aparmaq üçün xüsusi yüksək dəqiqlikli alətlərdən istifadə olunur. Müasir dizayn proqram məhsulları BIM texnologiyasını fəal şəkildə dəstəkləyir. Ənənəvi olaraq, BIM əsasən yollar, baş planlar, boru kəmərləri kimi infrastruktur obyektləri olmayan mülki və sənaye binalarının və tikililərinin layihələndirilməsi ilə əlaqəli mülki mühəndislik layihələrinin bölmələrini əhatə edir.

Hal-hazırda tikinti sənayesində BIM adlı texnologiyanın praktikaya tətbiqindən getdikcə daha çox danışılır. Daha doğrusu, "BIM" qısaltması tikinti obyektlərinin informasiya modelləşdirilməsi prosesini, yəni tikinti obyektinin məlumat modelinin formalaşması prosesini ifadə edir. Eyni zamanda, yaradılan obyektin həyat dövrünün hər bir mərhələsi müəyyən bir rəqəmsal modelə uyğundur. Bina, tikili və ya obyekt haqqında hazırda işlənmiş məlumatların (memarlıq, dizayn, texnoloji, iqtisadi və s.) həcmi göstərir. Model layihələndirmə və tikintidən tutmuş istismara, yenidənqurma və sökülməyə qədər obyektin həyat dövrünün bütün mərhələlərini əhatə edə bilər. BIM-ə gəldikdə, bu, həm məlumat modelinin qurulması prosesini, həm də məlumatla doymuş modelin özünü nəzərdə tutur [1]. Adaptiv idarəetmənin müasir problemlərini həll edərkən, idarəetmə obyektinin parametrlərindəki dəyişikliklərdən və ya idarəetmə obyektinə təsir edən xarici pozğunluqlardan asılı olaraq parametrlərini və ya quruluşunu dəyişdirmək qabiliyyətinə malik olan bu və ya digər idarə olunan obyektin informasiya modellərindən tez-tez istifadə olunur.

İstənilən mürəkkəb idarəetmə prosesində birbaşa və əks əlaqə kanalları ilə birləşdirilən idarəetmə və idarə olunan obyektlər arasında qarşılıqlı əlaqə mövcuddur. Nəzarət siqnalları birbaşa rəqəmsal vasitə ilə ötürülür və idarə olunan obyektin vəziyyəti haqqında məlumat isə əks əlaqə kanalı vasitəsilə ötürülür. Əks əlaqə idarəetmə sistemlərində nəzarət obyektini birbaşa idarəetmə kanalı vasitəsilə idarəetmə obyektini üzərində zəruri hərəkətləri yerinə yetirir və əks əlaqə kanalı vasitəsilə obyektin real vəziyyətini xarakterizə edən parametrlər haqqında məlumat alır. Bu, nəzarətin dəqiqliyini və səmərəliliyini artırır. Rəqəmsal informasiya modelindən istifadə edən bu yanaşma bir çox sənaye sahələrində idarəetmə metodu kimi istifadə olunur, lakin tikinti tapşırıqlarına nisbətən bu yaxınlarda tətbiq olunmağa başladı.

BIM mühitində müəyyən layihələrin hazırlanması müştərinin tələblərinə əsaslanan məlumat modelinin yaradılması üçün bir-biri ilə əlaqəli proseslərin məcmusudur (toplusudur). BIM-də obyektin layihələndirilməsi, tikintisi və istismarı texnologiyası məhsulun həyat dövrü kontekstində nəzərdən keçirilir. Beləliklə, rəqəmsal informasiya modeli obyektin (və ya onun ayrı-ayrı hissələrinin) fiziki, funksional və digər xüsusiyyətlərini rəqəmsal olaraq informasiya ilə zəngin elementlər toplusu şəklində əks etdirən obyekt yönümlü parametrik üçölçülü model kimi müəyyən edilə bilər. Eyni zamanda, BIM rəqəmsal informasiya modeli informasiya idarəetmə prosesində mühüm rol oynayır. Bu prosesin bütün mərhələlərində kompleks bir obyektin yaradılması prosesinin tam miqyaslı BIM texnologiyasını və informasiya idarəetməsini həyata keçirmək üçün geodeziya ölçmə cihazlarından istifadə edərək əldə edilmiş məkan məlumatları haqqında informasiya tələb olunur. Geodeziya ölçmələrinin nəticələri həm informasiya modelinin (layihəsinin) yaradılması mərhələsində, həm rəqəmsal modeldən

istifadə etməklə tikintinin idarə edilməsi mərhələsində, həm də obyektin istismarının monitorinqi zamanı zəruridir.

Üçölçülü obyektlərin layihələndirilməsi həmişə onların təsvirlər, oxlar boyunca düz kəsiklər, işarələr, diaqramlar və s. istifadə edərək vizual təqdimatında əhəmiyyətli bir çətinlik yaratmışdır. Xüsusi bir görüntüləmə sistemi, layihələndirilən obyektlərin fiziki modelləşdirilməsi və tərtibidir. Onların performans (əməliyyat) üstünlükləri danılmazdır. Bununla belə, tikinti və memarlıqda modellərin və planların yaradılması inanılmaz dərəcədə mürəkkəb və vaxt aparan, ümumiyyətlə çox uzun bir prosesdir. Əslində, hər bir dizayner və inşaat mühəndisi işlərini daha yaxşı, daha səmərəli yerinə yetirmək üçün daima modelə müraciət etmək istəyir. Belə bir fürsət, bütün həyat dövrü ərzində obyektlərin yaradılması və sonrakı istismarının bütün iştirakçılara informasiya modelləşdirmə (BIM) ilə verilir.

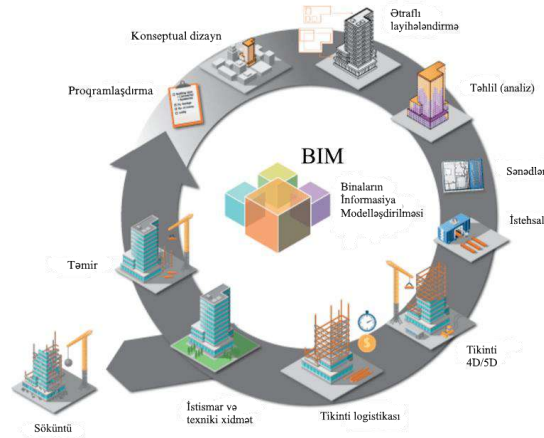
Layhəçilər hər bir obyektə əlaqələndirmək üçün topoqrafik bazaya malik olmalıdırlar - işlənmiş məkanın miqyaslı məkan modeli, əslində rəqəmsal ərazi modeli (digital terrain model-DTM). Belə bir model relyefin məkan modellərinin, əsas həcmlərin geoloji quruluşunun, hidroqrafik və digər məlumatların birləşməsi olmalıdır. Müasir geodeziya və kartoqrafiya texnologiyaları fəal şəkildə inkişaf edir [2, 3] və BIM tələblərinə uyğunluğu və birbaşaşılıq şərtlərinin yerinə yetirilməsini, nəqliyyat şəbəkələrinin və bütün digər kommunikasiyaların lazımı əlaqəsini təmin edə bilən yüksək dəqiqlikli rəqəmsal modellərin (digital models-DM) yaradılmasına imkan verir.

BIM texnologiyasının yaradılması bu gün düz təsvirlərin, kəsiklər əsasında binaların manual (əl ilə) layihələndirilməsindən kompüter dizaynına keçidin son mərhələsidir. Bütün dizayn firmaları yeni proqramların tətbiqi, işçilərin təlimi, mütəxəssislərin konsultasiyası, kompüterlərin yenilənməsi və icra mərhələsində əmək məhsuldarlığının azalması nəticəsində yaranan itkilərin ödənilməsi üçün əhəmiyyətli xərclər çəkməyə məcbur olurlar [3]. Layihələndirilərkən tikinti obyektləri yerin fiziki səthinə bağlanır. Bu, BIM sisteminin geodeziya və topoqrafik işlərin aparılması nəticəsində yaradılmış verilənlər bazası ilə qarşılıqlı əlaqəsində qaçılmaz addımlardan birincisidir. Buna görə də, BIM texnologiyası rəqəmsal ərazi modellərinin yaradılması üçün standart texnologiyalara uyğunlaşdırılmalı və əlaqələndirilməlidir.

Real cari şəraitdə bir çox mövcud obyektlər inventarlaşdırma prosedurundan keçir, bu cür işlər geodeziya təşkilatları tərəfindən də həyata keçirilir. İnteraktivləşdirmə (tədqiqat) prosesində layihə sənədlərinin obyektlərində istismar, yenidənqurma, təmir, bərpa işləri zamanı yaranan uyğunsuzluqlar daim aşkar edilir. Çox vaxt obyektin dizaynında dəyişikliklər müvəqqəti həllər kimi zəruri təsdiqlər olmadan edilir, lakin sonra texnoloji prosesə daxil edilmiş daimi olanlar kimi saxlanılır. İnteraktivləşdirmə yüksək texnologiyalı avadanlıqlardan, müasir texnologiyalardan istifadə edir. Beləliklə, lazer skanının istifadəsi obyektin təkə rəqəmsal modelini əldə etməyə deyil, həm də deformasiya və ya montaj və digər işlər nəticəsində tələb olunduğu qədər bütün struktur dəyişikliklərini izləmək imkanı verir [2]. Faktiki olaraq inventarlaşdırma zamanı tədqiqatçılar mövcud obyektin məkan modelini yaradırlar və yaradıldığı andan etibarən obyektin istismarına daha mükəmməl informasiya dəstəyi üçün BIM texnologiyası aktivləşdirilə bilər. Beləliklə, tikinti və geodeziya istehsalının maraqlarının birləşməsinin ikinci qaçılmaz mərhələsi baş verir: bütün istismar müddəti ərzində obyektin həndəsi parametrlərinin monitorinqi prosesini yüksək texnoloji bazaya çevirməyə imkan verən geodeziya və topoqrafik işlərin materiallarıdır. Təcili olaraq BIM texnologiyasının proqram təminatı ilə birləşdirilərək, tədqiqatın aparılması və rəqəmsal relyef modellərinin (DTM) yaradılması üçün müasir geodeziya texnologiyalarının tətbiqinə ehtiyac var. Bu problem tikinti və geodeziya sahəsində mütəxəssislərin birgə səyləri ilə həll edilə bilər.

Modelin hər bir elementinə əlavə atributların təyin olunma biləcəyi strukturun və ya digər tikinti obyektinin üçölçülü modeli məlumat bazası ilə əlaqələndirilir. Bu yanaşmanın özəlliyi ondan ibarətdir ki, tikinti obyektini əslində vahid bir bütöv kimi dizayn edilmişdir. Onun

parametrlərindən hər hansı birinin dəyişdirilməsi digər parametrlərdə və onunla əlaqəli obyektlərdə, təsvirlərə, vizuallaşdırmalara, spesifikasiyalara və cədvəllərə qədər avtomatik dəyişikliyə səbəb olur. Bu dəyişikliklər 3-D modelinə çıxışı olan bütün şəxslərə göstərilir.



Şəkil 1. BIM texnologiyalarının tətbiq sahələri

BIM texnologiyalarının tətbiqinin aşağıdakı üstünlükləri vardır:

– 3D vizuallaşdırma, 3D modellər BIM texnologiyasından istifadənin ən geniş yayılmış üsuludur, bu, nəinki tərtibatı müştəriyə gözəl və asanlıqla təqdim etməyə, həm də köhnələri əvəz etmək üçün ən yaxşı dizayn həllərini tapmağa imkan verir;

- buraxılmış səhvlər barədə məlumat vermək. BIM texnologiyalarına əsaslanan proqramlar üçün müasir proqram təminatı bina və ya tikili layihəsini apararkən və ya yekunlaşdırarkən qeyri-dəqiqlikləri və uyğunsuzluqları avtomatik olaraq hesablamağa və onlara işarə etməyə imkan verir, lakin o, avtomatik olaraq onları düzəltməyə imkan vermir [3];

– modeldə məlumatların mərkəzləşdirilmiş saxlanması. Bu, dəyişiklikləri effektiv və asanlıqla idarə etməyə imkan verir. Layihəyə müəyyən dəyişikliklər edildikdə, onlar dərhal 3D modelinin bütün təsvirlərində göstərilir: mərtəbə planlarında, fasadda və ya bölmələrdə bu, layihə sənədlərinin yaradılması sürətini əhəmiyyətli dərəcədə artırır və səhvlərin baş vermə ehtimalını azaldır;

- müxtəlif formatlarda məlumatların idarə edilməsi. Əlbəttə ki, BIM modelində olan bütün məlumatlar qrafik olaraq təqdim edilə bilməz, buna görə də bu cür modellərdə layihə yaratmaq üçün əmək xərclərini müəyyən edən müxtəlif spesifikasiya kataloqları da var.

Modeldə maliyyə göstəriciləri də mövcuddur. Layihənin ümumi dəyəri düzəliş edildikdən və ona dəyişikliklər edildikdən dərhal sonra müəyyən edilir. Xərclərə qənaət bu texnologiyaların digər mühüm üstünlüyüdür. Layihədə BIM texnologiyasının tətbiqi maliyyə xərclərini azaldacaq və obyektin istismara verilməsi müddətini əhəmiyyətli dərəcədə azaldacaq. Bu səbəbdən əksər tikinti şirkətləri geodeziyada BIM texnologiyalarından istifadə təcrübələrində müasir informasiya modelləşdirmə metodlarından istifadə etməyə çalışırlar. Məlumat modelləşdirməsinin qurulmasına tədqiqatçıların töhfəsi də çox vacibdir. Mühəndislər, memarlar, biznes liderləri və tikinti təşkilatları BIM sistemini tez mənimsəyirlər. O, kommunal blokların təmirini və yenidən qurulmasını planlaşdırmaqla binanın həyat dövründən daha səmərəli istifadə etməyə imkan verir. Bir çox maraqlı tərəflər məlumatı vahid sistemə BIM-ə daxil etsələr də, tədqiqatçılar məlumatların çox hissəsini məlumatın yeri ilə toplayırlar [4]. Beləliklə, BIM geo-məlumatlarının idarə edilməsi tədqiqatçılar üçün əməkdaşlıq etmək və tikinti prosesində peşəkar dizaynerlər və həmkarlar kimi rollarını genişləndirmək imkanındır. Bu əməkdaşlıq növü tədqiqatçıdan layihəni tikinti və ya obyekt meneceri nöqtəyi-nəzərindən qiymətləndirməyi, həmçinin BIM sisteminin digər bilik sahələrində yeni bacarıqlar əldə etməyi tələb edir.

Geodeziya tədqiqatları üçün BIM texnologiyasının üstünlükləri aşağıdakılardır:

- eyni zamanda bir neçə işi paralel aparmağa imkan verir: sənədləri və smetaları tərtib etmək, tədqiqat aparmaq, hesablamlar aparmaq və s.;
- binanın tikintisi üçün tələb olunan materialların miqdarını avtomatik hesablayır;
- düzəlişlər edildiyi halda belə, bütövlükdə layihəyə dəyişiklik etməyə və müşayiət olunan sənədləri tamamilə yenidən düzəltməyə ehtiyac yoxdur [6]. BIM modeli müxtəlif sahələrdə geniş istifadə olunur. BIM modelləşdirməsi aşağıdakılar üçün uyğundur:
 - memarlıq həlləri (modelə əsaslandırılmış qərarlar qəbul etməyə, binaların xidmət müddətini artırmağa, komandada işin səmərəliliyini artırmağa, strukturun tək cə xarici deyil, həm də daxili hissəsinin vizuallaşdırılmasını yaratmağa imkan verir);
 - infrastrukturun layihələndirilməsi (metod ərazinin obyektlərini düzgün yerləşdirməyə və strukturların etibarlılığını təmin etməyə imkan verir);
 - konstruksiyaların tikintisi (BIM modeli geodeziya ölçmələri ilə birlikdə obyektin rəqəmsal surətini yaratmağa və məlumatlı qərarlar qəbul etməyə imkan verir);
 - xətti obyektlərin dizaynı (yolu vizuallaşdırmağa imkan verir);
 - mühəndislik sistemlərinin layihələndirilməsi (texnika mürəkkəb konfigurasiyalı mühəndis kommunikasiyalarını vizuallaşdırmağa, layihələndirməyə, detallaşdırmağa və istehsal etməyə imkan verir).

Nəticə. Dünyada BIM texnologiyalarının tətbiqi getdikcə artmaqdadır (çox vaxt dövlət dəstəyi ilə). Bir çox ölkələrdə tikinti sistemlərinin informasiya modelləşdirilməsinə marağın canlanması müşahidə olunur, lakin bu proses bəzi inteqrasiya olunmuş müəssisələr və ya xarici investisiyalı şirkətlər üçün xarakterikdir [2, 5]. Tikintidə BIM modelləşdirməsi geodeziya işləri ilə birlikdə ev tikməzdən əvvəl layihənin keyfiyyətini, xərclərini qiymətləndirməyə və hətta texnikanın üstünlüklərini müəyyən etməyə imkan verir. BIM-modelləri tikinti müddətini azaltmağa, büdcə planlaşdırmasında səhvlərə yol verməməyə və tikinti zamanı xərcləri azaltmağa, layihə sənədlərinə tez dəyişikliklər etməyə, tikintinin daha uyğun üsullarını seçməyə, layihələndirməyə və redaktəyə daha az vaxt sərf etməyə imkan verir.

Ədəbiyyat

1. Chmielewski, R., Baryłka, A. & Obolewicz, J. Analysis of design solutions for strengthening the load-bearing structure of a building for further safe use. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 104, 5–10 (1 2021).
2. Kaden, R., & Clemen, C. (2017). Applying Geodetic Coordinate Reference Systems within Building Information Modeling (BIM). *Technical Programme and Proceedings of the FIG Working Week 2017*.
3. Markič, Š., Donaubaauer, A., & Borrmann, A. (2018, June). Enabling geodetic coordinate reference systems in building information modeling for infrastructure. In *Proceeding of the 17th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*, Tampere, Finland (pp. 5-7).
4. Sabadoš, I., Ninkov, T., Petković, M., Batilović, M., & Antić, N. (2016). BIM and geodesy. *Zbornik radova Građevinskog fakulteta, Subotica*, (30), 149-161.
5. Sergey, Z., & Victoria, S. (2019). Practical use of BIM modeling for road infrastructure facilities. *Architecture and Engineering*, 4(3), 49-54.
6. T.K.Kuzmina, S.A.Sinenko, Modern information technologies in the work of the customer service (technical customer), *Scientific Review*, 18, 156–159 (2015).

24 SAAT SÜRELİ MAKSİMUM YAĞIŞLARIN TREND ANALİZLERİ

Sarı, Cihat¹ ve Güçlü, Yavuz Selim²

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği
Anabilim Dalı

² İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
0009-0007-9720-2539, 0000-0002-9939-1157
saric20@itu.edu.tr, gucluya@itu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'de muhtelif yağış istasyonlarından elde edilen 24 saatlik maksimum yağış verilerinin trend analizleri modern yöntemler kullanılarak yapılmıştır. Trend analiz yöntemleri olarak Şen'in Yenilikçi Trend Analizi (YTA) yaklaşımı ve YTA'nın bir türevi olan geliştirilmiş YTA (G-YTA) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından elde edilmiştir. Türkiye'nin farklı noktalarındaki yağış istasyonlarından elde edilen veriler 1961-2020 yılları arasındaki her bir yıl boyunca gözlemlenen 24 saatlik maksimum yağış değerlerini içermektedir. YTA ve G-YTA uygulanarak gerçekleştirilen trend analizi sonucunda çoğunlukla azalan trend eğiliminin hâkim olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Trend analizi, Yağış, Zaman Serileri.

RISK ANALYSIS AND TRENDS OF 24-HOUR MAXIMUM PRECIPITATION

Sarı, Cihat¹ and Güçlü, Yavuz Selim²

¹ Istanbul Technical University, Graduate Education Institute, Department of Civil
Engineering

² Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Civil
Engineering

0009-0007-9720-2539, 0000-0002-9939-1157

saric20@itu.edu.tr, gucluya@itu.edu.tr

SUMMARY

In this study, trend analysis of 24-hour maximum precipitation data obtained from precipitation stations in Turkey were made using modern methods. Şen's Innovative Trend Analysis (ITA) approach and improved ITA method were used for trend analysis. The data considered in the study was obtained by the Turkish State Meteorological Service. Data measured at precipitation stations located on different points of Turkey include 24-hour maximum precipitation data were observed during 1961-2020. As a result of the trend analysis performed by applying YTA and G-YTA, it was seen that a decreasing trend mostly dominant.

Keywords: Trend analysis, Precipitation, Time series.

1. GİRİŞ

Son zamanlarda, iklim değişikliğine bağlı hidrolojik rejim değişiklikleri trend belirleme yöntemlerinin arayışını önemli hale getirmiştir. İyi bilinmektedir ki, hidro-meteorolojik zaman serilerindeki iklim değişikliğine bağlı artan ve azalan eğilimlerin (trendlerin) yağış-akış süreçleri üzerinde kayda değer etkileri vardır. Dolayısıyla, iklim değişikliği dikkate alınmazsa, alt ve üst su yapılarının tasarımı ve işletmesinde yetersizlikler, su kıtlıkları ve tarımsal başarısızlıklar ortaya çıkabilecektir [1]. İklim elemanları içerisinde zaman ve mekân bakımından en fazla değişkenlik gösteren parametrelerden biri yağış miktarıdır. Bu parametredeki sistematik artış ve azalışlar iklim değişimine yönelik en önemli kanıt özelliği taşımaktadır [2].

Trend analizi çalışmaları, zaman serilerindeki değerlerin istatistiksel olarak sürekli bir değişim gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Bu çalışmalarda, Mann-Kendall [3-4], Sen'in Trend Eğim Metodu [5] ve Spearman'ın Rho [6-7] testi gibi birçok farklı yöntem literatürde kullanılmaktadır. Şen [1] çalışmasında verileri eşit parçalara bölüp küçükten büyüğe doğru sıralayarak her parçanın kendi arasında 1:1 doğrusunu referans alarak trend yok,

artan trend veya azalan trend şeklinde eğilimleri belirlemek amacıyla modern bir yöntem önermiştir. Güçlü [8] yağış trend analizi için farklı yöntemleri karşılaştırmış ve YTA yaklaşımını geliştirerek başka bir modern yöntem önermiştir.

Bu çalışmada, Türkiye'de muhtelif noktalardan elde edilen günlük maksimum yağış verilerinin trend analizleri modern yöntemler kullanılarak yapılmıştır. Trend analiz yöntemleri olarak modern Şen yaklaşımı (YTA) ve geliştirilmiş YTA (G-YTA) kullanılmıştır. Analizlerin tümü ve görselleştirmeler Python programlama dili kullanılarak elde edilmiştir. Çalışma kapsamında, aynı programlama dili kullanılarak arayüz de tasarlanmıştır. Çalışmada kullanılan veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından elde edilmiştir. Türkiye'nin muhtelif noktalarındaki istasyonlardan elde edilen veriler 1961-2020 yılları arasındaki 24 saatlik maksimum yağış değerlerini içermektedir.

2. METODOLOJİ

YTA yöntemi [1], trend analizinde monotonik (bütüncül) veya monotonik olmayan artan veya azalan trendleri göstermektedir. Bütüncül artan, bütüncül azalan, bütüncül olmayan artan, bütüncül olmayan azalan ve trend yok tipleri bu yöntem kullanılarak kolayca tespit edilebilmektedir. YTA'nın temel prosedürü ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bu yöntem, veri sayısı az olduğunda bile trendleri kolayca gösterebilmektedir. YTA yönteminin uygulanışı aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- a_1, a_2, \dots, a_n elemanlarından oluşan zaman serisi $\{b_{1,n/2}\} = \{a_1, a_2, \dots, a_{n/2}\}$ ve $\{b_{2,n/2}\} = \{a_{n/2+1}, a_{n/2+2}, \dots, a_n\}$ olmak üzere iki eşit parçaya bölünür.

- Her eşit parça artan şekilde sıralanır, böylece aynı sayıda elemana sahip iki sıralanmış dizi olan $\{s_1\} = \{\min(b_{1,n/2}), \dots, b_i, \dots, \max(b_{1,n/2})\}$ ($1 < i < n/2$) ve $\{s_2\} = \{\min(b_{2,n/2}), \dots, b_j, \dots, \max(b_{2,n/2})\}$ ($1 < j < n/2$) elde edilir.

- $\{s_1\}$ serisi, yatay eksen üzerinde $\{s_2\}$ serisi ise dikey eksen üzerinde olacak şekilde saçılım grafiği çizilir.

- Saçılım grafiği üzerinde verinin dağılışı göz önünde bulundurularak trend olup olmadığına karar verilir.

Şekil 1'de görüldüğü üzere veri saçılımları 1:1 doğrusu üzerinde ise trend yok demektir. Saçılımlar 1:1 doğrusunun tamamen altında kalıyor ve doğrudan giderek uzaklaşıyorsa bütüncül azalan trend var demektir. 1:1 doğrusunun tamamen üstünde kalıyor ve doğrudan giderek uzaklaşıyorsa bütüncül artan trend vardır. Bütüncül olmayan artış ve azalış durumları ise Şekil 1'de gösterildiği gibidir [9].

Şen [1] tarafından tasarlanan klasik YTA yöntemi, verinin boyutunu (sayısını) belirtmez. Güçlü [8], YTA yöntemini temel alan yeni bir bakış açısı geliştirerek G-YTA yöntemi ile literatüre katkıda bulunmuştur. Bu yeni yaklaşım sadece yukarıda belirtilen trendleri değil, aynı zamanda verinin boyutunu (sayısını) da göstermektedir. Bu yöntemin uygulaması YTA'nın ilk iki aşamasını da içerir ve takip eden diğer aşamalar şu şekildedir.

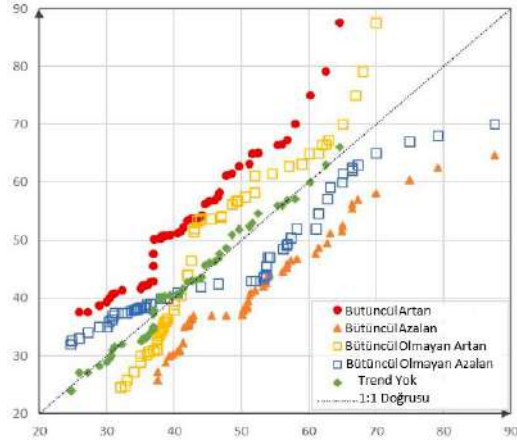
- $\{s_1\}$ verileri dikey eksen üzerine yerleştirilir. Yatay eksen üzerinde ise $\{s_1\}$ veri sayısına ait numaralandırma yer alır. Aynı işlem $\{s_2\}$ verileri için de gerçekleştirilir.

- $\{s_1\}$ ve $\{s_2\}$ verilerinin ($\{s_1\}-\{s_2\}$) şeklinde farkı alınır. Verilerin birbirinden farklı olduğu noktalardaki fark değerleri ile yatay eksenindeki değerlerin kesistiği noktalar Şekil 2'deki gibi grafik üzerine yerleştirilir.

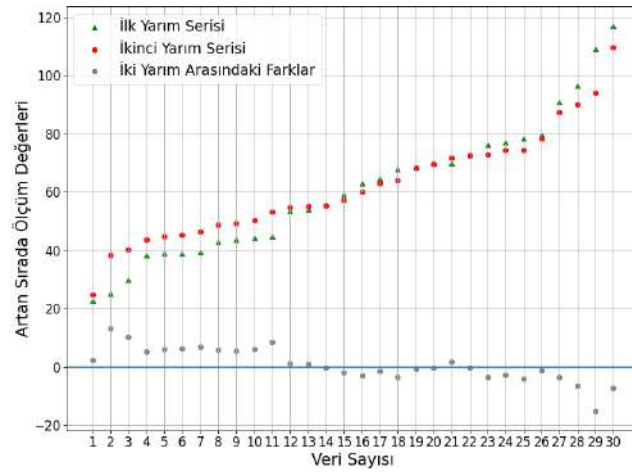
- Eğer tüm farklı değerler yatay eksen üzerinde bulunuyorsa ya da yatay eksenden önemsiz rastgele sapmalarla dağılmışsa, zaman serisinde anlamlı bir trend yok demektir.

- Eğer farklı değerler $y = 0$ yatay çizgisinin üstünde (altında) ise, anlamlı bir şekilde artan (azalan) bir trend vardır.

- İlk yarım ve ikinci yarım olarak ikiye ayrılan veriler ilgili veri numarasına denk gelecek biçimde Şekil 2'deki gibi grafik üzerine ayrıca yerleştirilebilir.



Şekil 1. YTA'da artan, azalan ve trend olmayan durumlar.



Şekil 2. G-YTA yöntemiyle örnek trend analizi.

3. UYGULAMA VE SONUÇLAR

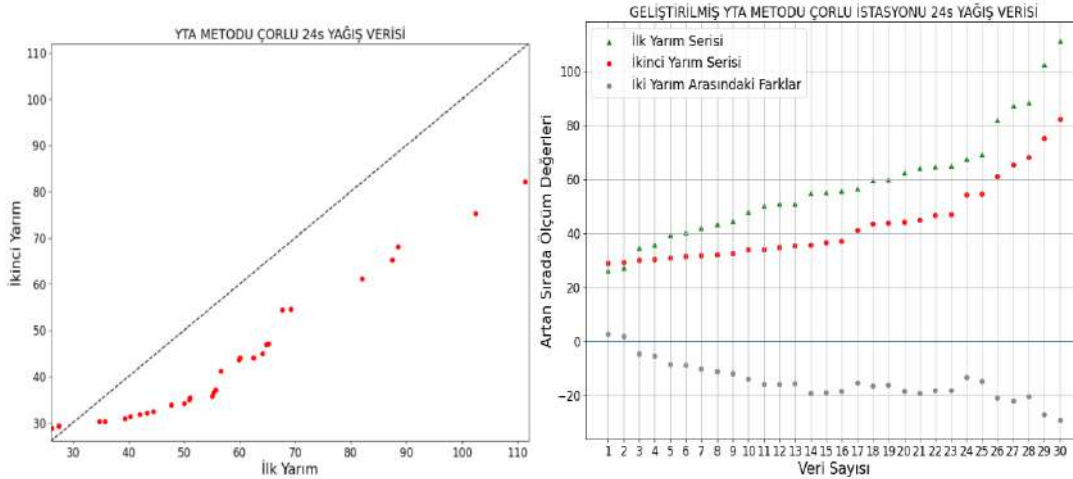
Uygulama için Türkiye'nin farklı yerlerindeki yağış istasyonlarından alınan ölçümler kullanılmıştır. Veriler MGM tarafından 1961 ile 2020 yılları arasındaki altmış yıllık dönemi kapsamaktadır. Çanakkale, Çorlu, Dikili, Dört Yol, Edirne, İnebolu, Niğde, Şanlıurfa, Yozgat ve Zonguldak istasyonlarından alınan günlük maksimum yağışlar (mm) dikkate alınmıştır (Şekil 3). Analizler ve görselleştirmeler Python programlama dili kullanılarak elde edilmiştir.



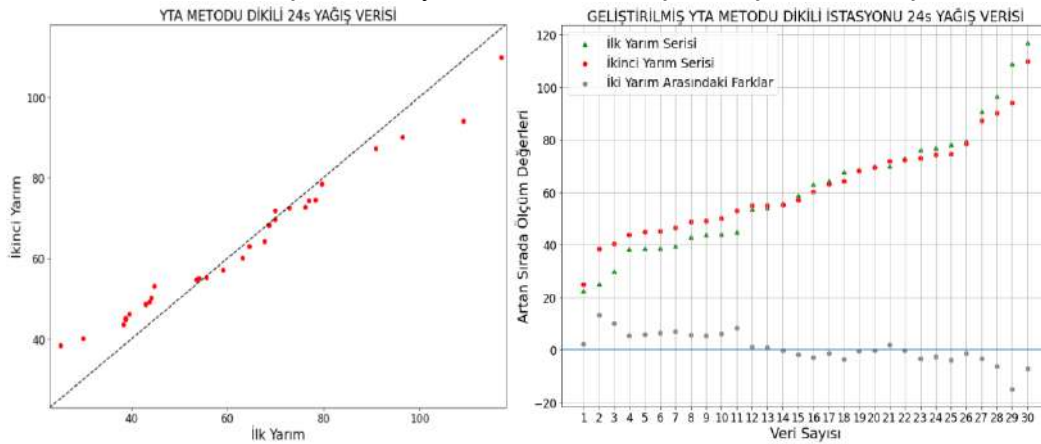
Şekil 3. İstasyonların Türkiye üzerinde konumları.

Her ne kadar 10 istasyon için çalışma yapılmış olsa da 7 istasyonun sonuçları sözel olarak aktarılacaktır ancak burada sadece Çorlu (Şekil 4), Dikili (Şekil 5) ve Zonguldak (Şekil 6) istasyonunun sonuçları görselleştirilecektir. Şekillerin sol tarafında YTA sonuçları yer alırken sağ tarafta G-YTA grafikleri sunulacaktır.

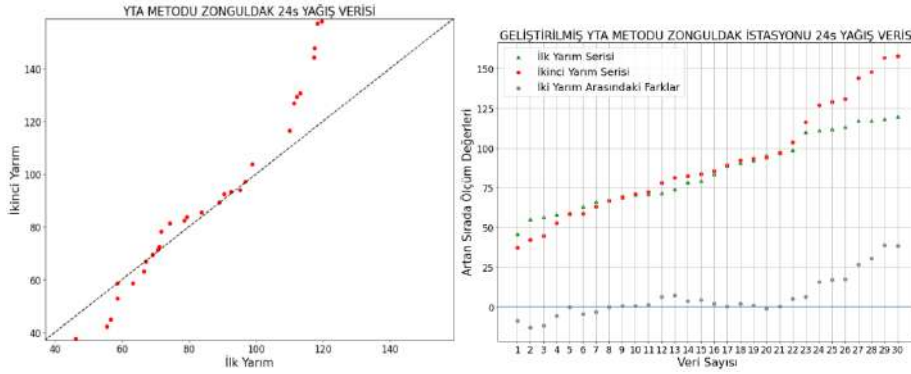
Marmara'nın kuzeybatısı ve Trakya'da yer alan Çanakkale, Çorlu ve Edirne istasyonlarında bütüncül azalan trend eğiliminin hâkim olduğu görülmüştür. Batıya gelindiğinde Dikili istasyonunda bütüncül olmayan azalan trend eğilimi tespit edilmiştir. Güneydeki istasyonlardan Dörtyol'da bütüncül azalan trend olduğu görülmüştür. Şanlıurfa istasyonunun trend değerlendirmesinde küçük değerler için trend yok, büyük değerler için artan trend davranışı olduğu söylenebilmektedir. İç Anadolu'da Niğde verilerinin bütüncül azalan trend eğiliminde olduğu söylenebilmektedir. Yozgat verilerinin bütüncül olmayan azalan trend eğiliminde olduğu net olarak görülmüştür. Karadeniz'e geçildiğinde, Zonguldak verilerinin trend analizinde bütüncül olmayan artan bir eğilim görülmüştür. İnebolu için ise tam tersi bir durum vardır diğer bir ifadeyle bütüncül azalan trend eğilimi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hem YTA hem de G-YTA grafikleri ile trend durumları doğal olarak aynı çıkmaktadır fakat iki grafik arasındaki en önemli fark G-YTA grafiklerinde ayrıca veri sayıları açıkça görülebilmektedir. Dolayısıyla kaç verinin hangi değer aralığında bulunduğu rahatça tespit edilebilmektedir. Özellikle büyük değerlerin bulunduğu kısımda verilerin çok geniş aralığa yayılmasından kaynaklı bir yanılgı olabilmektedir. Sanki o kısımda çok veri varmış gibi bir durum ortaya çıkabilmektedir. G-YTA sayesinde bu yanlış algı ortadan kaldırılmaktadır.



Şekil 4. Çorlu istasyonu YTA ve Geliştirilmiş YTA sonuçları.



Şekil 5. Dikili istasyonu YTA ve Geliştirilmiş YTA sonuçları.



Şekil 6. Zonguldak istasyonu YTA ve Geliştirilmiş YTA sonuçları.

4. KAYNAKLAR

- [1] Şen, Z. (2012). Innovative Trend Analysis Methodology. Journal of Hydrologic Engineering, 17(9), 1042-1046.
- [2] Karabulut, M. & Cosun, F. (2009). Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi. Coğrafi Bilimler Dergisi, 7(1), 65-83.
- [3] Mann, H. B. (1945). Nonparametric Tests Against Trend. Econometrica, 13(3), 245.
- [4] Kendall, M. G. (1970). Rank correlation methods (4th ed). Griffin.
- [5] Sen, P. K. (1968). Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau. Journal of the American Statistical Association, 63(324), 1379-1389.
- [6] Lehmann, E. L., & D'Abrera, H. J. M. (2006). Nonparametrics: Statistical methods based on ranks (Rev. 1st ed). Springer.
- [7] Sneyers, R. (1990). On the statistical analysis of series of observations (Technical Note No. 143, WMO No. 415). World Meteorological Organization.
- [8] Güçlü, Y. S. (2020). Improved visualization for trend analysis by comparing with classical Mann-Kendall test and ITA. Journal of Hydrology, 584, 124674.
- [9] Saphloğlu, K., & Güçlü, Y. S. (2022). Combination of Wilcoxon test and scatter diagram for trend analysis of hydrological data. Journal of Hydrology, 612, 128132.

Dosent Səlimova Aytən Təriyel qızı, PhD
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteyi.
Memarlıq layihələndirilməsi və şəhərsalma kafedrası
ORCID İD: 0000-0003-1824-6730
aytansalimova@gmail.com
Hüseynova Səidə Vilayət qızı
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteyi.
Memarlıq layihələndirilməsi və şəhərsalma kafedrası
ORCID İD: 0000-0003-0036-6742
saidahuseymova@gmail.com

Enerji effektiv binaların layihələndirilməsi xüsusiyyətləri

Xülasə.

Bu gün, enerjiyə qənaət edən binaların layihələndirilməsinin aktuallığı şübhə doğurmayan prioritetlərdən biridir. Əlbətdə ki, bu, ilk növbədə binaların daim artan enerji istehlakı və eləcə də enerji qiymətlərinin artması ilə bağlıdır. Enerji effektiv memarlıq həlləri xarici iqlimin müsbət təsirini ən yaxşı şəkildə nəzərə almalı və onun mənfi təsirini mümkün qədər neytrallaşdırmalıdır. Enerji effektiv hündürmərtəbəli binaların layihələndirilməsi

mürəkkəb multifaktorialu məsələdir və onun həlli kompleks yanaşma tələb edir. Ümumiyyətlə, enerji effektiv binaların layihələndirilməsi metodologiyası vahid enerji sistemi kimi binanın sistemli təhlilinə əsaslanmalıdır və onun bütün elementləri - forma, oriyentasiya, qapalı konstruksiyalar, günəşdən qoruyan qurğular, kondisioner sistemi və s. enerji baxımından bir-birinə bağlıdır.

Açar sözlər: enerjiyə qənaət edən binalar; Memarlıq, enerjiyə qənaət, planlaşdırma həlli, forma.

доц. Салимова Айтэн Тариэль кызы, PhD
Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет
Кафедра «Архитектурное проектирование и градостроительство»

ORCID ID: [0000-0003-1824-6730](https://orcid.org/0000-0003-1824-6730)

aytansalimova@gmail.com

Гусейнова Саида Виляят кызы

ORCID ID: [0000-0003-0036-6742](https://orcid.org/0000-0003-0036-6742)

saidahuseymova@gmail.com

Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет
Кафедра «Архитектурное проектирование и градостроительство»

Особенности проектирования энергоэффективных зданий

Резюме.

Проектирование энергоэффективных зданий на сегодняшний день является одной из приоритетных задач, актуальность которой не вызывает сомнения. В первую очередь это связано с постоянно растущим потреблением энергии зданием, а так же с ростом цен на энергоносители. Архитектурные энергосберегающие решения должны наилучшим образом учитывать положительное воздействие наружного климата и максимально нейтрализовать его отрицательное воздействие. Проектирование энергоэффективных высотных зданий - это сложная многофакторная задача, для решения которой необходим комплексный подход. В целом, методология проектирования энергоэффективных зданий должна основываться на системном анализе здания как единой энергетической системы, все элементы которой - форма, ориентация, ограждающие конструкции, солнцезащитные устройства, система климатизации и т. д. - энергетически взаимосвязаны между собой.

Ключевые слова: энергоэффективные здания; Архитектура, энергосбережение, планировочное решение, форма

Enerji effektiv binaların tikintisi üçün yeni üsulların işlənilib hazırlanması və təkmilləşdirilməsi müasir memarlığın əsas istiqamətlərindən biridir. Bundan əlavə, qeyd etmək lazımdır ki, dövlət mənzil siyasətinin strateji məqsədi enerji resursları, qənaət texnologiyaları, müasir materiallar tətbiq edilməklə, vətəndaşların rahat yaşayış şəraitinin təmin edilməsi ilə sərfəli ekonom sinif mənzil bazarının formalaşdırılmasından ibarətdir.

Enerji effektiv Memarlıq həllər xarici iqlimin müsbət təsirini ən yaxşı şəkildə nəzərə almalı və onun mənfəi təsirini mümkün qədər neytrallaşdırmalıdır.

Enerji qənaəti məsələlərində memarın rolunu məşhur müasir memar Norman Foster qeyd etmişdir: “Memarlar dünyanın bütün ekoloji problemlərini həll edə bilməzlər, lakin biz hazırda istehlak olunan enerjinin yalnız bir hissəsini tələb edən binalar dizayn edə bilərik. Mövcud şəhərsalma planlaşdırmasına əsaslanaraq, biz nəqliyyat axınlarına təsir edə bilərik. Qurğunun yeri və funksional təyinatı, onun dizayn çevikliyi və texnoloji resursu, istiqaməti, forması və dizaynı, istilik və havalandırma sistemləri, tikintidə istifadə olunan materialların xüsusiyyətləri - bütün bu parametrlər binaların tikinti, istismar və texniki xidmətləri üçün tələb olunan enerji miqdarına təsir göstərir.” [3, s.26].

Son on ildə Qərbi Avropanın və ABŞ-ın iqtisadi cəhətdən inkişaf etmiş şimal ölkələrində enerjiyə qənaət edən və enerji effektiv evlər geniş şəkildə tikilməkdədir. Tikinti sənayesində enerji səmərəliliyi təşəbbüsləri bir çox ölkələrdə hökumət səviyyəsində dəstəklənir.

Avropa İttifaqında binaların enerji effektivliyinə dair 2010/31/EC 19 may 2010-cu il tarixli Avropa Parlamenti və Şurasının Direktivi qüvvədədir ki, bu da 1-ci maddənin 1-ci bəndinə əsasən, "... zonaların iqlim xüsusiyyətlərini, yerli şəraiti, habelə daxili məkanlara mikroiklim tələblərini və iqtisadi səmərəliliyi nəzərə alaraq, Avropa İttifaqı ərazisində binaların enerji göstəricilərinin yaxşılaşdırılması. [1].

Enerjiyə effektiv binalar yeni tikinti növü kimi 1970-ci illərin qlobal enerji böhranından sonra geniş yayılmağa başladı və müasir binaların istilik enerjisini artırmaq üçün böyük ehtiyatlara malik olması ilə bağlı BMT-nin Beynəlxalq Enerji Konfransı (IEC) mütəxəssislərinin tənqidinə cavab oldu. Səmərəliliyi, lakin tədqiqatçılar kifayət qədər onların istilik rejimi formalaşması xüsusiyyətləri tədqiq deyil. [2, s.22-23]

Aİ Şurası enerji səmərəliliyinin təşviqi proqramı qəbul etdi (SEIF, 1998-2002) [4]. Proqram aşağıdakı vəzifələri müəyyən etdi [4]:

- binalarda enerji səmərəliliyi tədbirlərini təşviq etmək;
- özəl və ictimai istehlakçılar tərəfindən enerjiyə qənaətə və sənayeyə investisiyaların təşviqi;
- son istehlak sahəsində enerji istehlakının intensivliyinin yüksəldilməsi üçün şərait yaradılması.

Enerjiyə effektiv binalar layihələndirmə, tikinti və istismar zamanı binanın ərazisində mikroiklimi təmin etmək üçün enerji istehlakını minimuma endirmək məqsədlərinə ən yaxşı cavab verən maksimum sayda tədbirlərin və ekoloji cəhətdən təmiz şəhər mühitinin yaradılması (memarlıq və mühəndislik həlləri) həyata keçirilən binalar olmalıdır.

Enerjinin effektivliyinin artırılmasına töhfə verən tədbirlər arasında yerli dizayn təcrübəsində ərazinin təbii-iqlim xüsusiyyətlərinin nəzərə alınması, havalandırmanın havalandırması, izolyasiya standartlarının nəzərə alınması, memarlıq formasının yığcamlığı və istifadə kimi əsas prinsiplərdən istifadə edilmişdir. istilik izolyasiyasının tələblərini nəzərə alaraq konstruksiyaların bağlanması. Beləliklə, yeni kosmik planlaşdırma həllərinin işlənilməsinə, enerji səmərəliliyi, kapital qoyuluşunun səmərəliliyi, rahatlıq və təhlükəsizlik tələblərinə cavab verən yerli tikinti materiallarından prioritet istifadə etməklə optimal dizayn həllərinin axtarışına, habelə mühəndislik sistemləri üçün bərpa olunan enerji mənbələrinin bütün istismar müddəti ərzində istifadəsi daxildir.

Təbii iqlim faktoru enerji effektiv binalar üçün həcmi planlaşdırma həllərinin formalaşmasına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Təbii iqlim amilinin ən böyük təsirini ərazinin insolyasiya rejimi (günəşli günlərin sayı), külək rejimi, yağıntılardan miqdarı, həmçinin temperatur və rütubət şəraiti kimi ekoloji parametrlər təşkil edir. Yuxarıda təsvir edilən ekoloji parametrlərdən asılı olaraq, memar binanın planlaşdırma həlli ilə onun optimal istismarını təmin etməlidir.

Binaların layihələndirilməsində mühüm rol, yaşayış otaqlarının cənub tərəfindəki mərtəbədə yerləşməsi səbəbindən kardinal nöqtələrə nisbətən mövqeləri oynayır. İsti mövsümdə günəş radiasiyasından pəncərələrdən istilik qazanması kimi bir göstərici istilik ehtiyatlarına və elektrik enerjisində qənaət baxımından faydalı olacaqdır. Ancaq yayda temperaturun artması nəticəsində yerləşmənin həddindən artıq istiləşməsi müvafiq olaraq, kondisionerlərin istifadəsinə səbəb olan bir çatışmazlıq yaranır.

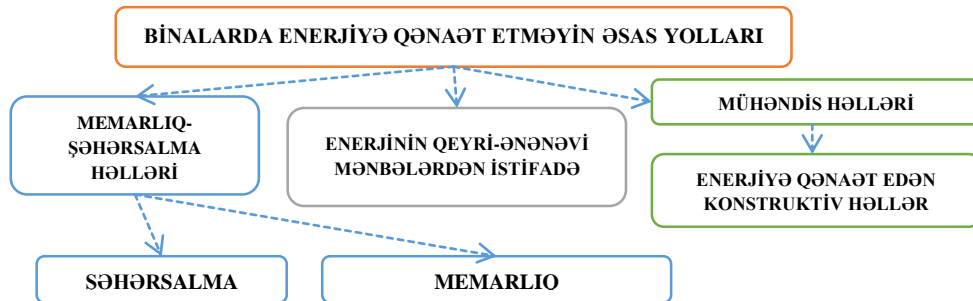
Enerji effektiv binaları layihələndirilərkən təkcə ərazinin və yerli iqlim xüsusiyyətlərinin (günəş radiasiyası və külək) nəzərə alınmasına deyil, həm də forma seçiminə, günəşdən qoruyan qapalı strukturlara və innovativ texnologiyalardan istifadəyə diqqət yetirilir.

Enerji effektivliyinin artırılması üçün memarlıq və planlaşdırma üsullarına həcmənlərin yığcamlığı, şüşələmə sahəsinin azaldılması, təbii və antropogen ekoloji amillərin (külək, günəş və s.) mənfi təsirlərini neytrallaşdıran şəhərsalma texnikalarından və memarlıq formalarından istifadə daxildir.

Davamlı inkişaf ideyaları bu gün şəhərsalma elmində və landşaft memarlığında ən fəal şəkildə həyata keçirilir, bina mühəndislik sistemlərinin enerji və resurs səmərəliliyini artırmaq

üçün müəyyən addımlar atılır.

Mühəndislik və tikinti enerjisinə qənaət edən həllər yalnız binanın istilik-soyutma və ventilyasiya sisteminin növünün seçimini deyil, həm də onların təşkili formasını əhatə edir. Otaq boyunca hava paylama sxemini nəzərə almaq da vacibdir. Faktiki dizaynda enerjiyə qənaət edən bina üçün optimal variantın seçimi bir sıra məhdudiyətlərlə məhdudlaşdırıla bilər.



Beləliklə, enerjiyə qənaət edən binaların layihələndirilməsi üçün aşağıdakı fundamental prinsipləri qeyd edə bilərik: binanın yerləşdiyi yerin iqlim şəraitini nəzərə almaqla, günəş radiasiyasını və külək göstəricilərini nəzərə almaqla, ərazinin relyefini və landşaftını nəzərə almaqla, və abadlaşdırmanın təbiəti.

Enerjiyə qənaət edən binaların forma və ölçüsünü seçərkən, həcm formasından, xətti parametrlərdən və bloklaşma ehtimalından (prinsip) asılı olan kompaktlıq əmsalının minimum dəyəri olan binalar üçün yer planlaşdırma həllərinə üstünlük verilməlidir. kompakt bina forması). Bundan əlavə, binanın ümumi memarlıq və planlaşdırma konsepsiyasının müəyyən edilməsi prinsipi binanın istilik səmərəliliyini artıran tədbirləri müəyyən etməlidir.

Enerjiyə qənaət edən binalar üçün xüsusilə aktual olan Günəş enerjisindən, küləkdən, yerin yuxarı təbəqələrindən günəş enerjisindən, bioenerjidən və ikinci dərəcəli enerjidən istifadə etmək imkanlarıdır.

Enerjiyə qənaət edən hündürlükdən binaların layihələndirilməsi mürəkkəb multifaktorial vəzifədir, onun həlli kompleks yanaşma tələb edir. Ümumiyyətlə, enerjiyə qənaət edən binaların layihələndirilməsi metodologiyası vahid enerji sistemi kimi binanın sistemli təhlilinə əsaslanmalıdır, onun bütün elementləri - forma, oriyentasiya, qapalı konstruksiyalar, günəşdən qoruyan qurğular, kondisioner sistemi və s. enerji baxımından bir-birinə bağlıdır.

Enerjiyə qənaət edən binanın müstəqil innovativ həllərin cəmi kimi təqdim edilməsi ardıcılıq prinsiplərini pozur və layihənin enerji səmərəliliyinin itirilməsinə səbəb olur. Sistemli yanaşma və şəhərsalma, memarlıq, struktur və mühəndislik həllərindən səmərəli istifadədən enerjiyə qənaətin ümumi effektini nəzərə almaq, müxtəlif enerji növlərində yenilikləri nəzərə almaq enerji resurslarının maya dəyərini azalda bilər.

1. Директива Европейского парламента и Совета 2010/31/ЕС от 19 мая 2010 года об энергосбережении зданий

2. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективное здание - симбиоз мастерства архитектора и инженера // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – М., 2002. - №4. - С.22-23.

3. Цихан Т.В., Концепция энергоэффективности жилых зданий - составная часть энергетической политики развитых стран, Теория и практика управления 2003, 4, 24-32.

4. Decision No 647/2000 EC of the Council of 28 February 2000 adopting a multiannual program for the promotion of energy efficiency (SAVE, 1998-2002).

ŞİRİNZADƏ İRADƏ NÜSRƏT QIZI QARAYEVA NİGAR VİDADİ QIZI

¹Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Materialşünaslıq kafedrasının müdiri, t.e.d., professor, ORCID ID: 0000-0002-9847-6079, irada.shirinzade@azmiu.edu.az

²Azərbaycan İnşaat və Memarlıq Elmi Tədqiqat İnstitutu, doktorant, ORCID ID: 0009-0001-8333-6823, esramiray@bk.ru

MİNERAL ƏSASLI İSTİLİK İZOLYASIYA MATERIALLARI ÜÇÜN XAMALLARIN TƏRKİBİNİN TƏDQIQI

Xülasə

Mineral tərkibli istilik izolyasiya materialları yüksək termiki dayanıqlığı və texniki xassələrinə görə tikintidə və sənayenin digər sahələrində müvəffəqiyyətlə tətbiq olunurlar. Perlit və vermikulit kimi süxurlar əsasında alınan istilik izolyasiya məhlullarının həm hidroizolyasiya, həm də istilik izolyasiyası məqsədi ilə tətbiqi məqsədəuyğun hesab edilir. İşğaldan azad olunan ərazilərdə bu süxurların yataqları mövcuddur. Onların kimyəvi və mineroloji tərkibi tədqiq edilmişdir və müəyyən edilmişdir ki, perlit süxurunun tərkibi kristobalit və amorf obsidiandan, vermikulit süxurunun tərkibi isə vermikulit, illit və ferropirufillit minerallarından təşkil olunmuşdur.

Açar sözlər: istilik izolyasiyası, perlit, vermikulit, izolyasiya məhlulu

RESEARCH OF THE COMPOSITION OF RAW MATERIALS FOR MINERAL THERMAL INSULATION MATERIALS

Thermal insulation materials with mineral content are successfully applied in construction and other areas of industry due to their high thermal stability and technical properties. It is considered appropriate to apply thermal insulation solutions based on rocks such as perlite and vermiculite for both waterproofing and thermal insulation purposes. There are deposits of these rocks in the areas freed from occupation. Their chemical and mineralogical composition was studied and it was determined that the composition of perlite rock is composed of cristobalite and amorphous obsidian, and the composition of vermiculite rock is composed of vermiculite, illite and ferropyrrophyllite minerals.

Key words: thermal insulation, perlite, vermiculite, insulation solution

Perlit əsaslı müxtəlif istilik izolyasiyası materialları uzun illərdə tikintidə istifadə edilir. Perlitdən həm üzvi yapışdırıcı materiallarla, həm də mineral yapışdırıcı materiallarla birlikdə müxtəlif formalı məmulatların hazırlanır. Bunlara sement-perlit, şüşə-perlit, bitum-perlit, keramoperlit tavaları aiddir [1]. Perlit və üzvi yapışdırıcılar əsasında hazırlanan məmulatlar 200⁰C-ə qədər, mineral yapışdırıcılarla hazırlanan məmulatlar isə 1100⁰C-ə qədər temperatura qədər davamlı olurlar [1]. Mineral yapışdırıcılarla perlit əsasında hazırlanmış məmulatların sıxlığı 250-450 kq/m³, istilikkeçirmə əmsalı isə 0,07-0,1 arasında olur. Bu tip tavalər 600⁰C-ə qədər temperaturu sənaye avadanlıqlarının izolyasında müvəffəqiyyətlə tətbiq edilir.

Hal-hazırda ölkəmizin inşaat materialları bazarında müxtəlif şirkətlər tərəfindən istehsal edilən yüksəkkeyfiyyətli hidroizolyasiya məhlulları mövcuddur. Lakin bu məhlulların hamısı kifayət qədər yüksək sıxlığa malik olduqları üçün istilik qorumaq xüsusiyyətlərinə malik deyillər.

Ədəbiyyatdan [2, 4] da məlumdur ki, köpdürülmüş perlit yüngül məhlulların hazırlanmasında müvəffəqiyyətlə tətbiq edilir. Bu məhlullarda yapışdırıcı olaraq gips və portlandsementdən istifadə edilir və onlar əsasən bina və qurğuların daxili divarlarının suvanmasında istifadə edilir. Xarici divarların suvanmasında isə hidroizolyasiya məhlullarından istifadə edilir ki, bu da yaşayış və ictimai binalarda divarların “nəfəs almasının” qarşısını alır.

Həm istiliyi izolyasiya edən, həm də konstruksiyanı nəmdən qoruyan universal bir inşaat məhlulu tərkibi işlənməsi aktual bir məsələdir. Tədqiqat işinin bu mərhələsində məqsədi

belə universal xassəli inşaat məhlulu hazırlamaq üçün istifadə olunan xammal və materialların xüsusiyyətlərinin araşdırılmasıdır.

Məhlul hazırlanmasında portlandsement, perlit və toz polimerdən istifadə olunmuşdur. Məlumdur ki, qeyd olunan universal xassələrə malik inşaat məhlulunun hazırlanmasında yapışdırıcı material olaraq portlandsement istifadə olunur. Bu CEM II/A-P 42,5N tipli portlandsementdir. Yüngül doldurucu olaraq perlit qumundan istifadə edilmişdir. İstifadə olunan perlit Kəlbəcər yatağına məxsusdur. Materialların kimyəvi və mineroloji tərkibi AMEA-nın Geologiya və Geofizika İnstitutunun laboratoriyasında aparılmışdır.

Süxurların kimyəvi tərkibi cədvəl 1-də, mineroloji tərkibi isə cədvəl 2-də təqdim edilmişdir. Aparılan analiz nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, tədqiq olunan perlitin mineroloji tərkibi əsasən amorf kütlədən və 25% kristobalitdən təşkil olunmuşdur. Həmçinin 2% miqdarında isə Pb_2O_3 -ə də rast gəlinir. Məlumdur ki, perlit vulkanik mənşəli süxurdur. O lavanın sürətlə soyuması (bərkləşməsi) nəticəsində əmələ gəlir və tərkibinin əsas hissəsi vulkanik şüşə - obsidiandan təşkil olunmuşdur. Sonradan, yeraltı suların təsiri altında onun nəmlənməsi baş verir və nəticədə perlit əmələ gəlir [3]. Perlit çox böyük köpmə qalibiyyətinə malik olan süxurdur. Hər iki süxur 900-1000°C-ə qədər olan temperaturda yanma nəticəsində öz həcmi iyirmi dəfəyə qədər artırır. Köpdürülmüş perlit bir sıra texniki xüsusiyyətlərinə görə (yüngül və ekoloji cəhətdən təmizdir, insan orqanizminə heç bir mənfi təsiri aşkar edilməmişdir, yüksək temperatura davamlıdır, istilik və səs izolyasiyasını təmin edir) müvəffəqiyyətlə tikintidə tətbiq edilir.

Vermikulitin mineroloji tərkibində vermikulit mineralından (40%) başqa, həmçinin illit (30%) və ferropirufillit mineralına (20%) da rast gəlinir.

Süxurların həmçinin rentgenoqrafik analizi həyata keçirilmişdir. Alınan difraktoqramlar şəkil 1-də təqdim edilmişdir.

Süxurların kimyəvi tərkibi (kütlə üzrə %-lə)

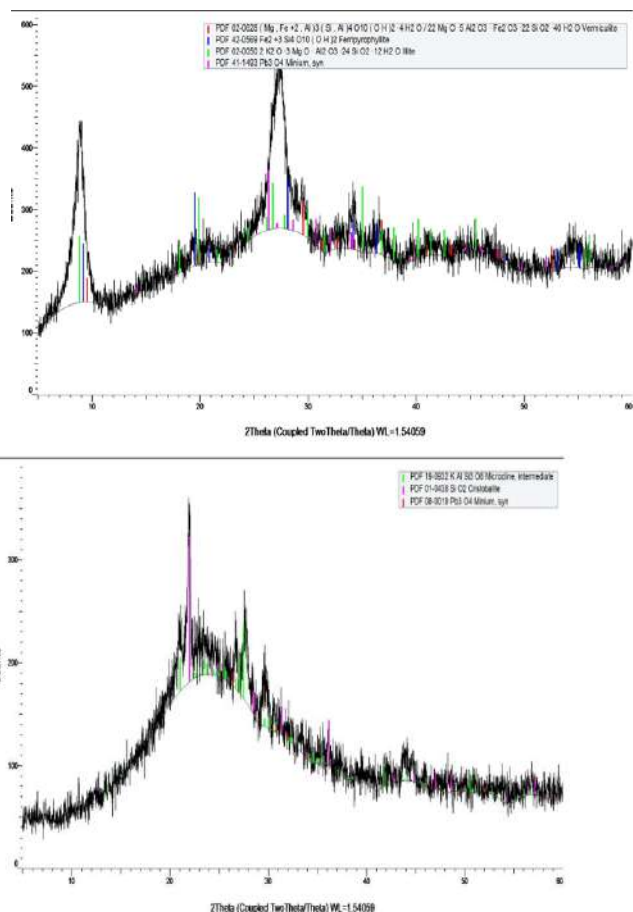
Cədvəl 1

Süxurun adı	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	CaO	TiO ₂	MnO	BaO	Cr ₂ O ₃	Pb ₂ O ₃	Yİ
Perlit	1,36	7,50	0,21	11,03	71,57	2,41	0,58	0,58	1,87	0,24	0,11	0,32	0,07	1,921	0,1
Vermikulit	0,01	6,78	10,69	12,32	32,48	18,49	0,46	0,76	4,58	3,85	0,19	0,87	0,07	0,03	6,11

Süxurların mineroloji tərkibi

Cədvəl 2

Materialın adı	SiO ₂ (kvarts)	SiO ₂ (krisobalıt)	Çöl şpatı	(Mg, Fe, Al) ₃ [(Al,Si) ₄ O ₁₀]·OH ₂ ·4H ₂ O (vermikulit)	Fe ₂ Si ₄ O ₁₀ ·(OH) ₂ (ferropirufillit)	Pb ₃ O ₄	İllit	Amorf hissə
Perlit	-	25	5	-	-	2	-	68
Vermikulit	-	-	-	40	20	-	30	10



a) b)

Şəkil 1. Perlit (a) və vermikulit (b) süxurlarının difraktoqramı.

Nəticə

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində mineral süxurların kimyəvi və inerojoloji tərkibi öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, perlit süxurunun 68%-i amorflaşmış kütlədən (şüşələşmiş kütlə-təbii obsidian) və 25% isə kristallik şüşədən (kristoballitdən) ibarətdir. Vermikulit süxurunun isə 40%-i vermikulit mineralından, 30% isə illitdən, 20% ferropirufillit mineralından təşkil olunmuşdur.

Ədəbiyyat

1. <https://studfile.net/preview/3560631/page:9/>
2. И. Н. Тихомирова, А. В. Макаров, Зин Мин Хтет. Теплоизоляционные материалы на основе вспученного вермикулита и вспененного жидкого стекла. <https://doi.org/10.17073/1683-4518-2020-8-41-45>
3. <https://dzagigrow.ru/blog/perlit-i-vermikulit-preimushchestva-i-primenenie/>
4. Рахманова И.А. Теплоизоляционные материалы на основе перлита и вермикулита. Вестник ТГАСУ. №2, 2013. С.257-262. <https://cyberleninka.ru/article/n/teploizolyatsionnye-materialy-na-osnove-perlita-i-vermikulita/viewer>

**ŞİRİNZADƏ İRADƏ NÜSRƏT QIZI
MƏMMƏDOVA İRADƏ HƏSƏN QIZI
MEHDİYEVA TƏRANƏ FİRUZ QIZI**

¹Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Materialşünaslıq kafedrasının müdiri, t.e.d., professor, ORCID ID: 0000-0002-9847-6079, irada.shirinzade@azmiu.edu.az

²Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Materialşünaslıq kafedrası, baş müəllim, t.ü.f.d, ORCID ID: [0000-0002-2145-3717](https://orcid.org/0000-0002-2145-3717), irada.mammadova@azmiu.edu.az

³Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Əməyin Texnologiyası kafedrası, müəllim ORCID ID: 0000-0002-7371-9134, mehdiyeva.terane65@mail.ru

**HİDROSLYUDALI GİLLƏR VƏ PLAGİOQRANİT ƏSASINDA KERAMİK
MATERİALLARIN XASSƏLƏRİNİN TƏDQIQI**

Xülasə

Respublikamızda işlədilən yüksək keyfiyyətli xammal yataqları kifayət qədər olmadığına görə, təklif olunan texnologiyada alternativ xammalların tövsiyyəsi də məqsədəuyğun hesab edilmişdir. Yəni, Daşkəsən yatağının ultradispers plagiogranit tozu Umbaki yatağının kaolinləşmiş gili ilə bərabər, həm də Qarasu və Zığ yataqlarının hidroslyudalı gillərinə əlavə edilmişdir. Qarasu və Zığ yataqlarının hidroslyudalı gilləri və Daşkəsən yatağının plagiograniti əsasında alınan keramik materialların fiziki-mexaniki və texnoloji xassələri öyrənilmişdir.

Açar sözlər: hidroslyudalı gillər, plagiogranit, qəlibləmə, yanma temperaturu, suhopma, şaxtayadavamlılıq.

**THE STUDY OF THE PROPERTIES OF CERAMIC MATERIALS ON THE BASIS
OF HYDROMİCA CLAYS AND PLAGİOGRANİTE**

Summary

Since there are not enough high-quality raw material deposits used in our republic, it was considered appropriate to recommend alternative raw materials in the proposed technology. That is, the ultradispersed plagiogranite powder of the Dashkasan field was added to the hydromica clays of the Karasu and Zigh fields along with the kaolinized clay of the Umbaki field. The physical-mechanical and technological properties of ceramic materials obtained on the basis of hydromica clays of Karasu and Zigh deposits and plagiogranite of Dashkasan deposit were studied.

Key words: hydromica clays, plagiogranite, molding, combustion temperature, water absorption, frost resistance.

Keyfiyyətli keramik materiallara ildən ilə artan tələbat inşaat materialları bazarında güclü rəqabət yaradır. Ona görə də ən vacib məsələlərdən biri yüksək fiziki-mexaniki və dekorativ xassələrə malik keramik materiallar istehsal etməkdir.

Bildiyimiz kimi respublikamızda yüksək keramik xassələrə malik gil yataqları azdır. Lakin adi gil kərpici istehsalında istifadə olunan yararlı hidroslyudalı gillər demək olar ki, bölgələrimizdə geniş yayılmışdır.

Azərbaycanda keramika materialları sənayesini inkişaf etdirmək üçün qarşıda duran əsas məsələ mineral resursların istifadəsi zamanı rəşional və iqtisadi cəhətdən səmərəli yolların seçilməsi və keramikanın keyfiyyətini yüksəltmək üçün daha əlverişli texnoloji üsulların müəyyən olunmasıdır.

Ədəbiyyatlardan [1, 2, 3] da məlumdur ki, hidroslyuda qrupu mineralları–illit, muskovit, biotit və s. 900-1100⁰C intervalında artıq parçalanaraq yeni kristal və amorf fazalar əmələ gətirir. Məsələn, muskovit mineralı 1000⁰C-ə qədər qızdırılarkən şpinel və γ -Al₂O₃, 1200⁰C-də isə γ -Al₂O₃ ilə yanaşı həm də α -Al₂O₃ əmələ gəlir. 1200⁰C-dən yüksək temperaturda artıq kütlənin tərkibində ancaq α -Al₂O₃ ilə şüşə faza qalır.

Bu səbəbdən də hidroslyudalı gillərin daha yüksək temperaturda yandırılması məqsədəuyğun hesab edilmir. Tədqiqat işinin bu mərhələsində də şixtanın hazırlanması gillərin və plagiogranit süxurunun ayrılıqda üyüdülərək qarışdırılması ilə həyata keçirilmişdir. Bunun səbəbi gillərin xırdalanmasının daha asanlıqla həyata keçirilməsi və plagiogranitin isə xırdalanmasına daha çox enerji tələb olunmasıdır. Eyni zamanda plagiogranit süxurunun daha narın üyüdülməsi (xüsusi səthi 4500-5000 sm²/q) məqsədəuyğun hesab edilir [8].

Bu öncəki paraqrafda təcrübi yolla sübut edilmişdir. Keramik nümunələr plagiogranit tozu ilə asanəriyən Qarasu gili və Zığ gili əsasında hazırlanmışdır. Nümunələrin qəliblənməsi bu növ gillərdə də plastik və yarımquru presləmə üsulu ilə həyata keçirilmişdir. Nümunələr bir gün otaq temperaturunda qurudulduqdan sonra (asanəriyən Qarasu gili cədvəl 1 və 2 və Zığ gili cədvəl 3 və 4) uyğun olaraq 950, 1000, 1100 və 1200⁰C-də yandırılmış və nəticələr cədvəllərdə verilmişdir.

Cədvəllərdən də (cədvəl 1-4) görüldüyü kimi kaolinləşmiş Umbakı gilindən fərqli olaraq hidroslyudalı gillərdə (Qarasu və Zığ gillərinin misalında) alınan keramik materialların möhkəmliyi hər iki qəlibləmə üsulunda demək olar ki, eynidir. Bunu hidroslyudalı gillərin narınlığının kifayət qədər yüksək olması ilə izah etmək olar.

Ədəbiyyatlardan [1, 3, 6] da məlumdur ki, kaolinli gillərlə hidroslyudalı gillərin dənəvər tərkibi fərqlidir. Kaolinli gillərin ən kiçik hissəcikləri 5 mkm ətrafındadırsa, hidroslyudalı gillərdə bu nanoölçüyə qədər ola bilər. Bu cür kiçik ölçülü hissəciklər iri hissəciklərlə daha sıx quruluş əmələ gətirə bilirlər (hətta qəlibləmə təzyiqinin çox olmadığı plastik üsulda da).

Cədvəl 1

Ultradispers plagiogranit tozunun Qarasu gili əsasında keramik materialın xassələrinə təsiri (plastik üsulla qəlibləmə)

s/s	Materialın tərkibi,%		Sıxılmada möhkəmlik həddi, MPa			
			Yanma temperaturu, ⁰ C			
	Qarasu gili	Plagiogranit tozu	950	1000	1100	1200
1	100	0	8.7	10.0	13.0	10.0
2	95	5	9.6	18.5	23.5	22.3
3	93	7	10.0	19.8	28.0	28.3
4	90	10	10.6	20.0	29.0	30.0

Bu səbəbdən də plastik və yarımquru presləmə üsulu ilə qəliblənən keramik materialların sıxılmada möhkəmlikləri arasında əhəmiyyətli bir fərq alınmır. Məlumdur ki, yarımquru presləmədə presləmə təzyiqi yüksək olur və bu da əlavə enerji sərfi deməkdir.

Cədvəl 2

Plagioqranit süxurunun Qarasu gili əsasında keramik materialın xassələrinə təsiri
(yarımquuru presləmə üsulu)

s/ s	Materialın tərkibi, %		Sıxılmada möhkəmlik həddi, MPa			
			Yanma temperaturu, °C			
	gil	plagioqranit	950	1000	1100	1200
1	100	0	9.0	10.9	13.7	11.0
2	95	5	9.9	19.4	24.4	23.5
3	93	7	10.8	20.7	29.0	29.5
4	90	10	11.6	22.0	30.0	31.4

Cədvəl 3

Plagioqranit süxurunun Zığ gili əsasında keramik materialın xassələrinə təsiri (plastik üsulla qəlibləmə)

s/ s	Materialın tərkibi, %		Sıxılmada möhkəmlik həddi, MPa			
			Yanma temperaturu, °C			
	gil	plagioqranit	950	1000	1100	1200
1	100	0	9.0	10.7	14.0	11.0
2	95	5	9.9	19.5	24.5	22.0
3	93	7	10.8	20.7	29.5	29.8
4	90	10	11.6	22.0	30.0	30.6

Cədvəl 4

Plagioqranit süxurunun Zığ gili əsasında keramik materialın xassələrinə təsiri
(yarımquuru presləmə üsulu)

s/ s	Materialın tərkibi, %		Sıxılmada möhkəmlik həddi, MPa			
			Yanma temperaturu, °C			
	gil	plagioqranit	950	1000	1100	1200
1	100	0	9.6	12.5	14.6	11.2
2	95	5	10.8	19.9	25.6	23.9
3	93	7	12.0	22.7	28.3	29.5
4	90	10	12.8	23.3	30.0	30.7

Deməli, Qarasu və Zığ gilləri kimi hidroslyudalı gillərdən istifadə etdikdə məmulatın plastik üsulla qəliblənməsi məqsədəuyğun hesab edilir.

Materialın yanma rejimini analiz etsək, görürük ki, möhkəmliyin maksimum qiyməti 1100°C-də alınmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, kaolinləşmiş Umbakı gili üçün bu göstərici 1250°C idi. Temperaturun 150°C aşağı düşməsi, əlbəttə ki, çox əhəmiyyətli bir göstəricidir. 150°C istehsal şəraitində böyük maddi vəsait deməkdir.

Cədvəllərdən də görüldüyü kimi temperaturun 1100°C-dən yuxarı qalxması materialın möhkəmliyini artırmır, bu hidroslyudalı asanəriyən gillərin yanma zamanı deformasiyaya uğraması ilə bağlıdır. Bu tip gillərdə yanma temperaturu laxtalaşma temperaturunu keçərsə, faza dəyişiklikləri hesabına və eyni zamanda materialın xətti ölçülərinin dəyişməsi hesabına möhkəmliyin artması baş verməz və ya temperatur aşağı düşməyə başlayar.

Cədvəllərdən (cədvəl 3.4-3.7) həmçinin müşahidə etmək olar ki, əlavəsiz nümunələrdə 1200°C temperaturda möhkəmliyin azalması əhəmiyyətli dərəcədə müşahidə olunur. Qarasu gilində möhkəmliyin azalması (hər iki qəlibləmə üsulunda) 2,7-3,0 MPa, Zığ gilində isə 3,0-3,4 MPa olmuşdur. Plagioqranit əlavəsinin istifadəsi isə 1200°C-də hətta müəyyən qədər (1-2 MPa) möhkəmliyin artmasına səbəb olmuşdur.

Cədvəl 5.

Plagioqranit süxuru ilə hidroslyudalı gillər əsasında alınan keramik materialların digər fiziki-mexaniki xassələri

Göstəricilər	Zığ gili əsasında nümunələr				Qarasu gili əsasında nümunələr			
	əlavəsiz	5% əlavə	7% əlavə	10% əlavə	əlavəsiz	5% əlavə	7% əlavə	10% əlavə
Orta sıxlıq, kq/m ³	1050	1590	1600	1620	1030	1600	1630	1650
Suhopma, %	17.0	14.9	10.0	6.5	20.0	16.2	10.7	5.5
Şaxtayadavamlılığı, dövr	16	20	27	35	15	20	29	36
Umumi quruyub-yığışması, %	12	10	7	4	13	10	6	4

Təcrübə nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, 3-10% miqdarında narın üyüdülmüş plagioqranit süxurunun istifadəsi hər iki növ gil əsasında hazırlanan keramik materialların fiziki-mexaniki xassələrini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırmışdır [8, 9]. Cədvəl 5-də plagioqranit süxuru ilə hidroslyudalı gillər əsasında alınan keramik materialların digər fiziki-mexaniki xassələri göstərilmişdir.

Nəticə

Zığ və Qarasu yataqlarının gilləri tərkibcə hidroslyudalı gillər hesab edilir və həmin gillərin plastikliyi kaolinləşmiş gillərə nisbətən yüksək olur. Qarasu və Zığ yataqlarının gillərinin quruyub yığışması da bu səbəbdən Umbakı yatağının gilinindən yüksək alınmışdır. Bu əsasən odda yığışma hesabına baş verir ki, xətti ölçülərdəki bu fərqlər də materialın fiziki-mexaniki göstəricilərini müəyyən qədər aşağı salır. Amma plagioqranit süxurunun istifadəsi keramik materialın qurudulması zamanı xarici və daxili diffuziyanın arasındakı fərqi azaldaraq onun ümumi yığışmasını əhəmiyyətli dərəcədə aşağı salır ki, bu da materialda mikroçatların azalması hesabına onun möhkəmliyini artırmış olur.

Deməli, yüksək keramik xassələrə malik kaolinləşmiş gillərlə yanaşı hidroslyudalı gillər əsasında da modifikatorlardan istifadə etməklə kifayət qədər yüksək texniki xassələrə malik keramik material almaq mümkündür.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Şirinzadə İ.N., Şirinzadə N.Ə. İnşaat materiallarının fiziki-kimyəvi əsasları. Bakı, 2006, 278 s.
2. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З. Керамическая масса для изготовления керамического кирпича // Патент РФ №2288200. Опубл. 27.11.2006.
3. Кошляк Л.Л., Калиновский В.В. Производство изделий строительной керамики. Москва, 1985, 192 с.
4. Şirinzadə İ.N., Məmmədova İ.H. Ultradispers hissəciklərlə modifikasiya olunmuş keramik materialların texnologiyasının işlənməsi // “Memarlıq, İnşaat və Nəqliyyat sahələrində progressiv texnologiyalar” mövzusunda Elmi praktik konfrans. Bakı, 2016, S. 98-100.
5. Məmmədova İ.H., Cəbraylova C.C. Plagioqranit tozunun kaolinləşmiş və hidroslyudalı gillər əsasında hazırlanmış keramik materialların xassələrinə təsiri // “Gobustone” məsaməli beton blokların istifadəsinin təşkilatı-texnoloji problemləri mövzusunda Elmi-Praktik konfrans. 26 noyabr 2015-ci il, S.70-72.
6. Канлек Л.А., Калиновский В.В. Производства изделий строительной керамики. М.; Высшая школа, 1985, 189 с.
7. Каныгина О.Н., Четверикова А.Г. Формирование фазового состава и пористости кремнеземистой керамики в процессе термической обработки //www.krsu.edu.kg. 2009.
8. Məmmədova İ.H., Qurbanova İ.D. Gil kərpicinin xassələrinin yaxşılaşdırılması // Doktorantların və Gənc Tədqiqatçıların XVI Respublika Elmi Konfransı. Bakı, 2012, S.431-434.
9. Məmmədova İ.H. Ultradispers plagioqranit süxurunun istifadəsi ilə keramik materialların xassələrinin tənziqlənməsi // AzMIU -nün Elmi əsərləri № 2, Bakı 2014, S. 3-6.

Vəliyeva S.A.
Dos.,i.e.n. AzMIU
velieva-sevda@mail.ru

KƏND TƏSƏRRÜFATINA YARARLI TORPAQLARIN SUVARMA TƏMİNATININ YAXŞILAŞDIRILMASI

XÜLASƏ

Məqalədə Azərbaycan Respublikasında kənd təsərrüfatına yararlı torpaqlardan səmərəli istifadə edilməklə məhsuldarlığının yüksəldilməsi və torpaqlarda şoranlaşma prosesinin qarşısının alınması üçün suvarma şəbəkəsi sistemlərinin təkmiləşdirilməsi və yenidən qurulmasının əhəmiyyəti, suvarma suyundan qənaətlə istifadə edilməsi, su itkilərinin azaldılması, suvarma sisteminin işinin səmərəliliyi və etibarlılığının yüksəldilməsi, suyun verilməsi və bölüşdürülməsi sisteminin təkmiləşdirilməsi məsələləri tədqiq olunur. Burada həmçinin respublikanın kənd təsərrüfatı bitkilərinin əkin sahələri, kənd təsərrüfatına yararlı torpaqlar və suvarılan torpaqlar sahəsində mövcud vəziyyət statistik materiallar əsasında təhlil olunur.

Açar sözlər: kənd təsərrüfatı, yararlı torpaq sahələri, suvarma təminatı, suvarılan torpaqlar, meliorasiya və suvarma, suvarma kanalları, şoranlaşma, hidrotexniki qurğular, meliorativ tədbirlər, kənd təsərrüfatı bitkiləri, əkin yeri

Kənd təsərrüfatına yararlı torpaq sahələrindən səmərəli istifadə edilməklə məhsuldarlığının artırılması və torpaq sahələrində şoranlaşma prosesinin qarşısının alınması üçün suvarma şəbəkəsi sistemlərinin təkmiləşdirilməsi və yenidən qurulması çox əhəmiyyətlidir. Hazırda fəaliyyət göstərən suvarma şəbəkələri vasitəsi ilə suvarılan torpaq

sahələrində kənd təsərrüfatı bitkilərinin hər hektarından məhsuldarlığın 2-3 dəfə artırılması üçün istifadə olunmayan xeyli imkanlar mövcuddur. İndiki şəraitdə respublika əhalisinin taxıl, tərəvəz, və digər ərzaq məhsullarına olan tələbatının tam təmin edilməsi və daxili ehtiyatlar hesabına ödənilməsi respublika üçün strateji əhəmiyyət kəsb edən ən vacib problemlərdən sayılır.

Hazırda dünyada iqlim dəyişikliyi, quraqlıqla ilə bağlı böyük narahatlıqlar var. Bəzi proqnozlar onu göstərir ki, Azərbaycanda on-iyirmi ildən sonra səhrələşmə prosesinin güclənməsi də də istisna deyil. 2020-ci ildə quraqlığın ilkin problemləri özünü biruzə vermişdi və hətta, belə quraqlıq ilini yaşlı nəsillər də xatırlamır. Hələ indi də bütün dünyada, həmçinin respublikamızda quraqlıq əlamətləri qalmaqdadır və buna görə də, su ehtiyatlarımızın səfərbər olunması, onlardan səmərəli istifadə edilməsi prioritet məsələyə çevrilməkdədir. Təbii ki, su olan yerdə məhsuldarlıq da artır və insanların, xüsusən kənd əhalisinin dolanışıqı da yüksəlir.

Məhz bu məqsədlə, son illərdə ölkəmizdə bir neçə önəmli genişmiqyaslı layihə icra edilmişdir. Əgər Şəmkirçay su anbarı, Taxtakörpü su anbarı vaxtında tikilməsəydi, kanallar çəkilməsəydi, o sudan faydalanan rayonlarda böyük çətinliklər ola bilərdi. Məhz son bir neçə il ərzində ölkəmizdə təqribən yüz min hektara yaxın torpağa suyun verilməsi təmin edilmişdir [4]. Bunlar vaxtilə suvarılmayan, yaxud da, suvarılması lazımı səviyyədə olmayan torpaqlar idi.

İndi müasir texnologiyalardan bütün sahələrdə, o cümlədən meliorasiya sahəsində də tətbiq edilməsi geniş yayılmaqdadır. Son vaxtlar respublikanın meliorasiya və suvarma sistemlərinə xeyli investisiya qoyulmasına baxmayaraq, bəzi yerlərdə su itkisi 40-50 faizə çatır [5]. Vaxtilə, xüsusən də sovetlər dövründə tikilmiş qurğuların, infrastrukturun bir çoxu sıradan çıxmış, həm suyun çatdırılması çətinləşmiş, həm də, mövcud sızmalar torpağın şoranlaşmasına gətirib çıxarmışdır.

Nəzərə almaq lazımdır ki, ölkəmizin su ehtiyatlarımız o qədər də böyük deyil və əsas su mənbələrimiz sərhədlərimizdən kənarda formalaşır. Sovetlər vaxtında tikilmiş su kanallarımızın demək olar ki, hamısı torpaq kanallardır. Respublikamızda ancaq son vaxtlar beton kanallar tikilir və vaxtilə tikilmiş torpaq kanalları betonlaşdırılır və bununla su itkisinin qarşısı alınır. Lakin indi dünyanın inkişaf etmiş ölkələrində, xüsusilə, bizim iqlimimizə oxşar ölkələrdə çox əhəmiyyətli və nümunəvi təcrübə toplanmışdır və məhsuldarlığın da xeyli yüksəlməsinə nail olunmuşdur. Bu təcrübə öyrənilməli və təcili olaraq Azərbaycanda tətbiq edilməlidir.

Hazırda Nazirlər Kabinetinin koordinasiyası ilə “Meliorasiya və Su Təsərrüfatı” ASC ilə birlikdə yerlərdə su çatışmazlığının aradan qaldırılması ilə bağlı tədbirlər görülməyə başlanılıb. O cümlədən, su idarəedilməsinin və uçotunun elektron sistem üzərindən aparılması istiqamətində işlər planlaşdırılır [3].

“Şəmkir maşın kanalı”nın II növbəsinin zonasında təsərrüfatlararası paylayıcı kanalların layihələndirilməsi və tikintisi” obyektinə üzrə Samux və Goranboy rayonlarının 8958 ha (ondan 980 ha yeni suvarılacaq torpaqlardır) torpaq sahəsinə suvarma suyunun paylanması üçün Şəmkir maşın kanalının II növbəsinin zonasında təsərrüfatlararası paylayıcı kanalların 49,0 km hissəsinin tikintisi tamamlanmışdır. “Şəmkirçay təsərrüfatlararası paylayıcı kanalların tikintisi” layihəsi üzrə Şəmkir rayonunun 1450 ha (ondan 150 ha yeni suvarılacaq torpaqlardır) torpaq sahəsinə suyun verilməsi üçün Şəmkirçay təsərrüfatlararası paylayıcı kanalların tikintisi üzrə 4238,34 paqon metr uzunluğunda qapalı boru kəmərinin qurğularla birlikdə tikintisi işləri görülmüşdür [3].

“Şəmkir maşın kanalı”nın nasos stansiyasının suvermə qabiliyyətinin artırılması və onun I növbəsinin təmir-bərpası” üzrə layihə-smeta sənədləri hazırlanmış və tikinti işlərinə başlanılmışdır. “Şəmkir maşın kanalının II növbəsinin tikintisi və III növbəsinin layihə smeta sənədlərinin hazırlanması” layihəsi üzrə iri taxılçılıq, pambıqçılıq və digər təsərrüfatların yaradılması məqsədi ilə Goranboy rayonunun daha 11682 ha (ondan 6661 ha yeni suvarılacaq) torpaq sahəsinə suvarma suyunun verilməsi üçün tikintisi nəzərdə tutulan Şəmkir maşın

kanalının 8500 paqon metrlik hissəsinin qurğularla birlikdə tikintisi işləri tamamlanmış, 6315 paqon metr selötürücü kanallar tikilmiş, 9490 paqon metr istismar yolu çəkilmişdir. 21 km uzunluqda kanalın III növbəsinin layihə-smeta sənədlərinin hazırlanması başa çatdırılmışdır [3].

Şəmkir maşın kanalının 27.9 km uzunlu olacaq 2-ci hissəsinin 5500 metr məsafədə tikinti quraşdırma işləri həyata keçirilir. Üstən eni 12.6 metr olan kanalın maksimum su sərfiyyatı saniyədə 39 kub metr olacaqdır. Bu da Goranboyda 25 min hektardan artıq əkinəyararlı torpaq sahələrini suvarılmasına imkan verəcəkdir. Layihəyə uyğun olaraq kanalda hidrogeniki qurğuların və körpülərin tikintisi, eləcə də kanalın Kürəkçay çayının alt hissəsindən keçən tinel xətti işlənir. Şəmkir maşın kanalının 1-ci mərhələsi 14 km məsafədə tikilərək istismara verilib. Hazırda kanalın Samux və Goranboy rayonlarında 16 min hektar əkin sahələrini suvarılmasını təmin edir [3].

Araz çayının yeni qolundan suyun yeni suvarılacaq torpaq sahələrinə verilməsi üçün paylayıcı kanalların layihə smeta sənədlərinin hazırlanması və tikintisi” obyektində kanalın sağ sahilində yerləşən I mərhələ üzrə 7250 ha və sol sahilində yerləşən II mərhələ üzrə 13000 ha yeni suvarılacaq torpaq sahələrinə suvarma suyunun verilməsi üçün 77,7 km uzunluğunda paylayıcı kanalların qurğularla birlikdə tikintisi aparılmış, eləcə də I mərhələ ərazisində qurultularının aşağı salınması tədbirləri üzrə 64000 paqon metr uzunluğunda açıq suyuğucu drenlərin tikintisi işləri yerinə yetirilmişdir.

Yuxarı Mil kanalının tikintisinin davam etdirilməsi” üzrə uzunluğu 1,988 km olan Yuxarı Mil kanalının tikintisi tamamlanmış, uzunluğu 7,0 km olan sutullayıcı kanalın 2,25 km hissəsinin tikintisi, eləcə də Xanqızı kanalına keçid suburaxıcı qurğunun tikintisi işləri yerinə yetirilmişdir. Ağcabədi rayonunun 3783 hektar yeni suvarılacaq torpaq sahəsinə suvarma suyu çatdırılmışdır.

Azərbaycan Respublikasının Prezidentinin müvafiq Sərəncamı ilə əhalisi 736 min nəfərə yaxın olan 41 şəhər və rayonun 254 yaşayış məntəqəsində əkin sahələrinin və əkin üçün istifadə olunan həyətyanı torpaq sahələrinin suvarma suyu ilə təminatının yaxşılaşdırılması, yeni suvarılacaq torpaqların suvarma suyunun, habelə əhalinin içməli suya tələbatının ödənilməsi üçün 2019-cu ildə 300 ədəd subartezian quyusu qazılmış, 221 ədəd quyuyu istismara verilmişdir. Eləcə də, Azərbaycan Respublikasının Prezidentinin müvafiq Sərəncamı ilə cari ildə Ağcabədi və Goranboy rayonlarının ərazilərində qazılacaq 67 ədəd subartezian quyularının layihə-smeta sənədləri hazırlanmış və bu rayonların hər birində 12 ədəd olmaqla, 24 ədəd subartezian quyusu qazılmışdır.

Abşeron yarmadasında kənd təsərrüfatına yararlı 4000 ha əkin sahəsinin su təminatının yaxşılaşdırılması üçün Abşeron magistral kanalının 12,1 km-lik hissəsində və Mehdiabad və Novxanı qəsəbələrinin 590 ha (ondan 210 ha yeni suvarılan torpaqlardır) sahədə salınacaq zeytun və badam ağaclarının suvarılması üçün 12471 paqon metr uzunluğunda təzyiqli boru xətti və 4 aqreqatlı Novxanı nasos stansiyasının tikintisi tamamlanmışdır.

“Sabirabad və Salyan rayonlarında yerləşən qış otluqlarında meliorativ tədbirlərin aparılması” üzrə Sabirabad rayonunun 5000 ha qış otluq sahəsinə suvarma suyunun verilməsi və meliorativ vəziyyətin yaxşılaşdırılması üçün 30,79 km paylayıcı kanalların və 27,167 km uzunluğunda açıq suyuğucuların və kollektor-drenaj şəbəkəsinin tikintisi aparılmış və Salyan rayonunda yerləşən 12589 hektar qış otluq sahələrində meliorativ vəziyyətin yaxşılaşdırılması üçün layihə-smeta sənədləri hazırlanaraq ekspertizaya təqdim olunmuşdur [3].

Hazırda Azərbaycan Respublikasında suvarılan torpaqlar ölkənin kənd təsərrüfatına yararlı torpaq sahələrinin üçdə birini təşkil edir və ölkədə kənd təsərrüfatı məhsullarının 90%-ə qədəri bu torpaqlarda istehsal olunur. Suvarılan torpaqların təxminən üçdə birindən çoxu (565 min hektarı) mexaniki üsulla, o cümlədən 349,4 min hektar elektriklişdirilmiş, 68,2 min hektar dizel nasos stansiyaları ilə, 147,7 min hektarı isə subartezian quyuları vasitəsilə suvarılır. Respublikada orta illik su çatışmamazlığı 3,7 kub km., az sulu illərdə isə 4,75 kub km. təşkil edir [3].

Bu rəqəmlər ölkədə çaylardan ekoloji, energetika və digər məqsədlər üçün məcburi su buraxmaları nəzərə alınarsa, su çatışmamazlığının həcmnin minimuma endirilməsinin nə dərəcədə aktual və əhəmiyyətli olduğunu əyani göstərir. Qlobal iqlim dəyişiklikləri ilə əlaqədar dünyada, o cümlədən Azərbaycanda son illərdə müşahidə olunan quraqlıqlar, səhrələşmə, eləcə də əlavə əkin sahələrinin dövriyyəyə cəlb olunması, həmçinin təkrar əkinlərin artması suvarma suyuna tələbatı da artırır. Belə şəraitdə, suvarma suyunun çatışmazlığı aqrar sektora, bitkiçiliyin, xüsusilə də ərzaq təhlükəsizliyi baxımından strateji sahə olan taxılçılığın və heyvandarlığın inkişafına mənfi təsir göstərir. Buna görə də, suvarma suyundan qənaətlə istifadə edilməsi, su itkilərinin azaldılması, suvarma sisteminin işinin səmərəliliyi və etibarlılığının yüksəldilməsi, suyun verilməsi və bölüşdürülməsi sisteminin təkmilləşdirilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Hazırda respublikamızda suvarma sistemlərində su itkilərinin hesablanması üzrə normativ-hüquqi aktlar mövcud deyil və müvafiq itkilər keçən əsrin 80-ci illərində tətbiq edilən normativlər əsasında aparılır. Suvarma kanallarından su itkilərinin həmin qaydalarla hesablanması kanalların faydalı iş əmsalının təsərrüfatlararası suvarma kanalları üzrə 50-60 faiz, magistral kanallar üzrə 80-90 faiz, beton üzlüklü kanallar üzrə isə 85-90 faiz olmaqla, ümumilikdə suvarma sisteminin faydalı iş əmsalını təxminən 65-70 faiz təşkil edir [6].

Suvarma sisteminin saxlanılma xərcləri birbaşa dövlət büdcəsindən maliyyələşdirilir, suyun bölüşdürülməsi və istifadəsi zamanı itkilərə yol verilməsi son nəticədə, büdcə vəsaitlərinin səmərəliliyini də aşağı salır. Qeyd edilənləri nəzərə alaraq, suvarma suyundan qənaətlə istifadənin tənzimlənməsi məqsədilə suvarma sistemlərində su itkilərinin (o cümlədən təbii itkilərin) müəyyənləşdirilməsi qaydalarını əks etdirən yeni normativ-hüquqi aktların hazırlanmasını məqsəduyğun hesab edirik.

Cədvəl 1. Kənd təsərrüfatı bitkilərinin əkin sahələri, min ha [7]

İllər	Cəmi	Taxıl	kartof, tərəvəz və bostan bitkiləri	O cümlədən tərəvəz
2013	1684,2	...	171,5	77,7
2014	1613,8	...	165,7	76,0
2015	1585,4	...	166,0	77,2
2016	1628,3	...	163,1	73,9
2017	1665,7	596,1	151,5	69,3
2018	1738,0	679,1	149,7	69,5
2019	1717,1	670	147,7	69,4
2020	1630,9	588,4	143,6	66,6
2021	1644,5	572,3	144,6	68,3

Cədvəl 1-dən göründüyü kimi 2013-2021-ci illər ərzində ölkə əkin sahələri 2018 və 2019-cu il istisna olmaqla hər il azalaraq 97,6%, o cümlədən, taxıl sahələri 2017-ci illə müqayisədə 96%, kartof, tərəvəz və bostan bitkiləri 95,4%, tərəvəz 98,6% təşkil etmişdir.

Cədvəl 2. Azərbaycanda suvarılan torpaqlar, min ha [1]

İllər	Cəmi suvarılan torpaqlar	Ondan		
		kənd təsərrüfatına yararlı torpaqlar	ondan	
			əkin yeri	çoxillik əkmələr
2000	1426,0	1423,0	1176,5	173,6
2005	1432,8	1429,7	1203,4	156,6
2010	1424,6	1421,4	1200,1	157,7

2015	1434,5	1431,0	1210,4	163,8
2016	1438,8	1435,4	1210,5	168,1
2017	1445,8	1442,4	1213,7	172,7
2018	1449,4	1445,9	1214,2	176,2
2019	1450,2	1446,7	1213,0	178,7
2020	1480,2	1476,7	1243,0	178,8
2021	1484,9	1481,1	1246,4	179,5

Mənbə: Azərbaycan Respublikasının İqtisadiyyat Nazirliyi yanında Əmlak Məsələləri Dövlət Xidmətinin məlumatlarına əsasən müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir
file:///C:/Users/User/AppData/Local/Temp/Rar\$DIa7344.876/EtrafMuhit2022.pdf

Cədvəl 2-dən göründüyü kimi 2000-2021-ci illər ərzində Azərbaycanda suvarılan torpaqlar 57,2 min ha və ya 3,8% , kənd təsərrüfatına yararlı torpaqlar 53,7 min ha və ya 3,8%, əkin yerləri 66,5 min ha və ya 5,7%, çoxillik əkmələr 5,2 min ha və ya 3,9% artmışdır. Suvarılan torpaqların, o cümlədən kənd təsərrüfatına yararlı torpaqların, əkin yeri və çoxillik əkmələrin sahələri hər il üzrə artımla getmiş, ən yüksək göstəricilərə də, məhz 2020-ci ildə nail olunmuşdur. 2010-cu ildə suvarılan torpaqların 99,8%-i, 2021-ci ildə isə 99,7%-i kənd təsərrüfatına yararlı torpaqlardan ibarət olmuşdur. 2010-cu ildə kənd təsərrüfatına yararlı torpaqların 84,4%-i əkin yerinin, 11,1%-i çoxillik əkmələrdən ibarət idisə, 2021-ci ildə bu göstəricilər müvafiq olaraq 84,2 və 12,1% təşkil etmişdir.

Cədvəl 3. Azərbaycanda suvarılan torpaqların strukturu, %-lə [1]

İllər	Cəmi suvarılan torpaqlar	ondan		
		kənd təsərrüfatına yararlı torpaqlar	ondan	
			əkin yeri	çoxillik əkmələr
2000	100	99,79	82,68	14,76
2005	100	99,78	84,17	13,01
2010	100	99,78	84,43	13,14
2015	100	99,76	84,58	13,53
2016	100	99,76	84,33	13,89
2017	100	99,76	84,14	14,23
2018	100	99,76	83,98	14,51
2019	100	99,76	83,85	14,73
2020	100	99,76	84,17	14,38

* Azərbaycan Respublikasının İqtisadiyyat Nazirliyi yanında Əmlak Məsələləri Dövlət Xidmətinin məlumatları

Cədvəl 3-dən göründüyü kimi suvarılan torpaqların böyük əksəriyyəti kənd təsərrüfatına yararlı torpaq kimi istifadə edilir. Keçən əsrin 90-cı illərində yararlı torpaq sahələrinin 77%-dən çoxu, 2000-ci ildə 82,7%-i əkin yeri altında olduğu halda, 2005-ci ildən sonra belə sahələr 84%-i keçmişdir. Çoxillik əkmələrin xüsusi çəkisi 2000-2016-cı illərdə azalmasına baxmayaraq, 2017-ci ildən sonra artaraq 2019-cu ildə 14,73%, 2020-ci ildə isə 14,38%-ə çatmışdır.

NƏTİCƏ

Kənd təsərrüfatına yararlı torpaq sahələrindən səmərəli istifadə edilməklə məhsuldarlığının artırılması və torpaq sahələrində şoranlaşma prosesinin qarşısının alınması üçün suvarma şəbəkəsi sistemlərinin təkmilləşdirilməsi və yenidən qurulması çox

əhəmiyyətlidir. Hazırda fəaliyyət göstərən suvarma şəbəkələri vasitəsi ilə suvarılan torpaq sahələrində kənd təsərrüfatı bitkilərinin hər hektarından məhsuldarlığın 2-3 dəfə artırılması üçün istifadə olunmayan xeyli imkanlar mövcuddur.

Son vaxtlar respublikanın meliorasiya və suvarma sistemlərinə xeyli investisiya qoyulmasına baxmayaraq, bəzi yerlərdə su itkisi 40-50 faizə çatır. Nəzərə almaq lazımdır ki, ölkəmizin su ehtiyatlarımız o qədər də böyük deyil və əsas su mənbələrimiz sərhədlərimizdən kənarında formalaşır. Sovetlər vaxtında tikilmiş su kanallarımızın demək olar ki, hamısı torpaq kanallardır.

Hazırda Azərbaycan Respublikasında suvarılan torpaqlar ölkənin kənd təsərrüfatına yararlı torpaq sahələrinin üçdə birini təşkil edir və ölkədə kənd təsərrüfatı məhsullarının 90%-ə qədəri bu torpaqlarda istehsal olunur. Qlobal iqlim dəyişiklikləri ilə əlaqədar dünyada, o cümlədən Azərbaycanda son illərdə müşahidə olunan quraqlıqlar, səhrələşmə, eləcə də əlavə əkin sahələrinin dövriyyəyə cəlb olunması, həmçinin təkrar əkinlərin artması suvarma suyuna tələbatı da artırır. Buna görə də, suvarma suyundan qənaətlə istifadə edilməsi, su itkilərinin azaldılması, suvarma sisteminin işinin səmərəliliyi və etibarlılığının yüksəldilməsi, suyun verilməsi və bölüşdürülməsi sisteminin təkmiləşdirilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Suvarılan torpaqların böyük əksəriyyəti kənd təsərrüfatına yararlı torpaq kimi istifadə edilir. Keçən əsrin 90-cı illərində yararlı torpaq sahələrinin 77%-dən çoxu, 2000-ci ildə 82,7%-i əkin yeri altında olduğu halda, 2005-ci ildən sonra belə sahələr 84%-i keçmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Azərbaycan Respublikasının İqtisadiyyat Nazirliyi yanında Əmlak Məsələləri Dövlət Xidmətinin məlumatları
[file:///C:/Users/User/AppData/Local/Temp/Rar\\$DIa7344.876/EtrafMuhit2022.pdf](file:///C:/Users/User/AppData/Local/Temp/Rar$DIa7344.876/EtrafMuhit2022.pdf)
2. Azərbaycan Respublikasının İqtisadiyyat Nazirliyi yanında Əmlak Məsələləri Dövlət Xidmətinin məlumatları
3. Azərbaycan Meliorasiya və Su Təsərrüfatı Açıq Səhmdar Cəmiyyəti mst.gov.az
4. Həşimov A.C., Həsənov S.T. Meliorasiya və irriqasiya sahəsində əldə olunmuş nailiyyətlər və qarşıda duran problemlər // Azərbaycan Hidrotexnika və Meliorasiya Elm-İstehsalat Birliyinin Elmi əsərlər toplusu, XXXII c. Bakı: Elm, 2012, s. 292-299.
5. Kənd təsərrüfatında sudan səmərəli istifadə olunması. Azərbaycan Kənd Təsərrüfatında Özəl Bölmənin İnkişafına Yarım Fondu. Bakı: Adiloğlu, 2002, 69 s.
6. Rzayev M.A. Azərbaycanda meliorasiya və suvarmanın inkişafının müasir vəziyyəti və yaxşılaşdırılmasının konseptual əsasları // Torpaqşünaslıq və Aqrokimya jurnalı, cild 22,
7. https://www.stat.gov.az/menu/6/statistical_yearbooks/ Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsi Kənd təsərrüfatı müəssisələrinin və fərdi sahibkar təsərrüfatlarının əsas iqtisadi göstəriciləri Bakı – 2022 s, 49-53

Улучшение орошения сельскохозяйственных земель

Севда Валиева Д.ф.э., доцент

В статье в исследуется важность улучшения и реконструкции оросительных сетей Азербайджанской Республики с целью повышения производительности и предотвращения процесса засоления земель, повышения эффективности и надежности водообеспечения и системы распределения оросительной системы, экономного использования оросительной воды и снижения потерь, а также изучаются вопросы совершенствования орошения сельскохозяйственных земель. Здесь же на основе статистических материалов проанализирована текущая ситуация в сфере использования земель под сельскохозяйственные культуры и орошение земель.

Ключевые слова: сельское хозяйство, полезные земельные площади, ирригационное обеспечение, орошаемые земли, мелиорация и орошение, оросительные

каналы, засоление, гидротехнические сооружения, мелиоративные мероприятия, сельскохозяйственные растения, пашня.

Improved irrigation of agricultural land

Sevda Valieva Doctor of Philosophy, Associate Professor

The article examines the importance of improving and reconstructing the irrigation networks of the Republic of Azerbaijan in order to increase productivity and prevent the process of land salinization, increase efficiency and reliability of water supply and distribution systems of the irrigation system, economical use of irrigation water and reduce losses, and also study the issues of improving the irrigation of agricultural lands. Here, on the basis of statistical materials, the current situation in the field of land use for agricultural crops and land irrigation is analyzed.

Key words: agriculture, useful land areas, irrigation provision, irrigated lands, melioration and irrigation, irrigation canals, salinization, hydraulic structures, land reclamation measures, agricultural plants, arable land.

Yahyayev Aydın Bilal oğlu, dosent, Təbiət Elmləri kafedrası,
Qərbi Kaspi Universiteti, yahyayev-azasu@bk.ru

Hüseynov Turan Teymur oğlu, maqıstrant, Təbiət Elmləri
kafedrası

Qərbi Kaspi Universiteti, turan.huseynov0730@gmail.com

Əhmədova Sehran Kazım qızı, maqıstrant, Təbiət elmləri kafedrası,
Qərbi Kaspi Universiteti, Sehran.axmedova2002@gmail.com

AYLANT AĞAC CİNSİ: BİOEKOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ TƏSƏRRÜFAT ƏHƏMİYYƏTİ

Xülasə: *Ailanthus Altissimanın Mill* tez böyümə və kənar ağac cinslərini sıxışdırma xüsusiyyətlərinə görə invaziv ağac cinsi hesab edilir. Aylant çoxlu miqdarda toxumvermə qabiliyyətinə malikdir. Bu toxumlar yerə düşdükdə tez bir zamanda torpaqda güclü kök sistemi yaradır. Səthi köklərdən güclü pöhrə verməsinə görə onu kəsib məhv etmək çətin olur. Aylant cinsi yayıldığı əraziyə xüsusi allelopatik maddələr buraxır. Bu maddələr yaxınlıqdakı müxtəlif ağac cinslərinin inkişafını zəiflədir, onların toxumlarını yararsız hala gətirir. Aylant əsasən şəhər yerlərində, yol kənarlarında, divarların kənarında tez-tez rast gəlinir ki, bu da tikililərə ziyan vurur. Tədqiqatların aparılmasında əsas məqsəd onun invaziv ağac cinsi kimi yayılmasının qarşısının alınmasıdır, bundan başqa Aylantın müsbət cəhətlərini müəyyən etməklə ondan maksimum dərəcədə istifadə etməkdir. İşdə tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, Aylantın suya, torpağa az tələbkarlığı, çətin şəraitlərdə asanlıqla yayılması və tez böyüməsi onun plantasiyalarının yaradılmasına imkan verir.

Açar sözlər: Yayılma arealı, *Ailanthon* maddəsi, Aylantın çoxalması, invaziv ağac cinsi, suya tələbkarlığı, toxumların tez cücərməsi.

Summary: *Ailanthus altissima Mill* is considered an invasive tree species due to its rapid growth and its ability to crowd out other tree species. Aylant has the ability to produce a large amount of seeds. When these seeds fall to the ground, they quickly develop a strong root system in the soil. It is difficult to cut and destroy it due to its strong growth from surface roots. The genus Aylant releases special allelopathic substances to the area where it spreads. These substances weaken the development of various tree species nearby, making their seeds useless. Aylant is mostly found in urban areas, roadsides, walls, which causes damage to buildings. The

main aim of the research is to prevent its spread as an invasive tree species, besides identifying the positive aspects of Aylant and making the most of it. In this study, it was determined that Aylant's low demand for water and land, its easy propagation and rapid growth in difficult conditions allow the establishment of its plantations.

Key words: distribution area, Ailanthon substance, reproduction of Ailant, being an invasive tree, water requirement, quick germination of seeds.

Giriş

Aylantın mənşəyi – (*Ailanthus Altissima, Mill*) Antarktidadan başqa bütün qitələrə yayılmış, şimal və mərkəzi Çindən çıxan ağacdır. Sürətli böyüməsi və çətin şəraitdə az qayğı ilə böyümək qabiliyyəti bu ağacı nisbətən tez bir zamanda şərqdə məşhur bağ bitkisinə çevirdi. Dərman məqsədləri üçün toxumdan yetişdirilən Aylant ən çox dağlıq və dağətəyi rayonlarda yayılmışdır, bundan başqa, sahil düzənliklərində də rast gəlinir. Aylant ağacı ildə bir neçə yüz min toxumvermə qabiliyyətinə malikdir, bu toxumlar yüngül və qanadlı olduğu üçün küləklə çox uzaq ərazilərə də yayıla bilər. Güclü şəkildə böyütmə ilə ərazidəki ağac və kol bitkilərini sıxışdırma bilən sıx, klonal topa şəklində pöhrələr əmələ gətirir. Aylant kasıb torpaqlara və atmosferin çirklənməsinə həssas olmadığından, o şəhər yerlərində özünün ümumi müstəmləkəçi rolunu biruzə verir (Ferret 1985, Mergen 1959) (Şəkil 1). Yollar bu ağac cinsinin nisbətən sürətli miqrasiyasını təmin edir.



Sək.1. Şəhər mühitində aylantın yayılması Sək. 2. Aylantın yarpaq strukturu

Aylantın bioekoloji xüsusiyyətləri

Biologiyası. Aylant ağac cinsinin bioloji xüsusiyyətlərindən aşağıdakıları qeyd etmək olar:

- Hündürlüyü 25 m-dən çox olan kiçik və ya orta ölçülü enliyarpaqlı ağac cinsidir. Azərbaycan şəraitində aylantın hündürlüyü 12-15 m (nadir hallarda 20 m.), diametri 60 sm-ə çatır;
- Yarpaqları lansolatvaridir (Şəkil 2). Hər bir yarpaqda iki tərəfdən 1-dən 3-ə qədər diş vardır. Yarpaqlar əzildikdə xoşagəlməz qoxu əmələ gətirirlər;
- Yaşla çatlayan hamar boz qabığa malikdi (Şəkil 3);
- İyul və avqust aylarında çiçək açır. Yaşıl-sarı çiçəkdə 5 çanaq və 5 ləçək olur;
- Verticillium solğunluğu istisna olmaqla, heç bir xəstəlik böyük problemə səbəb olmur;
- Aylantın kök sistemi daha çox torpağın üst qatlarında yayılmışdır. Gövdəyə yaxın köklər qalınlaşaraq ağacın dayanıqlığını təmin edirlər (Şəkil 4). Əksər köklər torpağın yalnız yuxarı 50 sm-lik qalınlığında yayıldığı üçün ana kök bir çox halda formalaşmır (Miller, 1990). Bu xüsusiyyət Aylanta yüksək quraqlığa dayanıqlıq verməyə imkan verir. Zəif drenajlı torpaqlarda bu cinsin inkişaf edib yayılması çətinləşir. Buna Aylantın bataqlıqlarda və bataqlıq ərazilərdə yayılmaması sübutdur (Davies, 1943) (şək. 4, 5]

• Aylant adətən kölgəyə dözümsüz kimi təsvir edilir və işığın intensivliyinin azalmasına zəif cavab verdiyi göstərilmişdir (Grime 1965, Bourdeau & Laverick 1958) amma bununla belə, Aylantın dünyanın müxtəlif areallarında kölgəyə davamlı bir ağac cinsi kimi inkişaf ediyi haqqında da məlumatlar mövcuddur (Knapp və Canham 2000).

• Aparılan tədqiqatlarla Atlantın yarpaqlarından hazırlanmış ekstraktın (Ailonthon) 35 növ çılpaqtoxumlu və 11 növ örtülütoxumluya mənfi reaksiya verdiyi haqqında da informasiyaların olduğu məlumdur. (Mergen, 1959)



Şək. 3. Aylantın qabıq strukturu Şək.4. Aylantın kök sistemi strukturu

Ekologiyası. *Ailanthus Altissima* il ərzində 3-4,5 m qədər böyüyən bir ağac cinsidir (Şəkil 4). Bir dəfə klon sisteminin yaranmasından sonra cavan ağaclar sıx kolluqlarını inkişaf etdirərək yerli bitki örtüyünü sıxışdırırlar. O, miqrasiya yolu ilə kolonizasiya olunmuş ərazilərdə qeyri-müəyyən müddətə üstünlük təşkil edə bilər. Şəhər yerlərində Aylantın kökləri kanalizasiya, su və elektrik xətlərinə və strukturlarına zərər verə bilirlər.

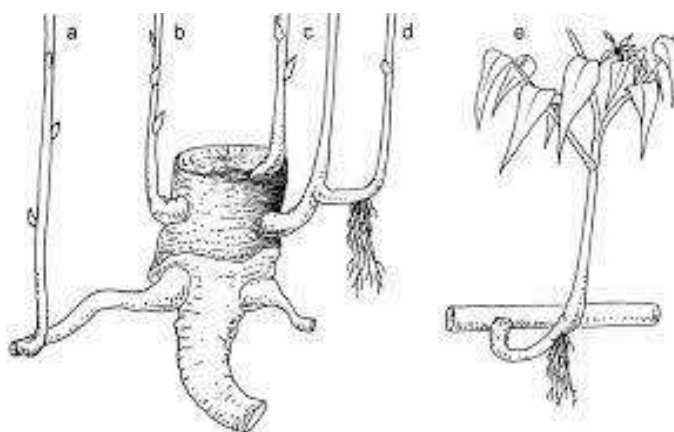
Azərbaycanda yayılması: Qədimdən Abşeronun hər yerində əkilir, Kür-Araz, Samur-Şabran, Lənkəran, Alazan-Əyriçay ovalıqlarında, Kürətrafi, Naxçıvan, İsmayılı və Xəzəryanı ərazilərdə də rast gəlinir. Əsas yayılma rayonları: Bakı, Şamaxı, Ağsu, Kürdəmir, Göyçay, Ağdaş, Gəncə, Yevlax, Mingəçevir, Bərdə, Ağdam, Salyan, Sabirabad, Beyləqan, Naxçıvandır.

Aylant şəhər yerlərində daha çox yayılsa da, becərilən sahələrdə və təbii ərazilərdə invaziv olduğundan ekoloji təhlükə yaradır. Aylant məhsuldar toxum istehsalçısıdır; və onun toxumu külək, su, quşlar, təsərrüfat və ya yol avadanlığı vasitəsilə səpələnə bilər. Bununla belə, bir ərazidə yeni bitkilərin əksəriyyəti adətən kök tumurcuqlarından əmələ gəlir. Üstü açılarsa və ya kötük kəsilərsə, ana ağacdən 15-27m məsafədə yan köklərdən yeni tumurcuqlar meydana gələ bilər (Şəkil 6-7). Fidanlar cücərdikdən sonra 3 ay ərzində dərin kök sala bilirlər, bu da bitkinin tez böyüməsinə və günəş işığı və məkan baxımından yerli növlərdən üstün olmasına imkan verir (Şəkil 5). Tam günəşdə böyüyür, lakin kölgəyə də davamlıdır. Bundan əlavə, bu bitki digər bitkilərin onun yaxınlığında böyüməsinə mane olan allelopatik kimyəvi maddə ayırır.

Aylantın çoxalma xüsusiyyətləri. Aylant yüksək dərəcədə uyğunlaşa bilər və şoran, qida çatışmazlığı və ya yüksək sıxılmış torpaqlar kimi məhdud və ya sərt şəraitdə böyüyə bilər. İstilik, quraqlıq və ya çirklənmədən təsirlənən ərazilərdə də inkişaf edir. Yarpaqlarda, qabıqda, köklərdə və toxumda olan allelopatik kimyəvi maddələr ətrafdakı bitkilərin böyüməsi və cücərməsinə mane törədə bilər.

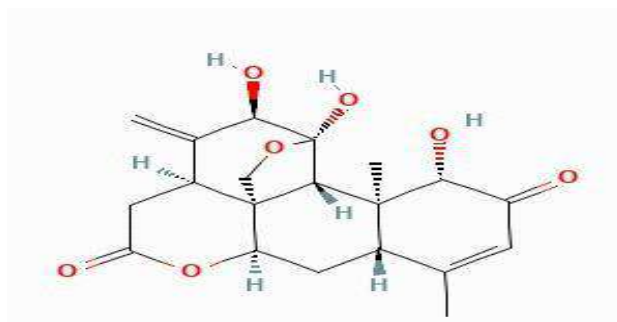


Şək. 5. Aylantın kök sistemi Şək. 6. Aylantın üst köklərdən pöhrəverməsi



Şək. 7. Aylantın köküstü kötükdən pöhrəverməsi

Aylantın allopatik xüsusiyyətləri. Aylantın vacib amillərindən biridə ətrafdakı bitki örtüyünə mənfi təsir göstərən birləşmələrin sərbəst buraxılmasıdır. Bu allelopatik təsirlər Aylan üzərində eksperimental tədqiqatların əksəriyyətinin mövzusu olmuşdur. Aylantın buraxdığı allelopatik zəhərli maddələrin içərisində ən güclüsü Ailonthon sayılır. Ailonthon olduğu ərazidə digər bitkilər gec inkişaf edir. Torpağa kök vasitəsilə buraxılan Ailonthon orada olan mineral maddələri dəyişdirir. Nəticədə həmin maddələrdən ancaq Aylant yaxşı istifadə edir. Aylant ətrafındakı ağaclar isə torpaqdan maddələri zəif şəkildə özünə çəkir. Ailonthonun ən böyük vurduğu zərər xarici bitkilərin toxumlarına olur. Belə zəhərli şəraitdə toxumların yetişmə faizi çox aşağı olur.



Şək. 8. Aylantın kimyəvi quruluşu

Aylantın kökləri və yarpaqlarındakı fitotoksinlər, torpaq mikroblarının deqradasiyası ilə əlaqədar olaraq, isti torpaqda uzun müddət qalmır. Zəhərlilik yüksək yağıntı və orta temperaturda azalır və az yağıntı və yüksək temperaturda artır (Heisey 1997, Lawrence et al. 1991). Tədqiqatlar göstərir ki, Aylantın ən zəhərli yeri onun gövdəsinin qabığındadır. Fərziyyələr irəli sürülür ki, məhz buna görə göbələk xəstəliklərinin çoxu Aylantın üzərində işləyə bilmir.

Aylantın təsərrüfat əhəmiyyəti

Azərbaycanda Aylantın istifadə təcrübəsi. Aylantın istifadə metodları çoxdur. Aylantın tez yayıldığı və böyüdüyü üçün onun yarpaqlarından ipək qurdunun yemi kimi və arı balı almaq üçün istifadə edilir. Bal tez hazırlanır amma ilkin mərhələsində dadı turş olur. Bal bir müddət saxlandıqdan sonra şirinləşir. Aylantın yarpaqları ilə qidalanan ipək qurdunun hazırladığı ipəyin keyfiyyəti yüksək olmur. Amma, Aylant kimi invaziv bitki yeyildiği üçün ipək istehsalında istifadəsi məqsədəuyğun sayılır. Beləki Aylantın yarpaqlanması çox olur və onun plantasiyalarda yetişdirilməsi maddi cəhətdən az xərc tələb edir.

Hindistanda Aylant odunluq materialı kimi, həm də mişarlanmış materiallar formasında istifadə edilir. Aylant həm də çətin şəraitlərdə - şoran və quraq ərazilərdə salınan plantasiya meşələrində geniş istifadə edilir. Aylant yaşadığı areala adaptasiya qabiliyyəti güclüdür. O demək olarki bütün çətin şəraitlərdə böyüyüb inkişaf edə bilər. Suya tələbi az olduğundan insan nəzarəti, əməyi bu bitkinin becərilməsində demək olar ki ehtiyac olmur.



Şək. 9. Aylantın qabıqüstü emali



Şək.10. Aylantın qabıqaltı emali

Aylantın yayılmasına qarşı görülən tədbirlər. Aylanta nəzarət səyləri ilk növbədə yeni ərazilərdə qurulmasının qarşısını alınmağa yönəldilməlidir. Sonra cücərmə üçün mövcud olan toxumu azaldılmalıdır. Nəhayət, hündür ağaclar aradan qaldırılmalı və ya ən azı nəzarət edilməlidir. Kök sistemini gərginləşdirən və toxum istehsalının azalmasına səbəb olan müalicələrə diqqət yetirməlidir. Məsələn, müalicə rejiminə kök ehtiyatları ən aşağı səviyyədə olan yayın əvvəlində başlamaq və kök ehtiyatlarını aşağı saxlamaq üçün lazım olduqda təkrarlamaq olar. Aylant nisbətən kölgəyə dözümsüz olduğundan, nəzarət səylərindən sonra arzu olunan rəqabətli ağac və kolların yaradılması təşviq edilməlidir. Aylanta tam nəzarət, 1 ildən 5 ilədək davamlı planlaşdırma və inteqrasiya olunmuş idarəetmə tələb edəcək.

Böyük diş ağaclar bu bitkinin toxumu yayılmasını azaltmağa kömək etmək üçün hədəflənməlidir. Gənc fidanlar torpaq nəm olduğda əl ilə çəkilə bilər. Kök parçaları yenidən böyüyə biləcəyi üçün bütün bitkinin çıxarılmasına diqqət yetirilməlidir. Aylant kolları üçün 4% qlifosatın və 0,5% qeyri-ionik səthi aktiv maddənin bir həllini tətbiq edin. Ən uğurlu kimyəvi nəzarət 1,0 oz metsulfuron/3789 l su və 0,5% qeyri-ionik səthli aktiv maddədən ibarət məhlulu ilə əldə edilir. Bu həll təxminən 0,4 ha ərazini aylantdan təmizləyəcək. Bitki qida maddələrini köklərə köçürərkən yay və erkən payız arasında herbisid tətbiq etmək məsləhətlidir. Gövdəni deşib sonra deşilən hissəyə Kimyəvi maddənin buraxılması effektiv işləyən metodlardan biri sayılır (Şəkil 10)

Aylant ilə mübarizədə Hack-and-squirt metodu geniş yayılıb. Bu proses əsasən yayda aparılır (Şəkil 11). Ağacın gövdəsinin mümkün qədər yerə yaxın, aşağı bucaqlı kəsiklər edilir. Dərhal 50 faiz triklopirin məhlulunu kəsiklərə tökülür ki, kəsiklərin dibi örtülü olsun, lakin maye tükənməsin. Kəsikləri elə yerləşdirilir ki, onlar arasında təxminən 2-5 sm kəsilməmiş canlı toxuma olsun.



Şək. 11. Hack and squirt metodu

Nəticə

Aparılan tədqiqatların əsasında aşağıdakıları qeyd etmək olar:

- Vətəni Çin olsada bu bitki qərbdə geniş yayılıb. Aylant qərbdə invaziv bitki kimi tanınır. Hündürlüyü 25m-dən çox, yaşı 50-100 arası olur. Aylant demək olar ki bütün şəraitlərə uyğunlaşır və torpağın mümbit olmasına az tələbkardır. Əsasən şəhər yerlərində ona tez-tez rast gəlmək olur.

- Azərbaycanda Aylant Abşerondan Naxçıvana kimi yayılmışdır. Dağlıq ərazilərində rast gəlinsədə əsasən iri şəhərlərdə daha geniş yayılıb. Aylantın boyu Azərbaycanda 12-15 m qədər çatır.

- Aylant invazi bitki olduğundan ona qarşı müxtəlif mübarizə tədbirləri aparmaq lazımdır. Cavan nüsxələri torpaqdan tam çıxarılmalıdır. Aylantın kök pöhrələri vasitəsilə böyümə qabiliyyəti güclü olduğundan kök torpaqdan tamamilə ayrılmalıdır.

- Aylantın uyğunlaşma qabiliyyəti güclü, torpağa tələbkərligi isə az olduğundan ondan plantasiyalar salmaqda daha məqsədəuyğun hesab edilir. Aylantın tez böyüməsi oduncaq kimi istifadəsini təmin edir. Aylantdan həmçinin də balçılıq və ipəkçilikdə də istifadə etmək mümkündür.

Ədəbiyyat

1. Tofiq Məmmədov, Elman İsgəndər, Tariyel Talıbov. Azərbaycanın nadir ağac və kol bitkiləri", Bakı: "Elm", 2014, 380 səh
2. Eldar Şükürov. İsmayilli rayonu meşə bitkilərinin bələdçi kitabı, Bakı 2016
3. Bourdeau, P.F. & Laverick, M.L. (1958) Tolerance and photosynthetic adaptability to light intensity in white pine, red pine, hemlock and Ailanthus seedlings. Forest Science, 4, 196-207.
4. Brizicky, G.K. (1962) The genera of Simaroubaceae and Burseraceae in the southeastern United States. Journal of the Arnold Arboretum, XLIII, 173-186.
5. Burch, P.L. and S.M. Zedaker. 2003. Removing the Invasive Tree Ailanthus altissima and Restoring Natural Cover. Journal of Arboriculture 29(1):18-24. Available at <http://www.treelink.org/joa/2003/jan/03Burch.pdf> (accessed May 2010).
6. Davison, J.C., E. Smith, and L.M. Wilson. 2007. Livestock Grazing Guidelines for Controlling Noxious Weeds in the Western United States. A Western Region Sustainable Agriculture, Research and Education Project. Publication EB-06-05. Available at http://www.cnr.uidaho.edu/rx-grazing/Livestock_Graizng_Guidelines%28Davison_et_al.%202007%29.pdf (accessed May 2010).
7. Dalby, R. (2000) Minor bee plants in a major key: tamarisk, Ailanthus and teasel. American Bee Journal , 140, 60-61.

8. Davies, P.A. (1943) Floral glands in *Ailanthus altissima*. Transactions of the Kentucky Academy of Science, 11, 12-16.
9. Davies, P.A. (1942) The history, distribution, and value of *Ailanthus* in North America. Transactions of the Kentucky Academy of Science, 9, 12-14.
10. Davies, P.A. (1943-1944) Leaf glands in *Ailanthus altissima*. Transactions of the Kentucky Academy of Science, 12, 31-33.
11. Davies, P.A. (1943-1944) The root system of *Ailanthus altissima*. Transactions of the Kentucky Academy of Science, 11, 33-35.
12. DiTomaso, J. and G. Kyser. 2001. Trial of Several Herbicides and Application Techniques for Control of *Ailanthus altissima*, Upper Putah Creek, Yolo County. In M. Kelly, (ed.). Proceedings of the California Exotic Pest Plant Council Symposium. Vol. 6: 2000-2002. pp. 125. Available at <http://www.cal-ipc.org/symposia/archive/pdf/18602.pdf> (accessed May 2010).
13. Feret, P.P., Bryant, R.L. & Ramsey, J.A. (1974) Genetic variation among American seed sources of *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Scientia Horticulturae*, 2, 405-411.
14. Grime, J.P. (1965) Shade tolerance in flowering plants. *Nature*, 208, 161-163.
15. Heiligmann, R.B. 2006. Controlling Undesirable Trees, Shrubs and Vines in Your Woodland. Available at http://www.wildlifemanagement.info/files/forestry_mgt_17.pdf (accessed May 2010). Howard, J.L. 2004. *Ailanthus altissima*. In Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). Available at <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/ailalt/all.html> (accessed in May 2010).
16. Hunter, J. 2000. Tree-of-heaven (*Ailanthus altissima*). In Bossard, C.C., J.M. Randall, M.C. Hoshovsky (eds.) *Invasive Plants of California's Wildlands*. University of California Press. Available at <http://www.cal-ipc.org/ip/management/ipcw/online.php> (accessed May 2010).
17. Kelly, M. 2001. Results of Basal Bark Application of Garlon4 on *Ailanthus altissima* (Tree-of-Heaven). In M. Kelly (ed.) Proceedings of the California Exotic Pest Plant Council Symposium. Vol. 6:2000-2002. pp. 105. Available at <http://www.cal-ipc.org/symposia/archive/pdf/18602.pdf> (accessed May 2010).
18. Knapp, L.B. & Canham, C.D. Invasion of an old growth forest in New York by *Ailanthus altissima*: sapling growth and recruitment in canopy gaps. *Journal of the Torrey Botanical Society* 127[4], 307-315. 2000.
19. Miller, J.H. 2003. Nonnative invasive plants of southern forests: a field guide for identification and control. Gen. Tech. Rep. SRS-62. USDA Forest Service, Southern Research Station. Asheville, NC. 93 pp.
20. Miller, J.H., S.T. Manning, and S.F. Enloe. 2010. A Management Guide for Invasive Plants in Southern Forests. General Technical Report SRS-131. USDA Forest Service, Southern Research Station. Asheville, NC. 120 pp.
21. Melville, R. (1944) *Ailanthus*, source of a peculiar London honey. *Nature*, 154, 640-641.
22. Mergen, F. (1959) A toxic principle in the leaves of *Ailanthus*. *Botanical Gazette*, 32-36.
23. Miller, J.H. (1990) *Ailanthus altissima*. *Silvics of North America Vol. 2: Hardwoods* (ed. by R.M. Burns and B.H. Honkala), pp. 101-105. USDA.
24. Northam, E. and W. Meyer et al. 2009. Non-Native Invasive Plants of Arizona. Produced by Conservation Districts and RC & D Areas of Arizona and the University of Arizona Cooperative Extension. AZ1482. pp. 8-9. Available at <http://cals.arizona.edu/pubs/natresources/az1482.pdf> (accessed May 2010).

25. Pannill, P.D. and J.M. Swearingen. 2009. Least Wanted: Tree-of-Heaven Fact Sheet. Plant Conservation Alliance. Available at <http://www.nps.gov/plants/alien/fact/aial1.htm> (accessed May 2010).

26. Salom, S. M. and L.T. Kok et al. 2009. Ailanthus, Treeof-Heaven Update: A Northeast Regional Biological Control Project. In K.A. McManus and K.W. Gottschalk (eds.) Proceedings. 20th U.S. Department of Agriculture interagency research forum on invasive species 2009; Gen. Tech. Rep. NRS-P-51. Pp. 52–53. Available at (<http://www.nrs.fs.fed.us/pubs/gtr/gtr-nrsp-51papers/30salom-p-51.pdf>) (accessed May 2010).

Zərbəliyev Mansur Sabir oğlu

0000-0002-4699-1335

zarbaliyev.m@mail.ru

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin
Meliorasiya və Su Təsərrüfatı Tikintisi kafedrasının dosenti. t.e.n.

Ağayeva Aypara Teymur qızı

0009-0002-8011-3349

ayparaagayeva@gmail.com

Balıqburaxan hidrotexniki qurğuların effektivliyinin tədqiq olunması

Xülasə

Hidrodüyünlərdə balıqlar miqrasiya edən zaman müxtəlif hidrotexniki qurğuların təsirindən zədələnir və ya tələf olurlar. Balıqzoruyan qurğuların tikintisi zamanı ilk öncə zədələnməyə məruz qalan və ölənlərin sayını müəyyən etmək lazımdır. Həmçinin bu qurğuların hər bir balıq növünə, sayına uyğun effektivliyinin yoxlanılması çox vacibdir. Məqalədə balıqların zədələnmə və ölüm hallarının baş vermə prosesi və onun səbəbləri araşdırılmış, həmçinin qurğuların effektivliyinin təyin edilməsi üsulları tədqiq edilmişdir.

Açar sözlər: hidrodüyün, hidrotexniki qurğu, zədələnmə dərəcəsi, ölüm dərəcəsi, balıqzoruyan qurğunun effektivliyi

Summary

During the migration of fish in hydronodes, they are damaged or killed by the effects of various hydrotechnical devices. During the construction of fish protection facilities, it is first necessary to determine the number of fish that are damaged and die. It is also very important to check the effectiveness of these devices according to each type and number of fish. The article examines the process of fish damage and death and its causes, as well as the methods of determining the effectiveness of devices.

Key words: hydronode, hydrotechnical device, damage rate, mortality rate, efficiency of fish protection device

Suçəbuledici strukturların və su elektrik stansiyalarının axında olan balıqlara təsirinin az və ya çox dərəcədə olması su axınının hidrologiyası, konstruksiyanın növü və onun dizaynı, tutumu, eləcə də qurğunun iş rejimi kimi müxtəlif amillərdən asılıdır. Balıqların qurğuda hərəkətlərini qiymətləndirmək üçün balıq mühafizəsi obyektinə və ya aşağı axın balıq keçidlərini tədqiq etmək lazımdır. “Su obyektində miqrasiya potensialı”, “ölüm və qurğuların vurduğu ziyanı” fərqləndirmək vacibdir. Bvəziyyətdən asılı olaraq ekspertizanın keçirilməsi mümkündür. Balıqların ölümünü və balıq mühafizə vasitələrinin funksiyasını qiymətləndirmək üçün aşağıda göstərilənlər həyata keçirilməlidir:

• Turbinlərin və digər struktur hissələrinin vurduğu zərərin və balıqların ölüm [%] nisbətinin kəmiyyətə müəyyən edilməsi;

• Zədələnmiş və ya ölmüş balıqların növlərə [nümunələrə] və ya çəkisinə [kq] görə qeyd edilməsi, balıqçılıq sənayesinə vurulan zərərin müəyyən edilməsi;

- Üstünlük verilən miqrasiya yollarının müəyyən edilməsi;
- Aşağı axın balıq yollarının cəlbədiliyi və mövcud miqrasiya dəhlizlərindən təhlükəsiz keçidi baxımından effektivliyinin yoxlanılması;
- Köçəri balıqların tikintinin təhlükəli sahələrindən uzaqda saxlanma dərəcəsinə görə balıq mühafizə vasitələrinin səmərəliliyinin yoxlanılması;
- Balıq üçün əlverişli konstruksiyaların səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi və zərərli həcmi azaltmaq üçün dəyişdirilmiş iş rejimlərinin müəyyən edilməsi;
- Aşağı axına miqrasiya edən balıqları qorumaq və onların təhlükəsiz şəkildə miqrasiya etməsi təmin etmək üçün kompleks tədbirlərin səmərəliliyinin müəyyən edilməsi;
- Su obyektini daxilində miqrasiyaları proqnozlaşdıran erkən xəbərdarlıq sistemlərinin etibarlılığının müəyyən edilməsi.

Hər şeydən əvvəl, bu aspektlər müəyyən bir yer üçün dəqiqləşdirilməlidir ki, bu zaman balıqların miqrasiyası və mühafizəsi nəzərə alınmalıdır [5]. Bu cür dəqiqləşdirmələr ixtisaslı və ixtiobioloji cəhətdən təcrübəli kadrlar tərəfindən aparılmalı və qiymətləndirilməlidir. Onlar uyğun balıqçılıq üsulları seçməsinə görə də məsuliyyət daşıyacaqlar, bunlardan ən çox yayılmışları aşağıda təsvir ediləcəkdir. Laboratoriya müayinələri vasitəsilə qurğuların tikilidiyi yerdə balıqların əsas davranış nümunələri haqqında biliklər əldə etmək mümkündür. Baxmayaraq ki, bu cür davranış müşahidələri, məsələn açıq havada olan kanalı modelindəki aparılan tədqiqatların nəticələri operativ balıq mühafizə vasitələrinin və aşağı axın balıq keçidlərinin inkişafı üçün əsas kimi istifadə olunur, bu isə qurğuların effektivliyinin ilkin qiymətləndirilməsinə imkan verir.

Balıqlar onurğalı heyvanlar növlərinə aid olduğuna görə heyvanların mühafizəsi aktı (Almaniya: BTierschG, 1986) qanunvericiliyinə tabedirlər. Bu o deməkdir ki, həm də laboratoriyaya sınaqları çərçivəsində müayinələr zamanı onlar ağrıya, əzablara və ya zədələrə məruz qalmamalıdır. Üstəlik onların saxlanma şəraiti həmişə nəzərə alınmalıdır. Bu isə həm də fərdin motivasiyası sınaq nəticələrinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Buna görə də laboratoriyaya müayinələrinin ixtiobiologiya sahəsində təcrübəsi olan və peşəkar ixtisaslı kadrlarla həyata keçirilməlidir. Balıqlar üzərində davranış müşahidələri diqqətli şəkildə ölçülü, hidravlik model kanallarda aparılır. Yan divarlar qismən və ya tamamilə şüşədən hazırlanmışdır ki, heyvanlar birbaşa müşahidə edilir. Demək olar ki, real axın şərtlərini simulyasiya etmək də mümkündür. Balıqların davranış hissi müşahidələr əsasında onların qoruyucu, istiqamətləndirici və aşağı axın konstruksiyaları ilə qarşı-qarşıya gəlməli və balıqların bu cür qurğulara göstərdiyi reaksiya və onların performansının nə dərəcədə etibarlılığını öyrənmək mümkün olur. Bu metod vasitəsi ilə növlərə xas üzüm hərəkətləri haqqında, axında aşağı miqrasiya edən balıqların istiqaməti, eləcə də onların müdaxilə mənbələrinə, ekran konstruksiyalarına və bypass sistemlərinə göstərdiyi reaksiya haqqında geniş məlumat əldə etmək son vaxtlar mümkün olmuşdur [1]. Laboratoriya müayinələri artıq balıqların aşağı axın miqrasiya mexanizmlərinin daha yaxşı öyrənilməsinə kömək etmişdir. Lakin bir modelin süni şərtlər altında kanalda müşahidə edilən balıqların davranış nümunələri əsasında açıq hava şəraitinə keçirilməsi üçün kifayət deyildir. Məsələn, fiziki model şərtlərini tətbiq etməklə bioloji faktların düzgün miqyasını araşdırmaq mümkün deyil. Ona görə də modelin məhdud su hövzəsində çay sistemlərində müvafiq miqrasiya istiqamətinə axan kanalda əsas götürülən üzüm dərinliklərindən nəticə çıxarmaq da düzgün olmazdı. Həmçinin, məkan tənzimləmələri, qəbul şərtləri və s. əvvəlcədən yoxlanılmadan real ərazinin şərtlərinə uyğunlaşdırıla bilməz. Əldə edilən davranış müşahidələrindən alınan nəticələr həmişə növə xas kontekstdə və balıqların yaşı və inkişaf mərhələsindən asılılığı nəzərə alınmaqla şərh edilməlidir. Model kanallarda davranış müşahidələrinin nəticə etibarilə fərqli olması ilk növbədə açıq hava şəraitində lazım olan ümumi reaksiya nümunələrini anlamaq üçün uyğundur [2].

Ölüm və zədələnmə dərəcəsinin müəyyən edilməsi. Çöl tədqiqatlarının tətbiqi hidravliki qurğularda balıqların ölüm və zədələnmə dərəcəsinin müəyyən edilməsini tələb edir. Balıqların sayı və çəkisi və növəməxsus xüsusiyyətləri də qeyd olunur. Əlavə olaraq aşağıdakılara görə fərqli olacaqdır:

- ölmüş və ölümcül zədələnmiş balıqlar
- ölümcül yaralanmış balıq
- zədələnməmiş balıq

Müşahidə aparılan yerdə zərərin dəqiq müəyyən edilməsini asanlaşdırmaq üçün tutulan bütün balıqları anbarda diri saxlamaq lazımdır. Balıqların ortalama olaraq hovuzda saxlama periodu 24-96 saati əhatə edir. Ümumən balıqların hovuzda saxlanması zamanı müəyyən olunmuş zədələnmə hallarının qarşısını almaq üçün onlar hidravliki qurğularla əlaqədə olmamalıdır.

Ölmüş balıqların miqdarı (M) ilə işarə olunur. Ölüm dərəcəsi ölmüş balıqların sayının (t) ümumi qeydə alınmış balıqların miqdarına (n) olan nisbətinin faizlə miqdarı ilə hesablanır.

$$M = \frac{t}{n} \cdot 100$$

M-ölüm dərəcəsi;

t-balıqların ümumi sayı

n-qeydə alınmış balıqların sayı

Zədələnmə dərəcəsi (S) əlavə olaraq yaşayan, amma zədələnmiş balıqların miqdarını müəyyən edir.

$$S = \frac{V}{n} \cdot 100$$

S- zədələnmə dərəcəsi;

V-zədələnmiş balıqların sayı

Bu formullar yalnız bir miqrasiya dəhlizi olan halda ölüm və zədələnmə dərəcəsini tam qiymətini müəyyən etmək üçündür. Əgər ərazidə bir neçə miqrasiya dəhlizi olarsa, onda M və N bütün aşağı axın miqrasiyası üçün yuxarıda qeyd olunan düsturlara əsasən hesablanır. Ümumi ərazidə ümumi zədələnmə dərəcəsi aşağıdakı kimi hesablanır.

$$S_x = \frac{\sum(t_1 + v_1)}{\sum n_1} 100$$

Ölüm və zədələnmə dərəcəsi sabit deyil, qurğuya xas parametrdir. Bundan əlavə qurğunun faktiki istismar vəziyyətindən, həmçinin müşahidə altında olan balıq növlərindən və onların ölçülərindən asılıdır. Ümumi ölüm və zədələnmə dərəcəsinin həqiqi orta qiyməti yalnız əgər qurğu sınaqlar zamanı işlək vəziyyətində olarsa qiymətləndirilə bilər [5].

Balıq itkisinin qiymətləndirilməsi. Balıq itkisini ekoloji qiymətləndirilməsi üçün, xüsusi olaraq diadrom növlərin, hansı ki əlavə olaraq balıqçılıq sənayesinə kompensasiya ödəmələri üçün lazımdır, hidravliki qurğular vasitəsilə zədələnmiş və ölmüş balıqların çəkisinin və sayının tam miqdarının müəyyən edilməsi vacibdir. Bu həmçinin xüsusi balıq növləri üçün də edilməlidir.

Tədqiqata əsasən demək olar ki, ümumi zədələnmə dərəcəsini yalnız bir neçə sınaq günü ərzində qiymətləndirilmiş zədələnmə miqdarına uyğun olaraq müəyyən etmək qeyri mümkündür. Çünki il ərzində balıqlar çox vaxt nizamsız şəkildə hərəkət edirlər. Dəqiq məlumatlar yalnız naturada aparılan sınaqlar zamanı əldə edilə bilər. Qiymətləndirmənin nəticəsinin effektivliyi sınaqların aparılma müddəti nə qədər uzun olarsa, bir o qədər dəqiq olar. Diadromlu növlərin miqrasiyası il ərzində uyğun olaraq bir neçə gün və ya gecə ərzində cəmləşir, salmon və dəniz alabalığı kimi salmonidlər üçün meteoroloji və hidroloji parametrlər vasitəsilə daha yaxşı proqnozlaşdırıla bilər. Əgər yoxlamalar aşağı axının gözlənilə biləcəyi günlərdə aparılacaqsa, bu növlər üçün zərərin dərəcəsinin ən etibarlı kəmiyyəti müəyyən edilə bilər.

Cədvəl 1.

Aylar üzrə balıqların miqrasiya cədvəli

Növ lər	Aylar													
											0	1	2	1
Sal monidlər,														
Sal monidlər														
Cyc lostomes														
Gü müşü ilanbalığı														
Yet kin kiprinidlər														
Bul head														

Balıqqoruyan qurğuların effektivliyi. Balıq mühafizə qurğularının məqsədi balıqların təhlükəli sahələrə daxil olmasının qarşısını almaqdır. Bu cür qurğuların effektivliyi onların həqiqətən balıqların keçməsinə nə dərəcədə mane olması ilə qiymətləndirilir. Bu məqsədlə su elektrik stansiyası və ya suqəbuledici struktur 8 və ya 24 saat fasilələrlə, balıq mühafizəsi qurğusu ilə və qurğusuz işləyir. Eyni zamanda, mühafizə qurğusundan keçmiş balıqların sayı, növü və ölçüsünə görə xüsusi qiymətləndirilir [4].

$$E_{mühafizə} = 1 - \frac{n_m}{n_0} \cdot 100$$

n_m - balıq mühafizə qurğusunun olmasına baxmayaraq hidrotexniki qurğulardan dan keçən balıqların sayı;

n_0 - mühafizə qurğusu olmadan hidrotexniki qurğulardan keçən balıqların sayı.

Aşağı axın balıq keçid qurğularının effektivliyi konkret miqrasiya dəhlizindən istifadə edən balıqların miqdarına görə qiymətləndirilir. Buna görə də müvafiq yerin bütün miqrasiya dəhlizlərində balıqların ümumi sayının kəmiyyət göstəriciləri və aşağı axın balıq yolundan keçmiş balıqların miqdarının müəyyən edilməsi düzgün qiymətləndirmə üçün ilkin şərtidir. Effektivlik (E_{ab}) dolayısı yolla keçən balıqların sayının (p) aşağı axına (n) köçən balıqların ümumi sayına faizlə olan nisbətidir, aşağıdakı düstur əsasında hesablanır:

$$E_{ab} = \frac{p}{n} \cdot 100$$

Aşağıya doğru axında balıq keçidlərinin effektivliyi miqrasiya edən müxtəlif balıq növlərinə görə tamamilə fərqli ola bilər və ümumiyyətlə hər bir balıq növünə görə qiymətləndirilməlidir. Bundan əlavə, balıq mühafizəsi qurğularının effektivliyi həmişə spesifikliyə və istismar vəziyyətinə görə müvafiq şəkildə sənədləşdirilməlidir. Yaz fəslində qızılbalıq balalarının yən çox hissəsi iki ay ərzində 100% sürətlə aşağı axına miqrasiya edirlər. Buna görə konkret bir yerdə bütün aşağı axın miqrasiya dəhlizlərində qızılbalıq və dəniz alabalığının əgər kifayət qədər nümunəsi qeyd olunubsa və yuxarı byefə buraxılıbsa geniş yoxlamalar aparıla bilər. Yalnız aşağı axına doğru miqrasiya zamanı qurğuda balıqların keçidinə nəzarət ediləcəkdir Yırtıcılıq səbəbindən itkilər ümumi olaraq nəzərə alın bilər. Bu vəziyyətdə effektivlik də yuxarıda qeyd olunan düstur əsasında hesablanmalıdır, burada (n) bütün qiymətləndirilmiş balıq növlərinin ümumi miqdarını ifadə edir. Aşağı axın istiqamətində yerləşmiş keçid qurğusunun effektivliyi üçün kifayət deyilsə, onda analiz üçün telemetrik müayinələr uyğundur. 1999-cu ildə məkan və zaman əsasında su elektrik stansiyalarının yuxarı byefində qızılbalıq balıqlarının davranış nümunələrini fərqləndirmək üçün həlledici olan hidravliki şərtlər müəyyənləşdirilmişdir. Bu hesablamalara əsasən balıqların dolay yolla keçidinin effektivliyi sübut edilmişdir. Baxmayaraq ki, zədələnmə dərəcəsinin və balıq mühafizə qurğularının effektivliyini qiymətləndirmək mümkündür lakin axın istiqamətində balıq keçidlərini dəqiq şəkildə yoxlamaq üçün ümumilikdə konkret qiymətlər olan ölçmələr kifayət qədər olmadığından, bu nəticələrə əsasən son qiymətləndirməyə mümkün deyildir. Effektiv yoxlamaların nəticələrindən əldə olunan hərəkətlərin məhdudluğu ərazilərin xüsusiyyətlərinə görə təsnifatlaşdırılmalıdır [3].

Ədəbiyyat siyahısı

1. Z.S. Musayev, M.S.Zərbəliyev Balıqburaxan və balıqqoruyan hidrotexniki qurğular, Bakı 20162.
2. F. Travade and M. Larinier Fish locks and fish lifts, article, 16 p.
3. Daniel Mameri, Rui Rivaes, João M. Oliveira, João Pádua, Maria T. Ferreira, and José M. Santos, Passability of Potamodromous Species through a Fish Lift at a Large Hydropower Plant (Touvedo, Portugal)
4. Fish Protection Technologies and Downstream Fishway, July 2005, 228 p.
5. Environment Agency Fish Pass Manual 2010

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ РИСА ПРИ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Каргаев К.Т. магистрант 2 курса

kanat_kargaev@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-6258-7543>

Отарбаев Б.С кандидат технических наук

Baurzhan.kzo@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-5937-6465>

*Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Республика
Казахстан*

РЕЗЮМЕ

Развитие деятельности биоклиматического обеспечения рисовых полей. Основная цель состоит в том, чтобы использовать биоклиматику и агрометеорологическую информацию, чтобы создать рисовые фермы для водных ресурсов и использования климата, использовать экономию воды с сокращением методов. Средняя урожайность в Кызылординской области составляет 65-70 центнеров с гектара. В настоящее время из-за агрономических технологий, трудолюбивым хозяйствам адаптироваться к водоснабжению погодных условий и обеспечить их выращивание

Ключевые слова: агроклиматология, урожайность, рис, изменение климата, рисоводство

SUMMARY

Development of bioclimatic support of rice fields. The main objective is to use bioclimatic and agrometeorological information to create rice farms for water resources and climate use, This information was provided from these official websites. Average yield in Kyzylorda region is 65-70 centners per hectare. According to him, this status is unfavourable and below the average temperatures of the primary period, in the range of which the climates are exceeded due to climate. Currently, due to agronomic technologies, hard-working households adapt to water supply and ensure their cultivation

Keywords: agroclimatology, yield, rice, climate change, rice production

Рисовая зона Республики Казахстан является основным районом развития Кызылординской области, являющейся одним из крупнейших государства в Среднем Азии мира. Основными биологическими особенностями являются агроклиматические факторы, которые могут быть представлены в регионе с использованием технологий водосбережения из-за изменения климата, а также воздействие вегетационного температура периода. Временное методологическое образование имеют временные изменения климата и погодных условий. не только для того, чтобы обеспечить развитие рисовых культур на душу населения. характерной чертой явки и района мирного ареала. Прогнозирование, урожайности риса. Разработка экономических рисков небогатых погодных условий по целевому использованию агрометеорологической информации. Воздействием прогнозирование агрометеорологической информации. Проблема биоклиматической преемственности отдельных регионов и территории производства различных сельских культур и методов. В связи с повышением климата на производство агропромышленного комплекса сектор приобретает большую актуальность на фоне глобальных изменений в его климат. Для решения этих задач используются различные модификации. Использование информации на основе метеорологической информации. В связи с этим было принято решение, что в этой области наблюдается температурный

рост, который может быть достигнут 350 Анисовых дней 10 Анисов за счет циркуляции в течение вегетационного периода. В этом случае будет обеспечена самая теплая территория

Методика работы и исходная информация: Рассмотрим по экологическому режиму оптимального развития, при этом экологически оптимальный режим должен быть обусловлен тем, что они не должны быть равны, не должны быть изучены оросительной системой от поступления на не менее временных загранпаспортов, то есть они должны быть заменены в рисовых полях временных химических решений. На сегодняшний день обеспечены высокие показатели в реальном времени. Для того, чтобы обеспечить своевременное химическое развитие с оросительной водой, ориентировочная норма должна быть достигнута в максимальной степени минимальной, для того чтобы малыми химическими веществами были установлены химические средства на вульгарные. Очень важно также, чтобы негативное воздействие системы орошения риса на прилегающие земли и окружающие ландшафты в целом также было минимальным. Это требование вполне удачно сочетается с условием минимальной поливной нормы. Наконец, необходимо обеспечить экономически жизнеспособный урожай риса. [3]

Таблица 1- Объем первоначального насыщения грунтов [4]

Массив орошения	Глубина грунтовых вод, м	Расчетная глубина грунтовых вод, м	Объемная масса грунтов, т/м ³
Тогускенский	3,7-4,4	4,05	1,35-1,42
Кызылординский	3,2-3,9	3,50	1,38-1,48
Казалинский	2,5-3,5	3,00	1,42-1,53

Полученные нами в ходе полевых исследований результаты и предыдущие мелиоративные изыскания учёных позволяют применить к установленным параметрам экологический режим орошения риса для условий Тогускенского, Кызылординского и Казалинского орошаемых массивов Кызылординской области. По исследованиям В.М.Боровского, М.А.Погребинского, А.М.Нургизаринова, Ш.Бегишева на Тогускенском массиве распространены лугово-болотные равнины на рисовых средних и такыровидных ландшафтах на неорошаемых землях. Осредненное значение коэффициента фильтрации составляет 0,60-0,66 м/сут. Для Кызылординского массива орошения характерны лугово-болотные, аллювиально-луговые, болотные земли. Тип засоления почв исключительно хлоридно-сульфатный. Коэффициент фильтрации градиента в пределах 0,35-0,42 м/сут. На Казалинском массиве орошения распространены в основном средне и сильнозасоленные лугово-болотные почвы тяжелосуглинистого механического состава. Здесь коэффициент фильтрации грунтов составляет 0,18-0,24 м/сут. по данным Кызылординской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции в 2005-2011гг. Минерализация воды в Сырдарье составила в створе Тогускенского массива 1,3, около Кызылорды – 1,45, в створе Казалинского гидроузла – 1,60 г/л. По данным исследования суммарное водопотребление риса установлено в пределах 8,3-9,0 тыс.м³/га. При рассмотрении массивов орошения этот показатель меняется в зависимости от различных отличий и климатических условий. В связи с этим соблюдается величина суммарного водопотребления риса в наших расчетах по общепринятым нормам 8950 м³/га для Тогускенского, 8500 м³/га для Кызылординского и 8350 м³/га для Казалинского массивов орошения.

Объем первоначального затопления рисового чека Определяется по формуле:

$$W = 100 \gamma H (\beta_{\max} - \beta_0), (1) \text{ где:}$$

γ – объемная масса грунтов;

H - глубина залегания уровня грунтовых вод в момент первоначального затопления;

β_{\max} - полная влагоемкость грунтов;

β_0 - влажность грунтов в моменте посева риса [2]

Считаем важные объекты экологического режима регулирования риса удержания нулевого баланса в севообороте. Иначе говоря, вынос солей под рисом должен лишь компенсировать поступление солей за счет поливов и то незначительное засоление, которое обычно происходит на полях с сопутствующими культурами с небольшим запасом, сводя на нуль некоторую реставрацию засоления, которая, возможно, на полях вневегетического осенне-весеннего периода. В зоне Тогускенского массива минерализация воды в Сырдарье равна 1,3 г/л. Учитывая сравнительно легкие почвенно-мелиоративные состояния данного массива, считаем целесообразным обеспечение рассоления 50см слоя почвы не более чем на 0,20%. Обычно ротация рисового севооборота длится 7-8 лет. В этом случае на поле севооборота рис возделывается 3 года, остальные 5 лет поле занято сопутствующими культурами. По нашим ранним исследованиям за вегетационный период накопление солей под сопутствующими культурами составляет 0,051-0,064 %. Таким образом, за три года стояния риса уменьшение содержания солей составит 0,60 %, увеличение – 0,32 %. 0,28 %-ный избыток рассоления будет работать на аппарате для реставрации засоления почвы на полях, которым будет место во вневегетационный период. При 0,20%-ном растворении с гектара будет вынесено 13,8 т солей. Поступление солей с оросительной водой на гектар поля 29,9 т. Следовательно, необходимо обеспечить вынос 43,7 т солей. С учетом рассчитанного выше коэффициента вымыва солей (151,5 м³/т) для этого потребуется 6650 м³/га фильтра. При этом доля привноса солей с оросительной водой составляет почти 70 %. Это указывает на то, что решение проблем экологического улучшения оросительных систем Кызылординской области во многом связано с необходимостью кардинального химического загрязнения Сырдарьи. В пределах Кызылординского массива минерализация воды в Сырдарье составляет 1,45 г/л. При оросительной норме 23 тыс.м³/га поступление солей на гектар поля равно 33,3 т. В связи с наблюдением за почвенно-елиоративной уклоном в сторону с Тогускенским массивом, считаем целесообразным здесь увеличение выноса солей с 50 см слоя земли до 0,25 %. В абсолютном выражении это 17,8 т. Итак, общий вымыв солей, составляет 51,1 т. Для вымыва этого объема солей потребуется 7720 м³ фильтрионных вод. На Казалинском массиве минерализация воды в Сырдарье выросла до 1,6 г/л. Здесь с оросительной водой на поля поступает 36,8 т/га солей. Этот массив отличается тяжелыми почвенно-мелиоративными и гидрогеологическими условиями. Поэтому в расчетах размеров вымыва солей в 50 см области покрытия принимается равной 0,30 [5].

Выводы: Среднее за 2 года исследования объем фильтрионных потерь рисового чека составляет на Тогускенском массиве 8550 м³/га, в условиях Кызылординского массива 7330 м³/га. Значение фильтрионных расходов на Казалинском массиве сравнительно меньше и составляет 4895 м³/га. Мы при расчете экологической устойчивости оросительной нормы риса эти показатели, характеризующие современные гидрогеологические условия региона. Нами должны введение элементы перерасхода оросительной воды, связанный с неровностью поверхности чеков. На основании этого и с учетом того, что в условиях Тогускенского массива, вследствие значительного уклона рельефа в выступе с Казалинским массивом, значение перерасхода воды из-за неровности чеков выполнено максимальными для Тогускенского массива и значительными для Казалинского. Доля этой части оросительной нормы представлена, суммой фильтрации и сбросами воды увеличивается при приближении массивов к

Аральскому морю, что является нормой. Таким образом, размеры экологической устойчивости оросительной нормы риса соответствуют условиям орошения Токускенского массива 2710 мм, в пределах Кызылординского массива - 2590 мм, в условиях Казалинского массива орошения - 2550 мм. Вполне естественно, что эти показатели составляющих для отдельных участков орошения.

Список использованной литературы

1. Карминати А., Пассиура Дж.Б., Заребанадкуки М., Ахмед М.А., Райан П.Р., Уотт М., Делхейз Э. (2017) Корневые волоски обеспечивают высокую скорость транспирации в засыхающих почвах. *Новый Фитол* 216:771–781.
2. Жайлыбай К.Н. Күріш егіншілігі және экология. - Алматы, 2006. – 178 с.
3. Таутенов И.А., Нургалиев Н.Ш., Бекжанов С.Ж. Освоение засоленных земель рисовых систем путем возделывания солеустойчивых кормовых культур // *Harvard Journal of Fundamental and Applied Studies*. – 2015. – № 1 (7). – Р. 164–175
4. Кошкаров С.И. Поливная норма орошаемой культуры // *Водное хозяйство Казахстана*. – 2014. - №1 (57). - С. 47-49.
5. Жуматаева З.Б., Токтамысов А.М., Бакирулы К., Насимов М.О. и Елеуова Е.С. "Некоторые особенности агротехники выращивания риса в Приаралье Казахстана «//» *Online Journal of Биологические науки* " //- 2017. - Vol.17. - Ис. 2. - П. 104-109..
6. Зеленский Г.Л. Рисоводство Казахстана: состояние и перспективы / Г.Л. Зеленский // *Рисоводство*. – Краснодар, 2013. – Вып. 2 (23). – С. 51-57.
7. Региональная программа охраны окружающей среды Кызылординской области регион за 2009-2011 гг. Кызылорда, 76 (2009) 6. Л. В. Пушкарева, О. А. Галочкина, О. Л. Безгачева, *Эспасиос* 40(4), 22 (2019)
8. Программа развития территории Кызылординской области на 2016-2020 годы Кызылорда, 56 (2015)

УДК 696.94

ТЕПЛОЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ПОЛИТИКА В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Мамедов Нурмамед Яшар оглы^[0000-0002-0508-0439]

nurmammad.mammadov@azmiu.edu.az

Акбарова Самира Мисирхан кызы^[0000-0002-0916-7734]

samira.akbarova@azmiu.edu.az

Фейзиева Гюльнар Гасан кызы^[0000-0002-2665-9378]

gulnar.feyziyeva@azmiu.edu.az

Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет

Современное человечество живет в эпоху небывалого развития научно-технического прогресса, сопровождающегося активным воздействием на окружающую среду. И хотя в последние десятилетия принимаются крупные мероприятия по ее охране и оздоровлению, тем не менее, состояние окружающей среды продолжает ухудшаться.

Каково будет состояние окружающей среды в ближайшем и отдаленном будущем - однозначного ответа на этот вопрос нет. В результате сжигания органического топлива в атмосферу ежегодно поступает (даже с учетом очистки)

более 20 млрд. т. двуокиси углерода и более 700 млн. т других паро- и газообразных соединений и твердых частиц. Серьезной проблемой становится избыток серы в окружающей среде и загрязнение соединениями серы воздуха и поверхностных вод. В настоящее время техногенное поступление серы в 7 раз превышает таковое при естественных природных процессах; при сжигании низких сортов угля и мазута в атмосферу выделяется около 150 млн.т. сернистого газа в год [1].

Так как в настоящее время энергетические мощности в мире удваиваются каждые 12 лет и объем промышленной продукции - каждые 15 лет, то следует ожидать, что к 2020 г. индустриальная нагрузка на природную среду возрастет в 2,5 - 3 раза, даже при учете очистных мероприятий, которые пока недостаточно эффективны [2].

В районах земного шара с высокой плотностью населения и промышленного производства масштабы вырабатываемой человеком тепловой энергии стали соизмеримыми с энергией радиационного баланса и оказывают заметное влияние на изменение параметров климата. Увеличение поступления тепла в атмосферу может иметь не только местные, но и глобальные экологические последствия.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, окружающая среда, микроклимат, тепловая энергия.

Keywords: energy efficiency, energy saving, environment, microclimate, thermal energy.

В последние годы значительно увеличился объем строительства зданий различного назначения, что также существенно влияет на окружающую среду.

Здание представляет собой сложную архитектурно-конструктивную систему с многообразием составляющих ее элементов ограждающих конструкций и инженерного оборудования, в которых протекают различные по физической сущности процессы поглощения, превращения и переноса теплоты.

Технический прогресс приводит к появлению большого многообразия архитектурных, объемно - планировочных и конструктивных решений современных зданий с различными особенностями формирования теплового режима в помещениях, обусловленными их технологическим назначением и применяемыми системами регулирования микроклимата.

Задача обеспечения в помещениях здания оптимального теплового режима представляет собой организацию в нем взаимодействующих и взаимосвязанных тепловых потоков. Принципиальной особенностью этого режима является то обстоятельство, что здание как единая энергетическая система представляет не простое суммирование этих потоков, а особое соединение, придающее всему микроклимату в целом новые качества [3].

Необходимо отметить, что систему обеспечения микроклимата можно принимать как органическое неразрывное единство наружных климатических параметров, наружных ограждающих конструкций и людей, функционирующих в рамках единства и условий управления микроклиматом. Вследствие этого при изменении одного из параметров системы меняются и параметры других элементов. Например, изменение температуры наружного воздуха или скорости ветра существенно влияет на всю систему климатизации [4].

Следует отметить, что среди созданных в последние годы методик анализа режимов потребления тепловой энергии наиболее полно исследована методика их расчета и оптимизации при стационарных режимах работы. Однако, как показали исследования, из-за значительных суточных колебаний климатических параметров окружающей среды потребление тепловой энергии происходит в неустановившемся режиме, так как неравномерность потребления тепловой энергии обуславливается большим числом факторов. До настоящего времени нет точных аналитических формул,

которые позволили бы рассчитать ее с учетом всех факторов, влияющих на нее. Поэтому проблема разработки модели нестационарных режимов потребления тепловой энергии до настоящего времени остается нерешенной.

В настоящее время в соответствии с природой процесса формирования теплового режима помещения или здания применяются вероятностные и детерминированные математические модели, описывающие этот процесс [5]. Вероятностные математические модели обычно описывают стохастические процессы, которые отражают законы распределения дискретных и непрерывных переменных, а также распределение статистик. Детерминированные модели обычно описывают процесс без применения статистических вероятностных распределений. Но из этого не обязательно следует, что лежащие в их основе явления не имеют статистической природы. Это говорит о том, что в этом случае оперируют со средними значениями, а не с распределениями величин.

Цель проектирования и строительства энергоэффективных зданий состоит в более эффективном использовании тепловой энергии, затрачиваемой на теплоснабжение здания, путем применения инновационных решений, которые осуществимы технически, обоснованы экономически, а также приемлемы с экологической и социальной точек зрения и не изменяют привычного образа жизни. Приоритетность при выборе энергосберегающих технологий имеют технические решения, одновременно способствующие улучшению микроклимата помещений и защите окружающей среды [6].

Методология проектирования энергоэффективных зданий должна основываться на системном анализе здания как единой энергетической системы. Проектирование энергоэффективного здания как суммы независимых инновационных решений нарушает принципы системности и приводит к потере энергетической эффективности проекта [3].

Как объекты управления, современные жилые и общественные многофункциональные здания относятся к классу многомерных многосвязных нелинейных стохастических систем с распределенными параметрами, специфической особенностью которых является их многоуровневая структура, высокий уровень неопределенности структуры, параметров и состояний управляемого здания, наличие в векторе управления как непрерывных, так и дискретных компонент [7].

Основная цель оперативного управления распределением тепловой энергии и обеспечением качественным воздухом современных зданий заключается в обеспечении наиболее полного удовлетворения непрерывно изменяющихся требований потребителей. Как известно, существующие математические модели оптимального планирования и управления в реальных условиях зачастую бывают неработоспособными. В основном это касается оперативно - календарного планирования, в процессе которого проблема реализуемости моделей и необходимость их оперативной корректировки с учетом информации обратной связи о фактическом потреблении тепловой энергии современным зданием [8]. При этом приходится сталкиваться с неопределенностью целей, возникающих при стремлении выполнить одновременно недостижимые задания для обеспечения потребителей необходимым количеством тепловой энергии, с одной стороны, и обеспечения экстремального значения выбранного экономического критерия, с другой стороны. Кроме того, в результате воздействия возмущающих факторов, а также неполноты и неточности исходной информации оказываются нечетко определенными основные системные параметры (расход тепловой энергии, ограничения на потребление тепловой энергии, коэффициенты одновременности, степень обеспеченности и т.д.). В этой связи специалисты планово - производственных, а также диспетчерских служб на практике склонны использовать свои собственные правила решения, основанные на их опыте и интуиции. Такие эвристические правила, хотя и не гарантируют математической оптимальности, но иногда оказываются адекватными реальным условиям [9].

Современные здания с непрерывными условиями эксплуатации являются сложными системами, состоящими из десятков подсистем, которые в свою очередь

связаны между собой и характеризуются десятками параметров. Применение современных информационных технологий для управления и эксплуатации микроклимата и потребления тепловой энергии этих зданий позволяет поднять на новый качественный уровень социальные условия проживающих там людей и поможет решить проблему оптимизации потребления тепловой энергии.

В центральных диспетчерских службах систем обеспечения микроклимата (в центральных системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) накоплен определенный опыт практического применения поддержки необходимых качественных воздушных условий на различных уровнях управления.

Следует отметить, что в системах по обеспечению микроклимата экологически чистого здания с эффективным использованием тепловой энергии необходимо внедрять: электронно-диспетчерские журналы, службу сбора и обработки наружной и внутренней климатологической информации, режимы реального потребления тепловой энергии, а также расходы воздуха по отдельным помещениям, генеральный план территории и планы этажей отдельных зданий, подсистемы управления отдельных зданий или помещений. Для этого необходимо создать информационно - управляющую систему по обеспечению и управлению микроклиматом на основе современных средств автоматизации и управления [10].

Эти системы позволяют моделировать сложные многофункциональные системы обеспечения микроклимата современных зданий и оптимального распределения тепловой энергии между ними, оценивать возможные управленческие и диспетчерские решения не только в условиях нормального функционирования системы, но и при существенных изменениях, влияющих на эксплуатацию зданий факторов (резкое изменение наружных климатических показателей, изменение эксплуатационных условий, возникновение аварийной ситуации и т.д.).

Для автоматизации управления и регулирования систем обеспечения микроклимата зданий можно использовать геоинформационные программно - аппаратные комплексы, которые осуществляют сбор, отображение, обработку, анализ и распространение информации о пространственно распределенных объектах на основе электронных карт, связанных с ними баз данных и технологий. Такие технологии предусматривают компьютерную поддержку регулированию, оперативность обработки данных, обеспечивают высокую точность, а также компьютерное моделирование системы с гидравлическим расчетом и анализом режима функционирования всей системы.

Таким образом, при решении задач эффективного и рационального управления микроклиматом зданий, для обеспечения потребителей качественным воздухом, а также для рационального распределения тепловой энергии с целью энергосбережения требуется рассмотреть проблему не в узком, а в глобальном смысле, за счет использования современных и экономически рентабельных технологий [11].

В научном плане необходимо, в первую очередь, разработать систему теплоэнергосберегающей политики строящихся современных зданий, включающую:

- управление показателями конструктивных и инженерных решений в проектах теплозащиты с учетом обеспечения требуемой долговечности и снижения эксплуатационных затрат на отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха и горячее водоснабжение;
- контроль этих показателей по стадиям инвестиционно – строительного цикла;
- возможность целенаправленного управления структурными параметрами теплоизоляционных материалов с низкими коэффициентами теплопроводности, исходя из требований оптимизации проектных решений теплозащиты здания;
- использование поддерживающих инновационных технологий управления при проектировании и строительстве современных зданий и создание благодаря этому научной и практической основы для массового внедрения в строительстве зданий,

обеспечивающих при эксплуатации заданную экономию теплоэнергетических ресурсов и экологически чистую внутреннюю воздушную среду в помещениях этих зданий.

Проведенные нами многочисленные исследования и натурные эксперименты показали, что достижение указанной цели возможно только при решении следующих задач [12]:

1. Разработать и внедрить новые эффективные теплоизоляционные материалы и составить их классификацию по морфологическим и структурным параметрам, технологическим приемам управления этими параметрами и области применения для обеспечения заданного конструктивными решениями уровня энергоэффективности в проектах теплозащиты современных зданий с учетом требуемой теплопроводности, паропроницаемости и долговечности наружных ограждающих конструкций.

2. По приведенным затратам определить степень влияния повышенных нормативов теплозащиты наружных ограждающих конструкций на эксплуатационные характеристики зданий для массового строительства, включая удельный расход теплоэнергоресурсов и стоимость строительства зданий и предложить прогрессивную систему нормативных значений параметров комплексной теплозащиты.

3. Внедрить новую методику управления разработкой конструктивных решений наружных стен в процессе проектирования зданий, выявить критерии и комплексные показатели теплоэнергоэффективности разрабатываемых проектов, методы их контроля и дать предложения по созданию системы энергетической паспортизации, сертификации и аудита объектов строительства, обеспечивающей достижения заданных параметров энергосбережения при эксплуатации.

4. Разработать по условиям обеспечения комплекса параметров микроклимата и теплоэнергосбережения классификацию наружных ограждающих конструкций и выявить общие принципы управления параметрами теплозащиты и инженерных решений зданий для обеспечения рационального применения теплоизоляционных материалов с заданными эксплуатационными свойствами и сроком службы и предложить методику комплексного проектирования конструктивных и инженерных решений зданий для поддержания заданных параметров теплоэнергосбережения на весь срок службы зданий.

5. Провести комплексные исследования всех существующих в строительной индустрии теплоизоляционных материалов, включая натурные обследования теплоизоляции уже построенных и вводимых в эксплуатацию зданий и изучение влияния длительного воздействия знакопеременных температурно-влажностных воздействий на эксплуатационные характеристики материалов, разработать методику их моделирования при малоцикловых усталостных испытаниях и выдать требования к теплоизоляционным материалам с предложениями по коэффициентам условий длительной работы к расчетным значениям теплопроводности, паропроницаемости в зависимости от объекта и расчетной степени капитальности и долговечности наружных стен [13].

6. Разработать методику и провести компьютерное моделирование долговечности газо-структурных элементов наиболее массовых видов высокодисперсной пористой теплоизоляции по критерию прочности и теплопроводности и спрогнозировать их долговечность за пределами базового количества циклов испытаний с последующим использованием их в строительстве современных зданий.

7. Выявить эксплуатационные характеристики наружных ограждающих конструкций с различной тепловой инерцией в климатических стендах и оценить их длительные эксплуатационные, в том числе теплотехнические свойства под воздействием знакопеременных температур, имитирующих условия эксплуатации.

8. Разработать с учетом оптимизации параметров теплоизоляционных материалов типовые конструкции теплозащиты для всех зданий и определить их эксплуатационные свойства в натуральных условиях, дать рекомендации по проектированию наружных ограждающих конструкций с высокими теплозащитными свойствами.

9. Провести системный анализ типового инвестиционно – строительного цикла проектирования и возведения здания в условиях города Баку, изучить особенности методов инновационного менеджмента и разработать технологию управления инновациями применительно к массовому внедрению в этом цикле теплоэнергосберегающих проектных решений, конструкций, строительных материалов, включая систему планирования и финансирования управления в масштабах строительного комплекса города.

10. Разработать методику составления бизнес – планов для теплоэффективных объектов по плану экспериментального строительства с учетом полного жизненного цикла здания и расчета приведенных затрат с учетом экономии топливно-энергетических ресурсов при его эксплуатации и соответствующей оптимизации параметров внутреннего микроклимата.

11. Подготовить документацию, промышленное производство и осуществить экспериментальное строительство головных образцов теплоэнергоэффективных и модернизированных серий экологически чистых жилых домов для массового строительства в городе Баку.

12. Исследовать методы учета экономии теплоэнергоресурсов в строительстве, разработать Положение о теплоэффективных зданиях и проект соответствующего республиканского законодательства.

Необходимо отметить, что на нынешнем этапе, при существующих темпах применения строительных нормативов и правилах строительства, повышение надежности и эффективности современных зданий с целью энергосбережения на основе имеющихся традиционных технологий невозможно и потому неперспективно для дальнейшего применения [14].

Итак, перед строительным комплексом республики необходимо поставить задачу в короткий срок перейти на выше предложенную методику строительства. Для этого необходимо использовать методы инновационного менеджмента, например, целевого программирования для достижения поставленной цели, то есть разработать на системных принципах такую комплексную программу, которая охватывала бы создание системы республиканских нормативов, научные исследования и разработку технических решений ограждающих конструкций нового поколения с повышенными теплотехническими и эксплуатационными свойствами, исследования и разработки эффективных теплоизоляционных материалов, систем энергосберегающего инженерного оборудования, проведение необходимой реструктуризации стройиндустрии с конечной задачей освоения в строительстве модернизированных серий современных зданий, отвечающих требованиям новых нормативов по энергосбережению. Одновременно необходимо разработать и внедрить в систему управления этой программой, включая планирование и финансирование всех организационно – технических мероприятий, проектных и строительных работ, координацию и контроль их выполнения. Кроме этого в состав проектно – сметной документации вновь строящихся зданий необходимо ввести раздел «Энергоэффективность», обосновывающий выбор и показатели проектного решения.

Такой подход позволил бы создать завершенную систему управления инновационным циклом энергосбережения на всех уровнях проектирования и строительства здания с учетом его долговечности и срока окупаемости затрат на энергосбережение.

Решение методики инновационного менеджмента вышеперечисленного круга нормативных, материаловедческих, конструкторских, управленческих и экономических задач, направленных на совершенствование тепловой защиты современных многоэтажных жилых и гражданских зданий с целью экономии тепловой энергии при их эксплуатации является важной народно – хозяйственной задачей, имеющей научную и практическую актуальность не только для города Баку, но и для всей республики.

Выводы

1. Анализированы показатели микроклимата современных зданий и вопросы обеспечения их тепловой энергией.
2. Предложены научные основы теплоэнергосберегающей политики строящихся зданий и сооружений.
3. Предложены пути повышения тепловой эффективности современных зданий.

MÜASİR İNŞAATDA İSTİLİK ENERJİSİNƏ QƏNAƏT SİYASƏTİ

Xülasə

Bu gün bütün dünyanı cənginə alan qasırğalar, daşqınlar, parnik effekti, qlobal istiləşmə, ekoloji tarazlığın pozulması, eləcə də təbii enerji resurslarının gündən-günə azalması dünyanın qabaqcıl alimlərini düşündürməyə, təbiəti, dünyanı, planetimizi qorumaq üçün yollar axtarmağa vadar etmişdir. Azərbaycanada istehsal olunan enerjinin 50 %-ə qədəri binaların isitmə, ventilyasiya, kondisioner və isti su təchizatı sistemlərinə sərf olunur. Ona görə də müasir və artıq uzun müddət istismarda olan köhnə binaların istilik effektivliyinin artırılması vacib məsələlərdəndir. Məqalədə respublikamızda aparılan tikinti sənayesində istilik enerjisinə qənaət olunma məsələləri araşdırılır və konkret tədbirlər planı təklif olunur.

HEAT AND ENERGY SAVING POLICY IN MODERN CONSTRUCTION

Summary

Recently, a considerable increase in the construction of various buildings, which significantly affects the environment. About 54% of the energy produced in the country is spent on providing a microclimate of buildings. Therefore, in determining the strategy of building simultaneously to solve the problem of effective and efficient management mode of heat energy consumption of modern buildings. The paper analyzes the issues of heat savings of modern buildings and offers specific suggestions for achieving this goal.

Литература

1. Елистратов В.В. Мониторинг развития возобновляемой энергии в мире и России. М.: Изд-во Ин-та народнохозяйственного прогнозирования РАН, 2008, 70 с.
2. Кириллин В.А. Энергетика сегодня и завтра. М.: Энергоатомиздат, 2003, 312 с.
3. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. М.: АВОК-ПРЕСС, 2002, 194 с.
4. Мамедов Н.Я. Качественное моделирование режима потребления тепловой энергии для современных зданий // Экоэнергетика. Баку: 2009, № 2, с. 24-28.
5. Мамедов Н.Я. Применение современных информационных технологий при прогнозировании расхода воздуха для помещений здания // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ "Энергетика", Минск: 2008, № 3, с.72-77.
6. N.Y.Mammadov, S.M.Akbarova. Energy passport of a building as an indicator of its energy efficiency. The 19th International Conference on Technical and Physical Problems of Engineering. 31 October 2023. International Organization of IOTPE. <http://www.iotpe.com/ICTPE/ICTPE2023-Proceedings.pdf>.
7. Мамедов Н.Я., Алиев Я.Ш. Оперативное управление режимом потребления тепловой энергии для зон отдыха и курортов. "Memarlıq və inşaatda enerjiqoruyucu innovasiyalar ESIAC2021" Beynəlxalq elmi-praktik konfransın materialları, Bakı, 20-21 oktyabr 2021-ci il, səh. 193 – 197.
8. A.Gasimov, N.Mammadov, S.Akbarova, G.Feyziyeva. Energy Efficiency Issues in Buildings: Analysis of World Practice. <http://vothp.org.ua>

<http://journals.uran.ua/index.php/2409-2606>. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. Вип. 44, 2023.

9. N.Y.Mammadov, S.M.Akbarova. Analysis of thermal stability of wall enclosing structure of building for climatic conditions. <http://www.iotpe.com/IJTPE/IJTPE-2022/IJTPE-Issue50-Vol14-No1-Mar2022/20-IJTPE-Issue50-Vol14-No1-Mar2022-pp136-141.pdf>.

10. Mammadov N.Y., Filonenko O., Hasenko L., Mahas N. Considering the availability of cold bridges in the design of thermal insulation shell of sandwich panels element-by-element assembly. Збірник наукових праць. Галузеве машинобудування, будівництво Academic journal. Industrial Machine Building, Civil Engineering. <http://journals.nupp.edu.ua/znp> <https://doi.org/10.26906/znp.2020.55.2351>.

11. Mammadova G.H., Mammadov N.Y., Akbarova S.M. Feyzieva G.H. Expert recommendations for energy improvements in educational facilities: case study-school buildings in azerbaijan. Paper presented at the IOP conference series: materials science and engineering, vol 1030, no 1. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1030/1/012063>.

12. Мамедов Н.Я., Гумен Е.Н. Анализ возможностей применения современных информационных технологий в энергоэффективном строительстве. “Memarlıq və inşaatda enerjiforuyucu innovasiyalar ESIAC2021” Beynəlxalq elmi-praktik konfransın materialları, Bakı, 20-21 oktyabr 2021-ci il, səh. 185 – 192.

13. Mammadov N.Y., Oleg Yurin, Pavlo Semko, Nataliia Mahas. Analysis of the Humidity Condition of Wall Enclosing Structures of Cooli. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2_41.

14. Aliyev F.G., Mammadov N.Y., Mehdaliyev A.A., Aliyev F.F. Development of mathematical model of intellectual building in Baku city. The second international conference «Problems of cybernetics and informatics». Dedicated to the 50 th Anniversary of the TCT in Azerbaijan. Sertember 10-12. 2008. Baku, Azerbaijan, Volume I.

Мамедова Лейла Васиф кызы

Азербайджанский Архитектурно - Строительный Университет, старший преподаватель
leyla_mirzoyeva @rambler.ru

Исмаилов Алишир Исмаил оглы

Азербайджанский Архитектурно - Строительный Университет, старший преподаватель
alishir5701 @mail.ru

Пирийев Ролан Фахраддин оглы

Азербайджанский Архитектурно - Строительный Университет, старший преподаватель
rolanpiriyev.rp@gmail.com

НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОГО ПЛАНТРОВАНИЯ И АРХИТЕКТУРНОГО ДИЗАЙНА

Аннотация: Вступая в новый век, мировой процесс урбанизации значительно ускорился, а развитие городов предъявляет все более высокие требования ко всем аспектам. Современное городское развитие не может быть отделено от разумных городов. Планирование играет важную роль в распределении городских ресурсов и регулировании городской планировки в городском развитии. Оно создает прекрасный план городского развития. В определенной степени раскрывает законы развития и современное состояние города. Городское планирование играет все более важную роль

в этом процессе, а исследование будущих тенденций развития городского планирования стало важной задачей и находится в центре нашего растущего внимания. Находясь на новом этапе развития, мы с нетерпением ожидаем дальнейшего развития направления городского планирования. В этой статье рассматривается связь между городским планированием и архитектурным дизайном также указана взаимосвязь направления развития градостроительства и дизайна с направлением развития архитектурного дизайна, описано и кратко проанализировано ее влияние на городское развитие.

Ключевые слова: городское планирование и проектирование; архитектурное проектирование; взаимоотношения; развитие.

Abstract: Entering the new century, the global process of urbanization has accelerated significantly, and urban development is placing increasingly high demands on all aspects. Modern urban development cannot be separated from smart cities. Planning plays an important role in allocating urban resources and regulating urban layout in urban development. It creates a wonderful urban development plan. To a certain extent, it reveals the laws of development and the current state of the city. Urban planning plays an increasingly important role in this process, and research into future trends in urban planning has become an important task and is a growing focus of our attention. As we enter a new phase of development, we look forward to further developments in urban planning. This article examines the relationship between urban planning and architectural design, also indicates the relationship between the direction of development of urban planning and design and the direction of development of architectural design, describes and briefly analyzes its influence on urban development.

Keywords: urban planning and design; Architectural Engineering; relationships; development.

Существует связь между градостроительным проектированием и архитектурным проектированием. Городское планирование и проектирование в определенной степени ограничивают архитектурное проектирование. Проектирование площадки – это организационная деятельность, которая разрабатывается на основе соблюдения соответствующих норм и существующих условий. Проектирование площадки может отвечать требованиям строительного проекта и города. Муниципальное планирование может в определенной степени определять архитектурное проектирование посредством проектирования территории. Транспортные средства, сады, вертикальные площадки и инженерные сооружения – все это часть дизайна участка. Управляемость дизайна позволяет контролировать масштаб здания, высоту здания, красные линии здания и т. д.

Городское архитектурное проектирование является предметом городского планирования и проектирования. В условиях рыночной экономической системы экономика нашей страны быстро развивалась, а архитектурный дизайн нашей страны также добился замечательных успехов. Архитектурный проект должен соответствовать городским нормам. В противном случае возникнет ряд тревожных проблем. Качество каждого здания очень высокое, но многие представители отрасли критикуют его художественную ценность. Городской архитектурный дизайн должен подчиняться общему городскому планированию и дизайну.

Архитектурное проектирование – это не только проектирование отдельного строительного объекта, но и затрагивает вопросы проектирования территории. Проект участка должен соответствовать требованиям строительного проекта. Гармония элементов, при которой здания являются основным содержанием дизайна сайта и могут образовывать органическое целое с другими элементами. Хотя архитектурное творчество процветает, существуют и тревожные проблемы. Архитекторы часто не уделяют достаточного внимания гуманитарным наукам и окружающей среде при создании зданий. Слепая погоня за «новым, странным и уникальным» без учета экологических проблем там, где расположено здание, зачастую оказывает негативное

влияние на городской ландшафт. Поэтому архитектурное проектирование играет важную роль в общем городском планировании. От того, сможет ли процесс архитектурного проектирования уделить внимание координации с окружающей средой, будет зависеть, можно ли в конечном итоге достичь хороших результатов.

Архитектурное проектирование и городское планирование дополняют друг друга. Архитектура является основой городского планирования. Городское планирование играет ведущую роль в архитектурном проектировании. Посредством планирования здания объединяются в органическое архитектурное групповое пространство. Городское планирование влияет на городское развитие. Наличие единого и научного городского планирования является необходимым условием для построения превосходного города. Городское планирование представляет собой сочетание систематических, научных, политических, высокоскоординированные региональные усилия. Управление градостроительством обеспечивает нормальное функционирование городских функций и является основным элементом построения гармоничного общества, имеет важное значение для городского строительства.

Городское планирование предлагает направление развития строительства каждого города. Разумное градостроительство играет незаменимую роль в развитии каждого города, направляет его развитие в определенном направлении и меняет направление городского развития. Правильное и разумное городское планирование приносит городу определенные экономические выгоды. Городское планирование – это система, которая эффективно устраняет недостатки, вызванные конкуренцией в рыночной экономике, и создает общую позитивную атмосферу в городе. Хорошее городское планирование основано на способности правильно и четко анализировать ресурсное состояние и структурную планировку города, а также рационально использовать городские ресурсы, привлекать и увеличивать инвестиции. Быстрое строительство города, повышение эффективности жизни городских жителей, формирование городской культуры и городских особенностей, тем самым повышая общую эффективность города. Хорошее городское планирование способствует улучшению городской среды.

В современном обществе, с быстрым развитием экономики и быстрым ростом производительности, это также неизбежно приводит к экологическому ущербу. Загрязнение окружающей среды – распространенная проблема в жизни людей. Распространенной проблемой является то, что некоторые люди сосредотачиваются только на личных интересах и игнорируют защиту окружающей среды. Здесь научное городское планирование может рационально интегрировать жилые помещения, коммерческие помещения, Три промышленные зоны должны быть разделены, а промышленная зона должна быть разумно спланирована и спланирована так, чтобы свести к минимуму ущерб, причиняемый людям загрязнением окружающей среды.

Исследование направления развития городского архитектурного дизайна, здания с устойчивыми функциями могут не только удовлетворить материальные и духовные потребности современных людей, но также удовлетворить потребности производства и развития будущих поколений. Служение человечеству является архитектурным наследием.

Конечная цель состоит в том, чтобы с развитием экономики и прогрессом общества, в то время уровень жизни людей улучшался, их потребность в жилом пространстве также продолжала увеличиваться. Это также станет направлением проектирования будущих зданий. Люди на разных уровнях имеют разные потребности в зданиях, поэтому проектировщикам следует стараться проектировать здания, которые будут удобными, гибкими, безопасными и эффективными.

На данном этапе в крупных городах остается все меньше и меньше деревьев. С улучшением экономического уровня во многих городах возникли различные

экологические проблемы, в том числе шумовое загрязнение. Загрязнение воды и воздуха, а также ущерб, причиненный песчаными бурями, истощением водных ресурсов и эрозией почвы, вызванной уничтожением деревьев, в значительной степени препятствовали скоординированному развитию наших городов. Ухудшение экологической обстановки крайне негативно сказалось на жизни и здоровье городских жителей. Будущая городская застройка неизбежно будет развиваться в экологическом и экологически чистом направлении.

В наше время основной проблемой городского планирования становится все больше и больше «людей», а развитие городов все больше подчеркивает тенденцию гуманизации. Это устойчивое развитие, поскольку природа городского планирования по-прежнему представляет собой преимущественно пространственное и региональное планирование, независимо от того, как прогрессирует наука и техника, как развиваются общество и экономика. Городское планирование — мощный административный инструмент для разрешения противоречий. Цели планирования — это научные прогнозы и ожидания городского развития, которые являются основой для разработки планов современного городского планирования. Стратегическое мышление устойчивого развития следует рассматривать с учетом национальных условий.

Заглядывая в будущее, развитие методов городского планирования продолжится в следующих пяти направлениях:

- метод расширения городского планирования до регионального планирования;
- метод применения систематических методов;
- метод междисциплинарного исследования;
- метод общественного участия;
- метод технологических и средств инноваций.

С развитием общества в настоящее время мы выдвинули более высокие требования и стандарты к эффектам городского планирования, охране окружающей среды и ее общей функциональной планировке, чем раньше. Все больше и больше стран начинают уделять внимание городскому планированию. С развитием технологий и развитием общества городское развитие стало символом человеческой цивилизации. Мы находимся в периоде трансформации. Поэтому, чтобы удовлетворить требования рационального и научного современного городского планирования и проектирования, мы должны усилить дискуссию о взаимосвязи городского планирования и строительства. Для нас имеет большое значение изучение влияния других факторов на городское строительство. Изменения в мотивации развития города, методах развития и моделях развития принесут людям лучшую жизнь и более процветающую экономику. Будучи сегодня одной из развивающейся страной в мире, наша страна не может отставать. Полностью поняв влияние городского планирования на будущее города, мы должны обратить внимание на важность будущего развития, обратить внимание на роль городского планирования, максимизировать сильные стороны и избегать слабостей, а также использовать положительные факторы городского планирования для содействия более красивому и здоровому развитию наших городов.

Литература

1. Василенко, П. Г. Василенко, В. С. Лопасова. Эстетический аспект влияния дизайна архитектуры на человека / Е. В. — Текст: электронный // Молодежь и наука : материалы международной научно-практической конференции старшеклассников, студентов и аспирантов 29 мая 2020 г.

2. Джона М. Леви «Современное городское планирование»-Strelka Press: 2020, С-390.

3. Дьяконов К.Н., Дончева А. В. Экологическое проектирование и экспертиза. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 385 с.

3. Куличкан А.В., Щербаченко П.С. – Эко-инновации как инструмент устойчивого развития современного общества. – Современные корпоративные стратегии и технологии в России: сб. научных статей: в 3 ч. – М. – 2015. – С.97 – 106.

4. Мезенцев С.Д. Современное градостроительство: должное, существующее, идеалы и реальность Текст: электронный // МГСУ, ВЕСТНИК 4/2010

УДК 628.381; 621.8

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

Умбетова Ш.М. ¹ umbetova-37@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7716-9822>

Мейрамбек Дана ¹ *магистрант*, meirambekova2000@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-6300-8301>

Ыдырыс Айдана¹ *магистрант*, aidanasaken98@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-5379-4647>

Ермұрат Ернар¹ *магистрант*, ermuraternar@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-9055-9373>

¹ Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Республика Казахстан

Резюме

В решении проблем загрязнения водных ресурсов большая роль отводится разработке целенаправленного использования сточных вод на сельскохозяйственных полях орошения в современных социально-экономических условиях.

В данной статье рассматриваются возможности использования сточных вод города Кызылорда для орошения кормовых культур и оценке качества воды, почвы. Также подчеркивается, что использование сточных вод на орошение играет важную роль в повышении плодородия почвы и является ценным удобрением. И в этой связи, утилизация сточных вод, таким образом, является самым альтернативным решением и имеет важное значение как в деле сбережения водных ресурсов страны, так и в охране окружающей среды.

Ключевые слова: *сточные воды, орошение сточными водами, сельскохозяйственные культуры, удобрение, земельные поля орошения.*

Summary

In solving problems of water pollution, a large role is given to the development of targeted use of wastewater in agricultural irrigation fields in modern socio-economic conditions.

This article discusses the possibilities of using wastewater from the city of Kyzylorda for irrigating feed crops and assessing the quality of water and soil. It is also emphasized that the use of wastewater for irrigation plays an important role in increasing soil fertility and is a valuable fertilizer. And in this regard, wastewater recycling is thus the most alternative solution and is important both in saving the country's water resources and in protecting the environment.

Key words: *wastewater, irrigation with wastewater, agricultural crops fertilizer, agricultural fields irrigated.*

На сегодняшний день, возрастающие из года в год антропогенные нагрузки на окружающую среду выдвигают на первый план задачи ее охраны, а использование в человеческой деятельности все большего объема природных ресурсов привело к необходимости их рационального использования. Также, со временем растет потребность общества в воде, это в свою очередь приводит к накоплению огромного количества сточных вод. В городах СНГ ежегодно вырабатываются более 500 км стока. В сточных водах могут содержаться токсические соли, тяжелые металлы, фенол, мазут, ртуть, грязь и многие биогенные элементы. Все эти вещества, попадая в водоемы, вызывают серьезную экологическую тревогу. В связи с этими проблемами, существующий на сегодняшний день дефицит водных ресурсов нацеливает на поиски оптимальных и правильных решений их использования.

В условиях уменьшения водных ресурсов, вызванного глобальным изменением климата, использование сточных вод Кызылординской области для орошения и обводнения сельского хозяйства является одним из приоритетных направлений по решению проблем дефицита оросительной воды.

Существенно может повысить комплексность использования водных ресурсов орошение сточными водами. Оно дает возможность использовать для полива воду, содержащую органические соединения, сократить объем сбрасываемых в водные источники загрязненных сточных вод и уменьшить количество забираемой для орошения свежей воды. Сточные воды изменяют природные свойства почв, но при правильном орошении умеренными дозами обеспечивают устойчивое повышение их плодородия. При этом одновременно осуществляются очистка сточных вод и их утилизация [1]. Проведенный анализ показывает, что мировое сельское хозяйство ежегодно расходует более 2,8 тыс. км³ пресной воды – до 70% ее мирового потребления, или в 7 раз больше, чем мировая промышленность. Почти весь этот объем идет на ирригацию [5].

Ежегодно в Казахстане образуется более 6 млрд.м³ сточной воды. В ближайшем будущем объем возрастет на 30-40%. Сегодня эти воды после предварительной очистки накапливаются в прудах, на полях фильтрации или сбрасываются в ближайшие водоисточники, загрязняя их. Фактически же общая площадь орошения очищенными сточными водами в Казахстане не превышает 20,0 тыс. га. Такое огромное количество природной воды бесполезно теряется. В мировой практике сточные воды с большим успехом используются для орошения кормовых культур. Так, в Израиле 87% сточных вод после очистки используется вторично. К примеру, Испания использует 17% сточных вод для сельскохозяйственных нужд, Австралия – 10%, Италия – 8%, Греция – 5%. Развитие кормопроизводства в Казахстане на сточных водах является актуальной и своевременной задачей.

В настоящее время при применении сточных вод в сельском хозяйстве непременным условием является наличие станции биологической очистки. Лишь в том случае, когда сточные воды очищены в такой степени, что могут без каких-либо опасений отводиться в водоем, разумеется, при тщательном соблюдении санитарных предписаний, их можно смело использовать для сельскохозяйственных целей. Дополнительным преимуществом применения сточных вод для полива можно считать удобрение почвы содержащимися в них питательными для растений веществами. Это прежде всего азот, соли калия, фосфаты, а также остатки органических веществ. В прошедшей биологическую очистку сточной воде (из расчета на одного жителя в год) содержатся примерно следующие количества важных для роста растений питательных

веществ: азота - 4 кг; фосфатов - 1 кг; калия - 2,5 кг; органических веществ - 7 кг [2]. В стоках имеются также медь, хром, марганец, натрий, основная часть удобрений содержится в растворенном виде. Даже при некруглогодичном использовании сточных вод эти питательные вещества играют значительную роль для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, так что в данном случае можно с полным правом говорить о сточных водах как о "ценном удобрении". Разумеется, того количества питательных веществ, которое содержится в сточных водах, недостаточно для нормального роста растений и поэтому требуется дополнительное внесение в почву минеральных удобрений. Однако назначаемые в этом случае дозы могут быть значительно меньшими, чем для орошаемых чистой водой сельскохозяйственных полей. В сточных водах также могут содержаться и вредные для растений вещества, болезнетворные бактерии и яйца гельминтов, поэтому не разрешается поливать сточными водами овощи, используемые в пищу в сыром виде [3].

Сточные воды используются для орошения на специальных участках - сельскохозяйственных полях орошения (ЗПО). Это - водохозяйственные объекты, оборудованные для непрерывного приема определенного количества сточных вод в течение всего года с целью их очистки или доочистки и использования для орошения. Очистка сточных вод в этих условиях идет под действием почвенной микрофлоры, солнца, воздуха и под влиянием жизнедеятельности растений. ЗПО после биологической очистки сточных вод, увлажнения и удобрения используют для выращивания зерновых и силосных культур, трав, овощей, а также для посадки деревьев и кустарников [4].

Основой сельскохозяйственного использования и обезвреживания сточных вод на сельскохозяйственных полях орошения служит способность почвы задерживать содержащиеся в воде загрязнения и повышать при этом свое плодородие. Применение сточных вод в сельском хозяйстве - одно из мероприятий комплексного использования и охраны водных ресурсов.

Также следует учитывать, что использование вторичной воды в сельском хозяйстве возможно далеко не всегда, а только, например, если сельскохозяйственные угодья, где предполагается применять такую технологию, расположены в очень удаленном районе либо на нижнем высотном уровне.

О пригодности сточных вод для орошения судят по химическому анализу воды с учётом климатических особенностей района и почвенно-мелиоративных условий орошаемого участка. Пригодными для орошения следует считать те стоки, орошение которыми не оказывает отрицательного влияния на мелиоративное состояние орошаемого участка и на плодородие почв, не снижает урожай сельскохозяйственных культур и качество выращенной продукции, в почве не накапливаются токсичные вещества. Орошение сточными водами не должно вызывать засоления, осолонцевания почвы, угнетения роста и развития растений, снижения урожайности возделываемой культуры [5].

Поэтому, достижение необходимой почвенной доочистки сточных вод при орошении, требует учета конкретных почвенно-климатических условий, научно-обоснованного подхода к гидрохимическому составу и химизму сточных вод, правильному выбору ассортимента и технологии орошения сельскохозяйственных культур, факторам изменения состава и свойства почвы, качества продукции, влияние их на динамику грунтовых вод и эколого-экономические показатели использования сточных вод для орошения.

В настоящее время в отечественной и зарубежной науке имеется много попыток создать научную концепцию рационального и разумного использования сточных вод в сельском хозяйстве. Для утилизации все возрастающего объема сточных вод все чаще стали использовать естественный метод очистки их на полях орошения, где максимально

используются питательные элементы, содержащиеся в сточных водах для получения высоких устойчивых урожаев кормовых культур. В этом случае орошаемые поля можно рассматривать, как завершающее звено их естественной очистки и обеззараживания, что имеет социально-экономический, экономический и технологический аспекты.

Говоря об истории возникновения полей орошения, еще в древнем веке в Египте, Вавилоне, Персии, Греции, Римской империи сточные воды использовались для орошения и удобрения. Использование хозяйственно-бытовых сточных вод в земледелии и сельском хозяйстве достаточно широко распространено и в наши дни, особенно в странах с засушливым климатом. Стоки используют для орошения парков, уличных газонов, площадок для гольфа, придорожных зеленых полос.

Сточные воды Мехико, Канады и США после механической очистки используют для орошения различных сельхозкультур: люцерна, овес, ячмень, горох, перец, бобы, томаты, пшеница. Но поля орошения имеют естественные или искусственные дренажи. Оросительная норма колеблется в пределах 8,2-16,4 м³/га.

В Калькутте (Индия) расположена самая большая в мире (4400 гектаров) система, в которую поступают неочищенные бытовые стоки и ливневые воды. В прудах разводят карпа и тилапию, достигающих товарной массы в течение 5–6 месяцев. Продуктивность таких прудов — более 1000 кг/га. Здесь же для орошения сахарного тростника, табака, хлопчатника и кормовых трав используются сточные воды в объеме 18,6 млн.м³ в сутки после механической очистки.

Широкое использование городских сточных вод осуществляется в Израиле, где установлено несколько сот бассейнов и резервуаров для сбора и повторного использования очищенных сточных вод, объем которых в 2000 году превысил 300 миллионов кубометров. В этой стране утилизируется более 70% всех городских стоков.

На сегодняшний день сточными водами в странах СНГ орошается более 300 тыс. га земли. Орошаемые земли используются в основном под кормовые культуры - кукурузу, зернобобовые, корнеплоды, многолетние травы [6].

Длительный опыт орошения городскими сточными водами накоплен в Алтайском крае. Режим орошения был сравним с применяемым для чистой воды и осуществлялся по водопотреблению культур (норма 3000 м³/га). Была выявлена необходимость подачи, наряду со стоками, полного комплекса минеральных удобрений. Оптимальный режим орошения сточными водами города позволил получить в условиях Западной Сибири 5-6 т зеленой массы злаковых трав с 1 га, отвечающих требованиям по качеству.

В результате многолетних, широко поставленных научных исследований и производственного опыта, поля орошения утвердились в качестве очистных сооружений и была признана их сельскохозяйственная эффективность.

В настоящее время сточными водами в странах СНГ орошается более 400 тыс.га земли. В Казахстане использованием городских сточных вод для орошения занимаются с 1970 года. В основном орошались пригородные земли юга и юго-востока республики. Практика хозяйств использовавших сточные воды, (Бурундайский, Илийский, Каскеленский Алматинской области; Кос Тюбе - Жамбылской;) и материалы научных исследований работ казахстанских ученых (Зубаиров О.З., Акжанов А.А., Мусаев А.И., Айманов А.Т., Константинов В.М., Жиенбаев М., Шомантаев А.А., Байманов Ж.Н., Тайманов Б.Б., Жургунов Ж.С. и др.) проведенных на территории этих хозяйств показали, что при соблюдении эксплуатационных и санитарных правил использования сточных вод каких либо отрицательных явлений в росте и развитии растений, в качестве продукции и в составе почвы не было установлено. В условиях дефицита водных ресурсов в стране имеющимися ресурсами сточных вод (более 6,0 млрд. м³ /год) можно оросить до 600 тыс. га земель. Фактически же общая площадь орошения очищенными сточными водами не превышает 20,0 тыс. га. Такое огромное количество природной воды бесполезно теряется.

В связи с этим особую актуальность представляет собой поиск новых путей по использованию водных ресурсов в сельском хозяйстве. Вторичное использование сточных вод является важным фактором для борьбы с нехваткой (ограниченными запасами) пресной воды и предусматривает рациональное использование водных ресурсов, тем самым снижая экологическую ситуацию региона.

С внедрением современных технологий полива в перспективе площади под орошением можно значительно увеличить; повысить урожайность с/х культур в 2-4 раза; уменьшить расход воды при орошении в 3-4 раза; практически удвоить объемы производства продукции растениеводства; довести долю орошаемого земледелия в валовой продукции растениеводства до 50%.

В долгосрочной перспективе планируется довести площади орошаемых земель с текущих 1,5 до 3,5 млн га. Таким образом доля орошаемых земель в общей посевной площади составит 16%, а объем валовой продукции - на уровне 2,4 трлн.тенге.

Агроклиматические, почвенные, земельные и водные ресурсы Кызылординской области позволяют успешно возделывать и получать высокий урожай сельскохозяйственных культур. Вместе с тем существующая техника и технологии полива, используемые при традиционной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, не позволяют полнее использовать потенциальные возможности орошаемого земледелия.

В условиях крайней ограниченности водных ресурсов и платного водопользования важнейшим условием для повышения эффективности производства сельскохозяйственных культур на орошаемых землях юга страны является широкомасштабное внедрение водосберегающей техники и технологии полива и ресурсосберегающих технологий возделывания с использованием очищенных сточных вод. Это дает возможность получать на орошаемых землях стабильную, конкурентоспособную продукцию сельскохозяйственных культур.

Для решения поставленной задачи совершенствование способов и технологии полива с использованием сточных вод в орошаемом земледелии приобретают важное значение, что является одной из актуальных проблем в мелиорации сельскохозяйственных земель Кызылординской области.

Анализ развития орошения в Казахстане свидетельствует о необходимости пересмотра подходов к определению расчетной водопотребности и режимов орошения сельскохозяйственных культур. В современных условиях урожайность сельскохозяйственных культур по отдельным культурам ниже проектного уровня на 20-30% из-за нарушения технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе режима орошения.

Причиной сложившегося неблагоприятного состояния поливных земель и низкой урожайности орошаемых культур является недостаточно совершенное нормирование орошения, при котором определение суммарного водопотребления проводится только с учетом биологических свойств культуры и метеоусловий. Использование такой модели направлено на получение максимальной урожайности и приводит к перерасходу воды. В дальнейшем предлагается научно обоснованное нормирование орошения, основанное на определении суммарного водопотребления с учетом складывающегося водного режима почвы, состояния деятельной поверхности, метеоусловий, биологических особенностей и экологических условий.

При таком подходе решаются не только вопросы объемов сброса хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод в накопитель, но и экономия оросительной воды, обеспечение полей орошения элементами минеральных удобрений, повышается плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур. Таким образом, использование сточных вод г. Кызылорда в период активного забора воды на орошение, соблюдения агротехники и поливных режимов обеспечит получение не только высоких

урожаев кормовых культур, но и повышение плодородия почвы и улучшения их эколого-мелиоративного состояния.

Благодарность: Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования по научным, научно-техническим программам на 2023-2025 годы BR21882415 «Разработка технологии безопасной утилизации сточных вод для полива кормовых культур и древесных насаждений в условиях дефицита воды в Кызылординской области».

Список литературы

[1] Юшманов О.Л., Шабанов В.В., Галямина И.Г. и др. Комплексное использование и охрана водных ресурсов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 303 с.;

[2] Рандольф Р. *Что делать со сточными водами*. Перевод с немецкого: И.Б.Палеес. —М.: Стройиздат, 1987. — 120 с.;

[3] Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.7.573-96 "Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения".

[4]. Ж.С.Мустафаев, А.Т.Шегенбаев. Экологическая проблема водопотребления и водоотведения коммунально-бытовых и промышленных объектов. Проблемы экологии АПК и охраны окружающей среды. Усть-Каменогорск, 2000г.;

[5] Мырзахметов М.М., Аширбаев К.Ш., Кожахан А.К., Умбетова Ш.М., Утегулов Н.И. «Водосберегающий менеджмент–инструмент внедрения интегрированного управления вод с использованием на промышленных предприятиях Казахстана»//Журнал «Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан», №3 (73), 2019, С.214-220.;

[6] Умбетова Ш.М., Сидорова Н.В., Серикбаева Ж. О возможности использования воды восточного карьера в различных отраслях агропромышленного комплекса//Труды Сатпаевских чтений «Инновационные решения традиционных проблем: Инженерия и Технологии, Алматы, 2018г. – С.1676-1680.;

[7] Ибатуллин С.Р. Водные ресурсы Казахстана и возможности развития ирригации // Проблемы инновационного развития общества: настоящее и будущее. – Алматы: «Эверо», 2009. –С. 15-35.

УДК 628.3.034.2

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Умбетова Ш.М.¹ umbetova-37@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7716-9822>

Олжабаева А.О.¹, PhD доктор Seul379@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1377-7276>

Накипова Ж.К.¹, магистрант, nakipova.01@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7752-1106>

¹ Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Республика Казахстан

Резюме

Данная статья посвящена изучению современного состояния водного хозяйства Экибастузской ГРЭС – 1. Показана схема использования воды для технического и хозяйственно-питьевого водоснабжения. Приведена балансовая схема водопотребления и водоотведения ОАО "Станция Экибастузская ГРЭС-1"

Ключевые слова: водохранилище, топливо-энергетический комплекс, энергоблок, производственная мощность, эффективное водопотребление, охлаждающая система.

Summary

This article is devoted to the study of the current state of the water management of Ekibastuz GRES – 1. The scheme of water use for technical and household drinking water supply is shown. The balance scheme of water consumption and drainage of JSC "Ekibastuzskaya GRES-1 Station" is given

Keywords: *reservoir, fuel and energy complex, power unit, production capacity, efficient water consumption, cooling system.*

Водное хозяйство предприятий энергетики представляет собой достаточно сложную многофункциональную систему, оказывающую комплексное воздействие на окружающую природную среду. Эти предприятия используют воду в основном технологическом цикле (производство тепла и электроэнергии), для охлаждения оборудования, очистки отходящих дымовых газов в скрубберах, а также для транспортирования образующихся при сжигании твердого топлива золошлаковых отходов в системах гидрозолоудаления (ГЗУ). Основную часть в общем объеме водооборота ГЭС составляет потребление исходной (природной) воды, ее использование в оборотном цикле охлаждения конденсата и сброс загрязненных вод, образующихся в системе ГЗУ, с последующим их повторным использованием после осветления на золоотвале.[1]

Рассмотрим систему водопотребления на примере Экибастузской ГРЭС 1. Экибастузская ГРЭС- 1 крупнейшая в Казахстане тепловая электростанция расположена в 17 км от города Экибастуз Павлодарской области Республики Казахстана. Проектная мощность Экибастузской ГРЭС-1 - 4000 МВт, рабочая мощность - около 3000 МВт. ГРЭС осуществляет забор воды двумя подводными каналами длиной 4 км из реки Иртыш:

- на производственные нужды для охлаждения пара в конденсаторах;
- на хозяйственно-питьевые нужды.

Забор воды на производственно-технологические нужды (рисунок 1) составляет более 90% поступающей на станцию исходной воды. Техническая вода, минуя какую либо систему очистки, поступает на охлаждение пара в конденсаторах турбин, кроме того, для охлаждения масла и газа в газомасляной системы турбоагрегатов, установленных параллельно конденсатору по ходу воды. Отвод теплой воды из системы охлаждения осуществляется через 4 закрытых железобетонных канала, через сифонный колодец, облицованный железобетонными плитами, в сбросной канал который впадает в протоку Старый Иртыш, а далее в р.Иртыш. Потери воды в данном процессе отсутствуют.

Кроме того, из циркуляционных водоводов на блоке №1,2,3 двумя насосами типа БНДВ подается свежая вода из р.Иртыш на станцию химводоочистки (ХВО). Химводоочистка предусматривает 3-х ступенчатую схему глубокого обессоливания воды производительностью основной ХВО 300т/ч и обессоливающих установок ОУ-2 производительностью 130т/ч. Вода, пройдя все ступени очистки используется для восполнения пароводяных потерь пара и конденсата в цикле работающих энергоблоков, обеспечения водой операций по пуску энергоблоков, восполнение затрат на собственные нужды блочных обессоливающих установок. Сточные воды после использования очищенной воды на собственные нужды станции являются последовательно используемым и отводятся в систему гидрозолоудаления (ГЗУ).[2]

На рисунке 1 показана схема использования воды, забираемой из реки Иртыш для технического водоснабжения. Забор воды на хозяйственно-питьевые нужды осуществляется водозабором из подводного канала №1 (рисунок 2).

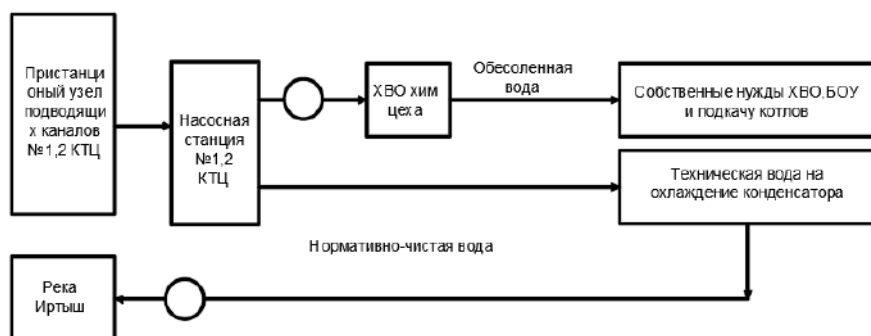


Рисунок 1 – Схема использования воды, забираемой из реки Иртыш для технического водоснабжения

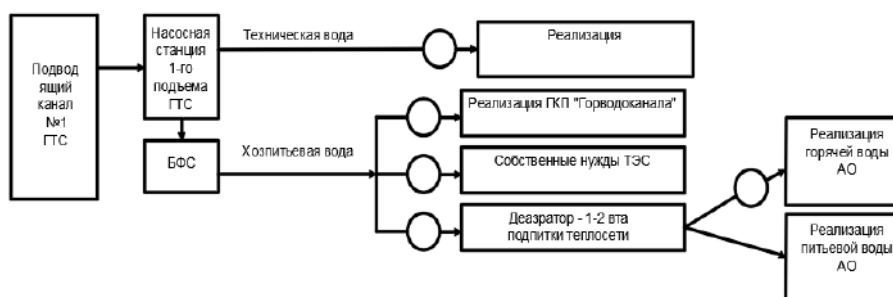


Рисунок 2 – Схема использования воды, забираемой из реки Иртыш для хозяйственно-питьевого водоснабжения

Для обеспечения необходимого качества вода проходит несколько этапов очистки. Вода из подводящего канала №1 участка ГТС через фильтр подается в водопроводный колодец, где проходит механическую очистку на плоских сетках. После механической очистки вода поступает по всасывающим линиям к насосной станции первого подъема участка ГТС, оборудованной тремя насосами 350Д-90Б на следующий этап очистки. Следующий этап очистки воды производится на комплексе сооружений фильтровального блока (БФС) и доводится до уровня нормативных требований по качеству хозяйственно-питьевой воды.[3]

Для обеспечения указанного качества воды принят следующий метод очистки: перемешивание исходной воды с реагентами исходной воды в смесителях, коагуляция сернокислым алюминием и осветление в осветлителях, фильтрование на скоростных фильтрах, обеззараживание жидким хлором. Производительность БФС составляет 20000 м³ воды в сутки.

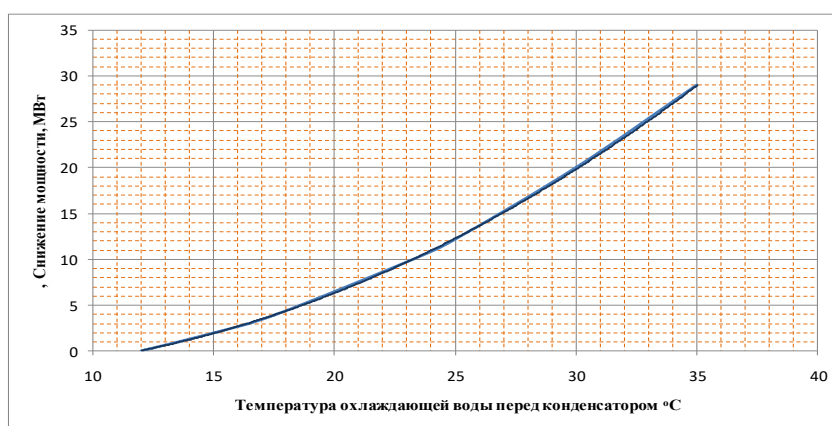
Часть забираемой из природных источников воды после очистки на комплексе сооружений фильтровального блока (БФС) направляется ГПП «Горводоканал» в качестве хозяйственно-питьевой воды для поселка Аксу. Другая часть воды после очистки на БФС используется для собственных нужд станции. Кроме того, вода питьевого качества используется в качестве теплоносителя в тепловых сетях, а также в качестве горячей водоснабжения.

Хозяйственно-питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

Система технического водоснабжения должна обеспечить подачу большого количества холодной воды для охлаждения конденсаторов турбин. На охлаждение одного двухходового конденсатора К 500-240, с расходом пара 430т/час потребуется воды 51480 м³/ч или 14,3 м³/с при норме 60 кг воды на 1 кг пара. Для охлаждения шести конденсаторов потребуется расход воды 85,8м³/с. При включении в работу восьми турбоагрегатов расход воды для охлаждения конденсаторов увеличится до 114,4м³/с. Эта

вода должна охладиться в водохранилище и вернуться в конденсаторы турбин в следующем оборотном цикле. При полном объеме водохранилища 90,14 млн. м³ в 2020 году по статистическим данным произошел 16 кратный полный оборот воды водохранилища за год.

Резерв увеличения эффективности и располагаемой мощности ЭГРЭС-1 имеется в системе технического водоснабжения с водохранилищем- охладителем. Идея создания забора охлажденной воды и сброса тёплой воды в водохранилище в одном месте, в надежде на создание устойчивой стратификации, была осуществлена в системе технического водоснабжения ЭГРЭС-1. Но как показал многолетний опыт эксплуатации электростанции, она оказалась не эффективной из-за ряда дефектов и ошибок, приводящих к появлению этих дефектов. Зависимость величины ограничения мощности турбоагрегата от температуры охлаждающей воды на входе в конденсатор показан на рисунке 3.



Как видно из рисунка 3 снижение температуры воды, поступающей из водохранилища на охлаждение конденсаторов,- позволит повысить эффективность электростанции и снизит расход топлива.

Балансовая схема водопотребления и водоотведения ОАО "Станция Экибастузская ГРЭС-1" представлена на рисунке 4.

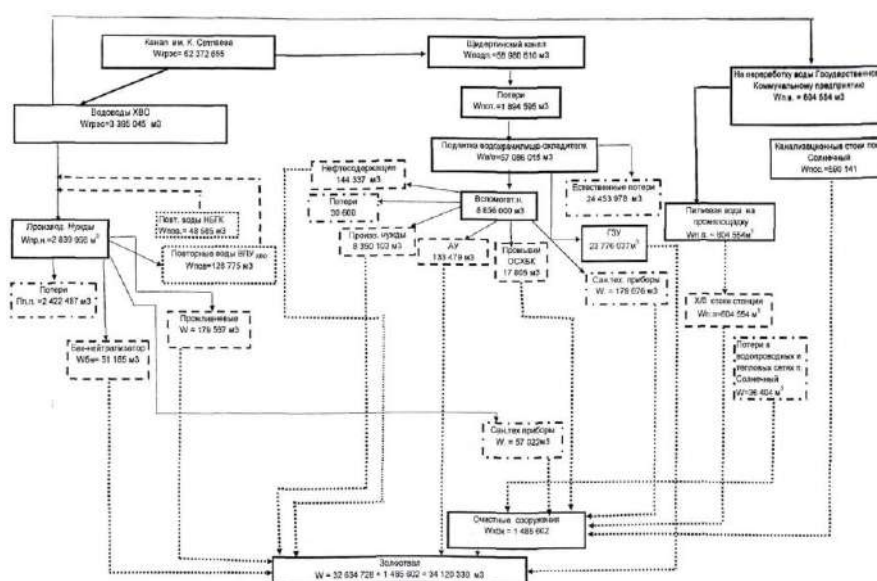


Рисунок 4 – Балансовая схема водопотребления и водоотведения ОАО "Станция Экибастузская ГРЭС-1"

АО «Станция Экибастузская ГРЭС-2» не имеет сброса сточных вод в природные объекты, все образовавшиеся в процессе производства стоки после очистки или без нее направляются в золоотвал. Хозяйственные стоки промплощадки обезвреживаются на сооружениях полной биологической очистки.

Таким образом, в комплексе мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов важное место занимают работы по оценке и нормированию водопотребления и водоотведения с учётом качества потребляемой и отводимой воды.

Список литературы:

1. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. М.: Энергоатомиздат, 1987. – 328с.
2. Лукницкий В.В. Тепловые электрические станции промышленных предприятий. Госэнергоиздат, М.: 1983, С. 409 – 410.
3. Чеканов Г.С., Зорин В.А. Образование и устранение отложений в системах гидрозолоулавливания. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 176с.
4. ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством».
5. Инструкция по проведению оценки воздействия намечаемой и иной деятельности на окружающую среду при разработке предплановой, предпроектной и проектной документации от 28 июня 2007 г. No 204 –П.
6. Приказ Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 16 апреля 2012 года No 110-п (с изменениями и дополнениями на 11.12.2013 г.).
7. Методика разработки проектов нормативов предельного размещения отходов производства и потребления. Приложение No16 к приказу Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 18 апреля 2008г. No 100-п.

УДК 621.311.21; 621.8

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ Г. КЫЗЫЛОРДА

Умбетова Ш.М. ¹ к.т.н., ассоциированный профессор umbetova-37@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-7716-9822>

Мейрамбек Дана ¹ [магистрант, meirambekova2000@mail.ru](mailto:meirambekova2000@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0002-6300-8301>

Ыдырыс Айдана ¹ [магистрант, aidanasaken98@mail.ru](mailto:aidanasaken98@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0001-5379-4647>

¹ Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Республика Казахстан

РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрены работы по совершенствованию технологии механической, физико-химической, биологической очистки сточных вод в Казахстане. Рассматривается технологическая схема канализационных очистных сооружений на примере г.Кызылорда.

Ключевые слова: водопотребление, очистные сооружения, водоемы, флотатор-отстойник, сточные воды, замкнутые системы, загрязняющая вещества.

SUMMARY

The article discusses work to improve the technology of mechanical, physicochemical, and biological wastewater treatment in Kazakhstan. The technological scheme of sewerage treatment facilities is considered using the example of the city of Kyzylorda.

Key words: *water consumption, treatment facilities, reservoirs, flotator-settler, wastewater, closed systems, pollutants.*

Глава государства Касым-Жомарт Токаев в своем Послании народу Казахстана отметил - «Серьезным барьером для устойчивого экономического развития страны является нехватка водных ресурсов. В текущих реалиях эта тема переходит в разряд вопросов национальной безопасности. Сокращение внешнего притока воды усугубляется ее неэффективным использованием – потери доходят до 40%» что означает необходимость полномасштабного внедрения водосберегающих технологий одним из которых является повторное использование сточных вод.

В настоящее время развитие жилищно-коммунального строительства, а также развитие агропромышленного сектора привели к образованию значительных объемов сточных вод вблизи города. Ежегодный объем биологически очищенных сточных вод по г. Кызылорда составляет 6026,91 м³, которая сбрасывается в пруд - накопитель с площадью 532,9 гектаров.

Но однако накопление биологически очищенных сточных вод вблизи города и населенной местности в прудах, на полях фильтрации с частичным сбросом в открытые водоемы не решает проблему их полной утилизации [1-3].

Работы по совершенствованию технологии очистки сточных вод в Казахстане ведутся в направлении усовершенствования и модернизации конструкции очистных сооружений. Очистные сооружения систем водоотведения по охвату объекта канализования, по производительности и по количеству жителей подразделяются на системы: автономные, малые и централизованные [1].

Автономные системы водоотведения обеспечивают сбор и очистку сточных вод от выпусков отдельного жилого дома, коттеджа, отдельного малого предприятия, когда нет централизованной системы водоотведения или нет возможности сброса к ним сточных вод. Местные системы водоотведения должны обеспечивать сбор сточных вод от малых населенных пунктов, вахтовых поселков, отдельно расположенных домов отдыха и санаторий, лагерей, мастерских, цехов и кооперативов. Централизованные системы водоотведения обеспечивают и очистку сбор сточных вод от средних и крупных населенных мест или по территории объектов канализования.

Очистные сооружения систем водоотведения по технологическому процессу и технологии очистки подразделяются на следующие виды: сооружения механической очистки; сооружения биологической очистки в естественных и искусственных условиях; сооружения химической очистки; сооружения физико-химической очистки; сооружения обеззараживания воды; сооружения обработки осадка.

В низовье р. Сырдарья ежегодно образуется, в среднем 1,800 млн. м³ сточные воды. В современном состоянии они характеризуются бикарбонатно – хлоридно-сульфатным составом. Минерализация сточных вод колеблется в пределах 1-3 г/л.

При обследовании и изучении состояния очистки сточных вод на очистных сооружениях г. Кызылорды в основном, отсутствуют локальные очистные сооружения. Промышленные сточные воды без очистки сбрасываются в городские коллекторы и совместно с хозяйственно-бытовыми сточными водами перекачиваются в накопители.

Всего на балансе предприятия имеется 62 канализационных насосных станций, 426,5 км канализационных сетей, станция биологической очистки сточных вод, расположенная в аульном округе Кызылжарма, модульная станция биологической

очистки в поселке Тасбогет. Данные сооружения работая круглосуточно, ведут работы по отводу и очистке канализационных вод. Централизованным канализационным водоотведением охвачено 158580 человек населения города (что составляет 58,2%). Канализационные насосные станции, расположенные в разных районах города, отводят на станции очистки в сутки 21800 м³ сточных вод, поступивших по канализационным системам. Сточные воды, принятые на станциях очистки, очищаются биологическими и механическими способами. Очищенные сточные воды фильтруются и направляются в канал сброса сточных вод.

Технологическая схема канализационных очистных сооружений (КОС) показана на рисунке 1. В данный момент, когда требования к защите водоемов резко возросли, сточные воды, прошедшие биологические очистные сооружения, приходится подвергать дорогостоящей доочистке от консервативных веществ, прошедших сооружения транзитом. При этом доочистке приходится подвергать общий сток значительного объема, что резко увеличивает стоимость доочистки.

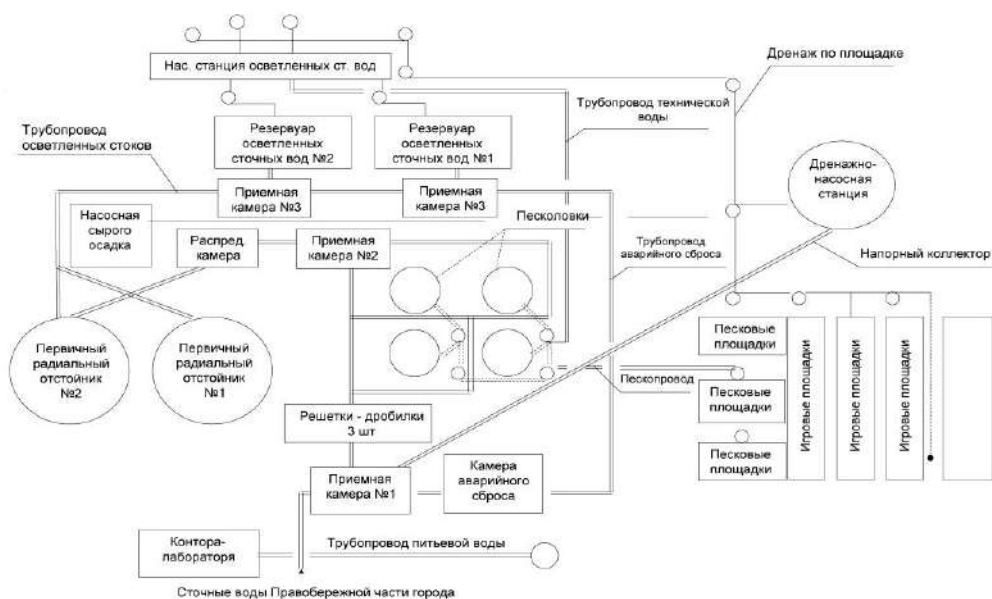


Рисунок 1 - Технологическая схема канализационных очистных сооружений

Эффективность работы очистных сооружений приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Эффективность работы очистных сооружений

Состав очистных сооружений	Наименование загрязняющих веществ, по которым производится очистка	Нагрузка			Эффективность работы		
		М	М	М	Фактические показатели концентрации, мг/дм ³		Степень очистки %
					До очистки (Т ₁)	После очистки (Т ₂)	
Канализационные очистные сооружения промплощадка №3	Аммоний солевой	353,01	8472,33	3092400,00	28,85	0,220	99,2
	Нитраты				-	0,677	-
	Нитриты				-	0,048	-
	Хлориды				414,00	108,93	73,69
	Сульфаты				492,33	117,8	76,06
	Взвешенные вещества				195,800	94,128	51,93

	Сухой остаток			1886,000	478,372	74,64
	Нефтепродукты			0,370	0,010	97,30
	АПАВ			2,300	0,069	97,01
	Фенолы			0,12	0,001	99,34
	БПК ₅			-	2,225	-
	Железо			0,310	0,089	71,38
	Средняя эффективность работы:					82,29

Как видно из таблицы 1 эффективность работы очистных сооружений указывает на высокую степень очистки по загрязняющим компонентам, более 80%.

В условиях бурного научно-технического прогресса, растущего внедрения надежных средств автоматизации и управления экономически и технически целесообразным будет очистка отдельных цеховых стоков на локальных сооружениях от консервативных загрязняющих веществ. В этом случае на общезаводские сооружения должны направляться только такие сточные воды, которые требуют одинакового метода очистки.

При таких схемах канализования предприятий отпадет необходимость в строительстве протяженных и дорогостоящих трубопроводов, снизятся их диаметры, упростятся водные коммуникации, отпадет или упростится система доочистки. Локальная очистка концентрированных стоков даст возможность утилизировать ценные компоненты или упростит, а, следовательно, и удешевит ликвидацию образующихся концентратов.

Следующим фактором прогрессивного решения системы водоохраны является применение высокопроизводительных, эффективных и экономичных технологии и техники очистных сооружений. Известно, что большинство, так называемых, традиционных сооружений являются малопроизводительными и несовершенными. Поэтому уже в ближайший период их необходимо заменить более прогрессивными или модернизированными сооружениями высокой производительности и эффективности.

В пескоулавливания повсеместное применение получают аэрируемые песколовки как более эффективные. Для механической очистки должны широко внедряться модернизированные конструкции вертикальных, радиальных и горизонтальных отстойников. Так, вместо обычных вертикальных отстойников следует применять отстойники с нисходяще-восходящим потоком и с периферическим впуском жидкости. Такие отстойники оказываются в 1,5-2 раза производительнее, чем обычные вертикальные отстойники с центральным впуском воды [2].

Повышенная эффективность этих сооружений механической очистки по сравнению с аналогичными традиционными сооружениями обусловлена улучшением в них гидродинамической обстановки и снижением величины слоя воды, в котором отстаиваются механические примеси. Однако основной принцип работы этих сооружений – гравитационное разделение суспензий и эмульсий за счет разности плотностей воды и распределенной в ней грубодисперсной фазы, остается неизменным. Вследствие этого в таких принципиально однотипных сооружениях нельзя получить значительного увеличения производительности.

Это может быть достигнуто в сооружениях, работающих с использованием иного принципа, например флотационного эффекта. Так, для выделения активного ила из воды, прошедшей очистку в аэротенках, вместо обычного вторичного отстойника предложен флотатор-отстойник, время отстаивания иловой смеси в котором сокращается в 3 раза. Однако наибольшая эффективность для выделения грубодиспергированных примесей может быть достигнута при применении открытых и напорных гидроциклонов и микрофильтров. Эти устройства требуют производственных площадей в 10-20 меньших,

чем для размещения отстойников. Важным преимуществом этих устройств является то, что их можно размещать не только в горизонтальной, но и в вертикальной плоскости, т.е. сооружать многоэтажные установки. Это обстоятельство особенно актуально для реконструируемых предприятий, имеющих, как правило, ограниченную территорию.

Для механической очистки должно быть также перспективным применение осадительных центрифуг, обладающих аналогичными преимуществами. Особое развитие должны получить различные химические и физико-химические методы очистки сточных вод. К числу этих методов в основном относятся реагентные методы обработки воды. При реагентной обработке воды помимо традиционных коагулянтов – хлоридов и сульфатов алюминия и железа должны получить применение высокомолекулярные флокулянты, в частности, полиакриламид (ПАА), полиэтиленимин (ПЭИ) и др. Во многих случаях оказывается эффективным применение одного ПЭИ без солевых коагулянтов. Это дает возможность очистить сточную воду без загрязнения ее солевыми компонентами, что особенно важно при замкнутых системах водоснабжения [4-7].

Особое влияние должно быть уделено окислительным методам очистки с применением в качестве окислителей двуокиси хлора, перманганата калия, перекиси водорода, озона. При этом следует ожидать, что наибольшее распространение должен получить озон. Он обладает высокой реакционной способностью, не требует для получения привозного сырья и не загрязняет воду как хлорные окислители.

Все более широкое применение должны получить методы флотации и фильтрации, обеспечивающие глубокую очистку сточных вод от механических и эмульгированных примесей. Флотация (напорная, электрофлотация) может успешно применяться для очистки сточных вод от многих видов поверхностно-активных веществ (ПАВ). Фильтрация как через традиционный песок, так и через различные загрузочные материалы (горелые породы, керамзит, плавающие синтетические материалы и т.д.), обеспечит высокую степень доочистки сточных вод.

В последнее время возникла новая проблема – глубокая очистка и доочистка сточных вод, обусловленная сильно возросшими требованиями к сохранению чистоты водоемов, в условиях увеличивающегося количества и разнообразия и поступающих в них веществ и кондиционированием их при создании замкнутых систем водоснабжения без сброса сточных вод в водоемы. Для глубокой очистки и доочистки сточных вод используются главным образом различные физико-химические методы, особенно коагуляция с использованием различных реагентов и флокулянтов, флотация, фильтрация через различные загрузочные материалы и сорбция, с использованием гранулированных активных углей. Для очистки воды от биогенных элементов чаще всего применяется коагуляция (для очистки воды от фосфатов) и биологическая денитрификация (для освобождения воды от нитратов). В тех случаях, когда снижение БПК_{полн} ограничено 5-6 мг/л, используются биологические пруды с естественной или искусственной аэрацией. Особенно эффективны биологические пруды с размещенной в них высшей водной растительностью. Вода, прошедшая доочистку в таких прудах, имеет БПК_{полн} до 4 мг/л, и период вентиляции оказывается свободным от биогенных элементов.

Наконец, последним, но весьма сложным и трудоемким процессом в очистке сточных вод является обработка образующихся осадков, в которых оказываются сконцентрированными извлеченные из сточной жидкости загрязняющие вещества. В условиях научно-технического прогресса предпочтение отдается интенсивным методам обработки осадков, вплоть до их сжигания, если они не представляют ценности для утилизации.

Таким образом, охрана окружающей среды, в том числе и водных объектов, является важнейшим государственным делом, накладывающим особую ответственность

на научно-исследовательские и проектные организации, изучающие и внедряющие методы и системы очистки сточных вод и защиты водоемов.

Благодарность: Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования по научным, научно-техническим программам на 2023-2025 годы BR21882415 «Разработка технологии безопасной утилизации сточных вод для полива кормовых культур и древесных насаждений в условиях дефицита воды в Кызылординской области».

Список литературы:

1 Проектирование сооружений для очистки сточных вод. Справочное пособие к СНиП 2.04.03.- 85. - М.: Стройиздат, 1990. - 192 с.

2 Мырзахметов М., Умбетова Ш.М., Кульдеев Е.И. Очистка сточных и оборотных вод предприятий цветной металлургии. // Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы управления водными ресурсами и водосбережения», посвящ.80-летию со дня рождения Н.Кипшакбаева, 27 мая 2014, Алматы, С. 100-104.

3 Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. – Л.: Химия, 1987. – 208 с.

4. Камышникова Е. Обзор методов очистки сточных вод для их применения в орошении сельскохозяйственных культур.Строительство и техногенная – 2015. – № 1(53). – С. 100-111.

5. Додолина В.Т. К вопросу методики оценки пригодности сточных вод для орошения сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1983. – 56 с.

6. Annandale J.M., Gorbunova T.L., Gudkova N.K. Process water and waste management in open cast quarries and the possibility of fine sediments rational use (2021) Sustainable Development of Mountain Territories, 13 (1), pp. 7-15.

7. Nhan V.D., Van Tu N., Nhan, N.T., Huong L.M., Tsarev Y.V., Huong L.T.M. Treatment of wastewater containing aromatic nitro compounds using the A2O-Mbbr method(2018) ChemChemTech, 61 (9-10), pp. 113-119.

УДК 699.86

Р.Ж. Шарипов¹, К.К. Алимова²

(1 Казахстанско-Немецкий университет в г. Алматы,

2 Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, kkalimova@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы и перспективы использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), их преимущества, причины низкой популярности, проблемы и условия эффективного использования в Казахстане.

Annotation. The article discusses the problems and prospects of using renewable energy sources (RES), their advantages, reasons for low popularity, problems and conditions of effective use in Kazakhstan.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, энергетические ресурсы, топливо, энергетика, нетрадиционные источники энергии.

Казахстане, в последние десятилетия, наблюдается неуклонный рост потребления энергии. Этот факт, по мнению ряда экспертов, в ближайшие годы может поставить страну перед проблемой острого недостатка энергии. В связи с этим, активно дискутируется вопрос необходимости строительства атомной электростанции. Однако противники строительства АЭС приводят серьезные доводы, которые трудно опровергнуть:

- более 40% территории страны находится в сейсмоопасной зоне, а в тех регионах, которые ранее не входили в эту зону, порой случаются техногенные землетрясения;
- для функционирования АЭС необходимо значительное количество водных ресурсов, которыми страна не богата;
- острый недостаток высококвалифицированных научных и инженерных кадров для обслуживания АЭС;
- громадные сложности с хранением и утилизацией высокоактивных ядерных отходов. До настоящего времени мировым сообществом не найдено достаточно безопасных способов решения указанной проблемы;
- неблагоприятный экологический фон на территории страны, который может, еще более ухудшиться в случае строительства АЭС.

Выход из столь сложного положения видится в интенсификации внедрения энергосберегающих мер и повышении энергоэффективности во всех отраслях промышленности, жилищно-коммунального сектора, сельского хозяйства, транспорта и использовании в хозяйственном обороте возобновляемых источников энергии (ВИЭ) по примеру ряда развитых в экономическом отношении стран мира. Важно отметить тот факт, что потенциал энергосбережения в стране достаточно объемный и согласно оценкам ряда экспертов составляет от 45% до 50% общего энергопотребления.

Казахстан значительно отстает от ведущих развитых стран как по объему, так и по интенсивности внедрения возобновляемых источников энергии. В какой-то мере это обусловлено высокой первоначальной стоимостью и долгим временем окупаемости оборудования, что делает использование ВИЭ малопопулярным в стране.

Казахстан, имея в своих недрах значительные запасы традиционных энергетических ресурсов, все-таки признает важность развития ВИЭ и рассматривает их как важную составляющую будущей энергетической инфраструктуры. Хотя ВИЭ могут успешно применяться в различных регионах страны, их распространение сдерживается рядом объективных и субъективных факторов:

- отсутствие разнообразных готовых технологических разработок и серийного оборудования, включая специализированную аппаратуру, прогрессивные материалы и компоненты для массового производства. В целях дальнейшего прогрессивного продвижения необходимо совершенствование экономической системы страны, включая развитие инновационных отраслей, создание новых инновационных технологий, поддержку малого и среднего бизнеса, создание рабочих мест, улучшение социальных условий и уровня экологии;
- относительно низкие цены и тарифы на электроэнергию и тепло в регионах с централизованным энергоснабжением по сравнению с другими странами, что снижает экономическую привлекательность возобновляемых источников энергии;
- явно недостаточная информированность представителей государственных органов всех уровней, бизнес-сообщества и населения о возможностях и преимуществах использования возобновляемых источников энергии;
- весьма скудное финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Возобновляемые источники энергии – это источники энергии, которые непрерывно восполняются естественными природными процессами. ВИЭ включают в свой состав

энергию солнечного излучения, энергию ветра, гидродинамическую энергию воды, геотермальную энергию грунта, подземных вод, рек, и водоемов, а также антропогенные источники первичных энергоресурсов, таких как отходы потребления, биомасса, биогаз и другие топливные ресурсы, получаемые из отходов потребления и используемые для производства электроэнергии и/или тепла.

В виду относительно низкого потенциала, в обозримом будущем, ВИЭ вероятно не смогут серьезно конкурировать с традиционной энергетикой в регионах Казахстана, где уже существуют развитые системы централизованного энергоснабжения. В то же время, очевидно, что уже сегодня возобновляемые источники энергии могли бы вносить значительный вклад в решение актуальных проблем в области обеспечения жизнеобеспечения. Например, с использованием ВИЭ можно было бы эффективно решать следующие насущные задачи:

- обеспечение надежного энергоснабжения потребителей тех регионов, куда доставка топлива весьма трудоемка и экономически невыгодна;

- снижение выбросов вредных веществ от энергетических установок, использующих традиционные виды топлива, в городах и населенных пунктах с неблагоприятной экологической обстановкой;

- снабжение потребителей электричеством и теплом, особенно сельскохозяйственных, в регионах, где централизованные системы энергоснабжения не обладают достаточной степенью надежности.

Руководство страны, учитывая тот факт, что доля ВИЭ составляет чуть более 3% от общего объема поставок первичной энергии, ставит цели по достижению увеличения доли возобновляемых источников энергии в производстве энергии до 50% к 2050 году.

Исследования зарубежных и отечественных специалистов демонстрируют эффективность комбинированного использования солнечной энергии, энергии ветра, геотермальной энергии и энергии биомассы. Казахстан располагает значительными ресурсами солнечной энергии, с потенциалом, оцененным специалистами в 2,5 миллиарда кВт/ч в год. Эта энергия может быть использована в разных регионах Казахстана, поскольку около 70% территории страны характеризуется высоким количеством солнечных дней в году, с продолжительностью солнечного облучения от 2800 до 3000 часов.

Гелиоэнергетика

Из множества существующих технологий и устройств, использующих солнечную энергию, наибольшее внимание и широкое практическое применение сегодня получают технологии солнечного теплоснабжения, а также производства электроэнергии. Экономическая эффективность и надежность современных гелиосистем ежегодно возрастает.

Процесс строительства солнечных электростанций в Казахстане постепенно нарастает. Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР) и Фонд чистых технологий (ФЧТ) в 2015 и 2017 годах предоставили средства для финансирования строительства первой и второй фаз солнечной электростанции (СЭС) на станции "Бурное". Эта электростанция расположена в Жамбылской области южного Казахстана, которая является регионом с ограниченными возможностями местного электроснабжения. Солнечная электростанция спроектирована для производства более 144 ГВт*ч электроэнергии в год, что компенсирует выброс примерно 135 000 тонн углекислого газа (CO₂). Это первая коммерческая солнечная электростанция в Казахстане. В мае 2020 года в Акмолинской области введена СЭС «Нура» при поддержке Евразийского банка развития с годовой выработкой в 100 МВт. В настоящее время также действуют солнечные электростанции: «Капшагай» 3 МВт, «Сарыбулак» 4,95 МВт,

«Кентау» 50 МВт, «Жанакорган» 10 МВт, «Шымкент» 20 МВт расположенные соответственно в Алматинской, Туркестанской и Кызылординской областях и в г. Шымкенте.

Ветроэнергетика

Использование ветрового потенциала страны с целью генерации электроэнергии является весьма перспективным направлением. На 2% территории страны средняя годовая скорость ветра превышает 7 метров в секунду. Ветрогенераторы возведенные на этих территориях будут способны обеспечивать производство электроэнергии в объеме 1 трлн кВт-часов в год, что значительно превышает потребности республики. Общий годовой потенциал энергии ветра в Казахстане оценивается в 1,8 трлн кВт-часов, а плотность ветровых ресурсов в некоторых регионах достигает 10 МВт на квадратный километр.

В 2010 году первая ветроэлектростанция мощностью 0,05 МВт была построена в астанинском регионе. В настоящее время в стране действует 18 станций мощностью более 285 МВт, что составляет более 20% энергии вырабатываемой возобновляемыми источниками энергии.

Геотермальная энергия

Казахстан обладает значительными геотермальными ресурсами в основном с низкой и средней температурой ($t \geq 50^{\circ}\text{C}$). Запасы геотермальных ресурсов обнаружены в Прииртышской, Зайсанской, Илийской, Чуйской, Присырдарьинской, Прикаспийской впадинах, Тургайском и Южно-Мангышлакской прогибах. Первые пять из них характеризуются наиболее высокими тепловыми потенциалами геотермальных вод, сильным напором над устьями скважин, низкой минерализацией и немедленно негативным (азотным) газовым составом. Первые пять из них характеризуются наиболее высокими тепловыми потенциалами геотермальных вод, сильным напором над устьями скважин, низкой минерализацией и неагрессивным газовым составом.

В настоящее время геотермальные ресурсы страны нашли минимально ограниченное применение в тепличных хозяйствах, банях, спа-салонах, бальнеологии. Однако потенциал геотермальной энергии достаточен для его использования в системах климатизации зданий, агропромышленном комплексе, на производстве.

В отношении использования геотермальной энергии, тепловые насосы (ТН) заслуживают особого внимания, так как они могут использовать разнообразные источники геотермальной энергии, включая подземные водоносные слои, открытые водоемы, реки и даже сбросное тепло от промышленных предприятий. Тепловые насосы могут преобразовывать эту энергию в полезное тепло, что позволяет снизить энергопотребление и выбросы парниковых газов.

По оценкам специалистов, на данный момент в промышленном секторе, на объектах бюджетной сферы, малого и среднего бизнеса в нашей стране работает всего порядка 450–500 тепловых насосов. Между тем в Казахстане большая потребность во внедрении данных технологий имеется на объектах бюджетной сферы, ЖКХ, в административных зданиях и сооружениях, где затраты на теплоснабжение соизмеримы со стоимостью ТН. Это и есть наиболее приоритетный рынок, так как социально значимые объекты финансируются за счет бюджетных средств (школы, детские сады, больницы и так далее).

Использование теплонасосных технологий в Казахстане может действительно оказать существенное воздействие на энергосбережение и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду. Многие ТЭЦ и промышленные предприятия в настоящее время сбрасывают значительные объемы тепла в окружающую среду с

охлаждающей водой, и внедрение теплонасосных технологий позволит использовать этот тепловой ресурс более эффективно в системах теплоснабжения.

Бытовые отходы

Количество полигонов для захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) в стране превышает 4 тысячи и лишь 307 из них легальны. Отсутствие единой методики расчета переработки вторичного сырья не позволяет точно определить объемы переработанных отходов. Однако ситуация имеет тенденцию к изменению в лучшую сторону. В ряде городов внедряется отдельный сбор бытовых отходов и более 130 предприятий по стране занимаются сортировкой и переработкой ТБО.

С целью решения вопроса получения энергии из ТБО планируется развитие соответствующих технологий и строительство мусороперерабатывающих заводов.

Биомасса

Биомасса, являясь источником энергии, до недавнего времени использовалась весьма неэффективно - либо сжигалась на открытом огне, либо в печах и топках с низкой эффективностью. Использование современных технологий для преобразования биомассы в энергию является экологически более безопасным способом в сравнении с традиционными органическими источниками энергии, такими как уголь.

Существуют различные технологии использования биомассы для получения энергии, такие как прямое сжигание, пиролиз, газификация, анаэробная ферментация для производства биогаза, а также производство спиртов и масел для моторного топлива.

Несмотря на значительный потенциал, производство и использование биогаза в Казахстане пока малоразвито, хотя он мог бы заменить использование традиционных источников энергии в ряде регионов страны. Оценки экспертов показывают, что в Казахстане годовая продукция сельскохозяйственных и птицеводческих отходов, если рассматривать их в сухом весе, составляет 22,1 миллиона тонн, что может привести к производству 8,6 миллиарда м³ газа. Из растительных остатков, составляющих 17,7 миллиона тонн, можно получить 8,9 миллиарда м³ газа. Суммируя эти цифры, можно сделать вывод о том, что общий объем выработанного биогаза эквивалентен 14-15 миллионам тонн условного топлива, что соответствует более чем половине объема добываемой нефти.

Выводы

Современный этап развития энергетики Республики Казахстан характеризуется высокой нестабильностью цен на энергоносители, возрастающей угрозой изменения климата, низкой энергоэффективностью. Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в значительной степени снижает нагрузку от перечисленных проблем. Кроме того, ВИЭ расширяют возможности энергоснабжения, способствуют улучшению экономических и социальных перспектив сельских и отдаленных районов. Таким образом, ВИЭ рассматриваются как инструмент обеспечения устойчивого, гибкого и безопасного энергоснабжения в меняющихся политических и климатических условиях. В связи с этим Республика Казахстан стимулирует развитие и распространение технологий ВИЭ.

Список литературы

1. Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» от 04.07.2009 №165-IV.
2. Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике», утв.

Указом Президента РК от 30.05.2013 №577.

3. Qazaq Solar., Казахстанская ассоциация солнечной энергетики. Информационно-аналитический журнал №2, апрель 2020 г.

4. Веб-версия журнала Forbes- Kazakstan, №35 (июль 2019).

6. Эдер Барбара, Шульц Хайнц. Биогазовые установки. Практическое пособие, Zorg Biogas, 2008 г.

7. Дробышев, А.; Балтаханова, А. Перспективы и проблемы развития ветроэнергетики в Казахстане//Казахская академия транспорта и коммуникаций им.М. Тынышпаева – 2017. - Алматы, Казахстан. –№3.

UOT 621. 311. 2. 22

İSTİLİK SİSTEMLƏRİ ÜÇÜN SU HAZIRLIĞI

Ələsgərov Gülağa Ağami oğlu, Ələsgərli Leyla Kamil qızı,
Əlizadə Sədaqət Tofiq qızı, Mansurov Müşfiq Məmmədəli oğlu
Azərbaycan Mememarlıq İnşaat Universiteti
gulaqa@rambler.ru

Xülasə: İstilik şəbəkələri üçün əlavə su hazırlanarkən tərkibindəki kalsium codluğu və ümumi qələvilik mümkün qədər aşağı salınmalıdır ki, onun keyfiyyətinə göstərilən normativ qiymətdən yuxarı olmasın.

Bu məqsədlə suyun müxtəlif üsullarla tam və ya qismən yumşaldılması üçün qələviliyin aşağı salınması ilə yanaşı müxtəlif metodlardan geniş istifadə edilir. Məqalədə tətbiqi mümkün olan ikiselli və əksaxımlı regenerasiya üsulundan istifadə etməklə suyun hazırlanma üsulunun yeni sxemi göstərilmişdir.

Açar sözlər: *istilik mənbəyi, istilik şəbəkəsi, ərp, şlam, karbonatlı çöküntülər, ikiselli süzgəc, əks axımlı süzgəc.*

ПОДГОТОВКА ВОДЫ ДЛЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ Алескеров Г.А., Алескерли Л.К., Ализаде С.Т., Мансуров М.М.

Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет

Резюме: При подготовке добавочной воды для тепловых сетей, нужно максимально снизить кальциевую жесткость и общую щелочность в её составе для того чтобы их показания не были выше требуемых нормативных значений качество воды.

С той целью для полного или частичного умягчения воды различными способами наряду со снижением щелочности широко используют и различные методы.

В статье показано новая схема водоподготовки с использованием двухпоточного и противоточного способа регенерации.

Ключевое слово: *тепловой пункт, тепловые сети, накипь, шлам, карбонатный осадок, двухпоточный фильтр, противоточный фильтр*

İstilik təchizatı sistemlərində enerjinin saxlanması nəzəriyyəsinə əsaslanaraq istilik daşıyıcıların enerji mübadilə effektivliyini yüksəltmək istiqamətində kifayət qədər elmi işlər aparılmış və əldə edilmiş nəticələr qənaətbəxş sayılsa da bu istiqamətdə tədqiqat işlərinin davam etdirilməsinə ehtiyac var.

Enerji hasil edilən mənbələrdən (rayon mərkəzi qazanxanalar, kiçik gücə malik yerli istilik sistemləri) tələbatçılara enerji daşıyıcıları vasitəsilə (su və ya su buxarı) nəql edilir

və müəyyən itkilərə məruz qalır, sistemin dayanıqlığı pozulur, sistem rentabelsiz işləyir. Enerji itkilərinin bir qismi enerji daşıyıcıların sistemdən axması, daşıyıcı xəttlərin nasazlığı və enerji daşıyıcıların cirkülənməsi nəticəsində baş verdiyindən sistemə əlavə su verilməsi zərurəti yaranır. İtkilərin qarşısını almaq və sistemin normal işini təmin etmək üçün qabaqlayıcı tədbirlər görmək lazımdır. Bu zaman enerji daşıyıcısı-sy və buxarın keyfiyyəti tətbiq sahəsindən asılı olaraq qəbul edilmiş norma və tələbləri cavab verməlidir

İstilik təchizatı sistemlərindən itirilən itkilərini əvəz etmək və sistemin uzun ömürlülyü təmin etmək üçün verilən əlavə suyun keyfiyyətini artırmaq vacib şərtlərdən biridir.

İstilik-güc və şəbəkə avadanlıqlarının qızma səthlərində ərpın çökməsinin, suda şlamın yaranmasının və daxili səthlərin korroziyaya uğramasının qarşısının alınması üçün şəbəkə suyunun tərkibindəki müəyyən maddələr ya tamamilə xaric edilməli, ya da müəyyən həddə qədər azaldılmalıdır. Ərpın və şlamın əmələ gəlməsi ilkin suda codluq və qələvilik ionlarının olması ilə şərtləndiyindən bu ionların qatılıqlarının müəyyən buraxıla bilən həddə qədər azaldılması üçün müxtəlif metodlar məlumdur. Bu metodlara reagentlərlə emal, iondəyişmə üsulları ilə yumşaltma, turşulaşdırma, maqnit aparatlarından keçirməklə emal və s. üsulları aid etmək olar. Ərp əmələ gətirən ionları ləğv etmək üçün sistemə verilən su yuxarıda sadalanan emal prosesinin hər hansı birinə uğradılır. Bu zaman əldə edilmiş su keyfiyyətcə istilik təchizatı sistemləri üçün qəbul edilmiş normativ sənədlərdə nəzərdə tutulmuş şərtləri ödəməlidir[1-3].

İstilik təchizatı sistemlərində duzsuzlaşdırılmış, dərin yumşaldılmış su növləri ilə xarakterizə edilir.

Məqalədə istilik şəbəkələri üçün hazırlanan xüsusi tərkibli suların istehsalının ekoloji cəhətdən təmiz texnoloji sxemlərinin ekoloji aspektlərinin təhlili verilmişdir.

AzMIU-da işlənmiş su hazırlama texnologiyaları istilik şəbəkəsi sisteminin səmərəliliyini yüksəltməyə imkan verir. Bu texnologiyaların digər texnologiyalardan fərqli xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, suyun emal edilməsi zamanı regenerasiya məhsulu kimi əmələ gələn tullantı sularındakı kalsium və maqnezium codluq əmələ gətirən ionlar əlavə reagentlərdən istifadə etmədən prosesini özündə çökdürülür. Əmələ gələn məhlullar emal və regenerasiya prosesində ləğv edilir və su hazırlama qurğusunun axıntısızlığını təmin edir. Əlavə suyun emalı tətbiq dairəsi geniş olan üsullardandır[1-3].

Axıntı sularının azaldılması reagent sərfinin stexiometrik miqdarında istifadəsini təmin edən texnologiyaların tətbiq edilməsilə bağlıdır. Bu zaman emal edilmiş sularda çökmə ehtimalı daha çox olan cod ionlarının qalması karbonat və qeyri – karbonatlı çöküntülərin əmələgəlmə prosesini artırır. Bu isə ekoloji yanaşmada bir sıra tədbirlərin görməsi və normalara tam müvafiq olmaması aspektində əlavə tamamlayıcı tədbirlərin görülməsini tələb edir.

Ənənəvi axıntısız su hazırlama texnologiyasında ilkin su şəffaflaşdırıcı qurğusunda emal edilərək su çəninindən nasos vasitəsi ilə mexaniki kationit süzgəclərindən keçirilərək yumşaldılır su isə istilik şəbəkəsinə verilir. Regenerasiya edilmiş axıntı suları çənə yığılaraq nasosu vasitəsi təkrar emal etmək üçün növbəti emal çəninə verilir və işlənmiş məhlul əhəng–soda ilə təkrar emal edilir. Emal edilmiş su bir neçə mərhələdən keçirildikdən sonra buxarlandırıcıda buxarlandıraraq quru duz halına gətirilərək dəmir–betondan hazırlanmış və izolə edilmiş yeraltı anbara doldurularaq mühafizə edilir.

Baxılan sxem, mürəkkəb həcmli avadanlıqlardan və utilizə edilmədən yerin dərinliklərində basdırılan duz məhlullarının anbarlarından, tikintisi bəhə başa gələn istisimarnı mümkün edən bir sxemdir. Axıntı sularının ləğvi mümkün olsada, emalı xərclərinin çoxluğundan bu cür sxemlər istifadəyə yaramır. [4] .

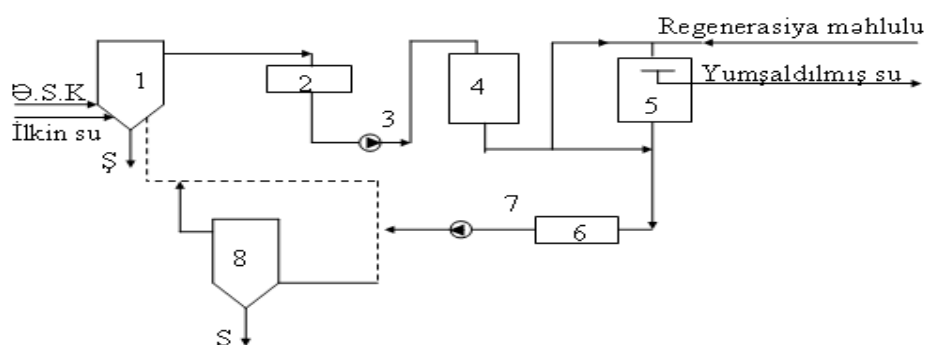
Bildiyimiz kimi suyun hazırlanmasının mövcud üsullarından biri olan ion mübadilə üsulu ilə əlavə suyun hazırlanmasının ənənəvi texnologiyaları, ionitin işçi mübadilə tutumunun az olması nəticəsində daha çox tullantı sularının yaranması və onların ləğvinin əlavə kapital qoyuluşu tələb etməsi kimi çatışmazlıqları ilə səciyyəlidir

İstilik şəbəkəsində qidalandırıcı suyunun hazırlanmasında mövcud qurğularda texnoloji proseslərin təkmilləşdirilməsilə yeni üsul və sxemlər işlənmək mümkündür[5].

Digər bir istiqamət, su hazırlığının ənənəvi ion mübadilə texnologiyasına müdaxilə etmədən, axıntı sularının xüsusi qurğularda emal və utilizasiyasını nəzərdə tutan texnologiyaların tətbiqidir. Aşağıdakı şəkildə suyun kationit süzgecində yumşaldılması prosesi onun düz axımlı sxem üzrə süzgecdən yuxarıdan-aşağıya doğru istiqamətdə süzülməsi ilə təmin edilir.

Bu zaman süzgeclərin bərpa edilmə prosesi regenerasiyaedici məhlulun süzgecə ikiselli yuxarıdan və aşağıdan verilməsi və işlənmiş məhlulların ionit təbəqəsinin aralıq fazasında yerləşdirilmiş orta drenaj sistemindən götürülməsi ilə yerinə yetirilir. Şəkil ikiaxımlı süzgecə emal ediləcək su ikiselli – yuxarıdan və aşağıdan daxil olur, yumşaldılmış su isə ionit təbəqəsinin aralıq hissəsində quraşdırılmış orta drenaj sistemindən xaric edilir. Süzgecin regenerasiyası, məhlulun yuxardan-aşağıya doğru istiqamətində aparılır. Göstərilən birinci texnoloji sxemdən yüksək keyfiyyətli yumşaldılmış su tələb olunduqda, tətbiq etmək məqsədə uyğundur. Yumşaldılmış suyun keyfiyyətinə yüksək tələbat qoyulmadıqda digər sxemdən istifadə etmək daha münasibdir.

Ekoloji baxımında regenerasiyaedici məhlulu kimi NaSO_4 –dən istifadə kationit süzgeclərinin işlənmiş məhsullarının miqdarını azaltmağa imkan verir. Bu zaman işlənmiş məhlulların tərkibindən kifayət qədər gips ayrılmış olur.



Təklif edilən texnoloji sxeml deyilən çatışmamazlıqları aradan qaldırmağa imkan verməklə yanaşı o həmçinin köhnə və işlək vəziyyətdə olan süzgeclərdə konstruktiv dəyişiklik etmədən texnoloji göstəricilərini yüksəldilməyə və tullantı suların ləğvi edilməsinə imkan yarıdır. Ona görə də emal və regenerasiya rejimlərini təkmilləşdirərək, stexiometrik miqdarda reagentlə regenerasiya edilmiş ionit süzgecinin texnoloji göstəricilərini yüksəltməyə yönəlmiş bu cür axıntısız ekoloji təmiz və iqtisadi səmərəli su hazırlama texnologiyasının işlənilməsi və tədqiq edilməsi aktual məsələdir [1].

Hal hazırda tətbiq edilən texnoloji üsulun bir sıra üstünlüklərinin olmasına baxmayaraq onu bir daha təkmilləşdirilməsi məqsədilə yeni regenerasiyalı texnoloji üsulu işlənilib hazırlanması məqsədəuyğun hesab edilir.

Ədəbiyyat

1. Фейзиев Г.К. Высоко-эффективные методы умягчения, опреснения и обессоливания воды. Баку.: 2009, 441 с.
2. Методические указания по проектированию ТЭС с максимально сокращенными стоками. // Боднарь Ю.Ф., Быстрова Т.Ф., Гронский Р.К., Федосеев Б.С., Фейзиев Г.К., и др. - Москва: ВТИ, ВНИПИЭНЕРГОПРОМ, АЗИСИ, 1991. 152 с.
3. Лифшиц О.В. Справочник по водоподготовке котельных установок. Москва: Энергия, 1976. 288 с.
4. Feyziyev H.Q., Cəlilov M.F. İstilik təchizatı, dərslük. AZKONД, 2008.-651с.
5. Ələsgərov G.A. İstilik şəbəkələri üçün kimyəvi üsulla qidalandırıcı suyun axıntısız hazırlanması. Monoqrafiya. Bakı, Elm, Bakı-2001, 96 s.

BÖLMƏ III TİKİNTİNİN TƏŞKİLİ, İDARƏ EDİLMƏSİ və İQTİSADİYYATI

Abasova Pərvin Fərhad qızı
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
absprvn@gmail.com

RƏQƏMSAL İQTİSADİYYAT VƏ İNFORMASIYA TEXNOLOGİYALARININ İNKİŞAFI

Summary. Business Efficiency: Information technology makes business processes faster and more efficient. This allows for increased capital and labor productivity and more efficient production of goods and services.

Customer Service and Information Sharing: Through information technology, companies can better serve their customers and share more information. This helps to increase customer confidence.

Competitiveness: A rational economy allows countries to be more competitive. This gives an opportunity to create new innovations and business models, enter new markets and take a more concrete position in the world market.

Creativity and Innovation: Information technology encourages creative collaboration and innovation. Digital business areas create a more favorable area for the development and creation of new products and services.

Connectivity to the Global Economy: Information technologies allow countries to participate more in the world market and establish global connections. It helps to expand trade, investment and contacts between countries.

New jobs: Significant economic growth leads to the creation of new jobs. It creates new job opportunities for specialists in the field of information technologies.

Açar sözlər: rəqabət, rəqəmsal iqtisadiyyat , informasiya texnologiyaları, innovasiya, global münasibətlər

Keywords: competition, digital economy, information technologies, innovation, global relations

İnformasiyanın idarə edilməsi və təhlili: Rəqəmsal iqtisadiyyatın inkişafı informasiyanın daha tez və effektiv şəkildə işlənməsinə və təhlilinə imkan verir. Bu, şirkətlərə daha yaxşı qərarlar qəbul etməyə və kapitallarını idarə etməyə kömək edir.

Rəqəmsal iqtisadiyyatın və informasiya texnologiyalarının inkişafı ölkə iqtisadiyyatının daha konkret və sürətli inkişafına gətirib çıxarır. Bu inkişaf kapital sahiblərinə, biznes sahiblərinə, təşkilatlara və cəmiyyətə əlavə xüsusiyyətlər və imkanlar təqdim edir.

Ədədi iqtisadi və informasiya texnologiyalarının inkişafı ölkə iqtisadiyyatının məhsuldarlığının və rəqabət qabiliyyətinin artırılması və ümumiləşdirilməsində mühüm rol oynayır. Bu inkişafın bir neçə əsas tərəfi var:

Texnologiyaların inkişafı: İnformasiya texnologiyaları iqtisadiyyatın müasir inkişafının əsasını təşkil edir. Bu, kompüterlər, İnternet, mobil qurğular və digər texnoloji cihazlar vasitəsilə məlumatın idarə edilməsi, mübadiləsi və emalı prosesinin geniş spektrini əhatə edir.

Texnologiyaların inkişafı iqtisadiyyatın və cəmiyyətin müasir inkişafında əsas rol oynayır. İnformasiya texnologiyaları iqtisadiyyatı bir sıra əsas təsirlərlə dəyişir və tamamlayır:

Biznes Sahəsinin Təkmilləşdirilməsi: İnformasiya texnologiyaları biznes sahəsində avtomatlaşdırılmış və effektiv prosesləri təmin edir. Bu, məhsul və xidmətlərin istehsalını və idarə edilməsini sürətləndirir.

Yaradıcılıq və İnnovasiya: Texnologiyalar yaradıcı əməkdaşlıq və innovasiyaları təşviq edir. Bu, yeni məhsulların, xidmətlərin və biznes modellərinin inkişafına imkan verir.

İnternet ticarəti: İnternet və informasiya texnologiyalarının inkişafı onlayn ticarətin və e-mağazaların populyarlığını artırır. Bu, şirkətlərə daha geniş müştəri bazası ilə əlaqə qurmaq imkanını verir.

Qlobal Münasibətlər: İnformasiya texnologiyaları dünya daxilində və xaricində şirkətlər, təşkilatlar və insanlar arasında daha asan və sürətli əlaqələr təmin edir. Bu, beynəlxalq ticarəti və əməkdaşlığı təşviq edir.

Biznes Fəaliyyətlərinin İdarə Edilməsi: İnformasiya texnologiyaları şirkətlərin məlumat idarəetməsini və biznesin idarə edilməsini təkmilləşdirir. Bu, qərarların daha yaxşı və effektiv şəkildə qəbul edilməsini təmin edir.

Biznesin təhlili və proqnozlaşdırılması: İnformasiya texnologiyaları analitik proseslərdə məlumatın işlənməsinə imkan verir. Bu, təhlil və proqnozlaşdırma üçün şirkətləri dəqiq situasiya məlumatları ilə təmin edir.

Biznes Təhlükəsizliyi və Ətraf Mühit: İnformasiya texnologiyaları müəssisələrə daha az kağız istifadəsi ilə işləməyə və tullantıları azaltmağa kömək edir. Bu, ətraf mühitin qorunmasına kömək edir.

Belə texnologiyaların inkişafı iqtisadiyyatı daha konkret və daim dəyişən sahəyə çevirir. İnformasiya texnologiyaları ilə bağlı inkişaf dünya əməliyyatlarını və iqtisadi prosesləri dəyişir və hər sahədə böyük effektlər yaradır.

Rəqəmsal Transformasiya: Bir çox ölkələr öz iqtisadiyyatlarını daha rəqəmsal şəkildə dəyişməyə çalışırlar. Bu, informasiya texnologiyalarının daha çox biznes sahəsinə və hətta təhsilə tətbiqi ilə bağlıdır.

İnternet Biznes Sahəsi: İnternet ticarət, xidmətlər və bəzi iqtisadi sahələr üçün böyük inkişaf sahəsidir. Onlayn ticarət, reklam, sosial media və bir çox başqa imkanlar bu sahəni təşkil edir.

İnformasiyanın Emalı və İntellektual Analitika: İnformasiya texnologiyaları məlumatın effektiv işlənməsi və analitika üçün müasir alətlər təqdim edir. Bu, şirkətlər üçün strategiya qərarları qəbul edərkən və problemləri həll edərkən faydalıdır.

İnformasiyanın təhlili: Kəmiyyət iqtisadiyyatı informasiyanın toplanması və təhlili vasitəsilə daha məhsuldar iqtisadi proseslərin inkişafına imkan verir. Bu, siyasətçilərə, iş adamlarına və cəmiyyətə məlumat vermək üçün istifadə olunur.

Rəqəmsal Ticarət və Maliyyə: İnformasiya texnologiyaları ticarət və maliyyə sahələrində də dəyişikliklər yaradır. Kripto aktivlər, onlayn bankçılıq və elektron müştəri xidmətləri kimi yeniliklər bu sahədə xüsusi nümunələrdir.

Rəqəm təhrifi: Rəqəmsal iqtisadiyyatın inkişafı həm də məlumatların təhlili və emalı prosesləri ilə bağlı riskləri artırır. İnformasiyanın qorunması və təhlükəsizliyi bu sahədə mühüm rol oynayır.

Bu maddələrlə yanaşı, rəqəmsal iqtisadiyyatın inkişafı əmək bazarını dəyişir, yeni ixtisas sahələri yaradır və insanların həyat tərzində və biznes proseslərində daimi dəyişikliklərə səbəb olur. Bu inkişaf ölkələrin iqtisadiyyatlarını daha müasir və konkret formaya salmağa kömək edir.

Nəticə:

Rəqəmsal iqtisadiyyatda əməliyyatlar əsasən məlumatdan asılıdır. Bu, məlumatın məxfiliyinin pozulmasına səbəb ola bilər. Bu, məlumatın icazəsiz şəxslər tərəfindən əldə edilməsi və sui-istifadəsi riskini artırır. Kütləvi iqtisadi artımın inkişafı kiberfirtınaların və bolluğun artmasına səbəb ola bilər. Kiber epidemiyalar informasiya sistemlərinə nüfuz etmək,

məlumatları oğurlamaq və ya zərər verənlərdən məlumatı gizlətmək və ya ictimaiyyət üçün mövcud olan məlumatları manipulyasiya etmək üçün istifadə olunur. İnformasiya texnologiyalarının inkişafı informasiya fəallarının və antiinformasiya fəallarının məlumatı manipulyasiya etməyə və ya yaymağa cəhd etdikləri bir arena yaradır. Bu məsələlər Şərqi ölkələri arasında da siyasi alət kimi istifadə olunur. Rəqəmsal iqtisadiyyatın inkişafı beynəlxalq ticarət və maliyyə əməliyyatlarında daha çox məlumatın paylaşılmasına və ixracına səbəb ola bilər. Bu, üçüncü ölkələr və təşkilatlar tərəfindən məlumatın əldə edilməsi və sui-istifadə edilməsi riskini artırır. Böyük iqtisadi iqtisadiyyatın inkişafı, informasiya maraqlarının qanunvericiliyə qarşı məsuliyyəti və məhkəmələrə təqdim edilməsi onu daha da mürəkkəbləşdirir. İnformasiyaya sahiblik, məlumatdan qeyri-qanuni istifadə, təhlükəli texnologiyalara qarşı ehtiyat tədbirlərinin görülməsi kimi məsələlər daha da aktuallaşır.

Bu risklərə cavab vermək üçün ölkələr və təşkilatlar məlumatın təhlükəsizliyini artırmaq və məlumatı qorumaq üçün müxtəlif tədbirlər və siyasətlər həyata keçirirlər. Bu, məlumatın məxfiliyini, təhlükəsizliyini və bütövlüyünü təmin etmək məqsədi ilə müxtəlif texniki və təşkilati şərtləri təmin edir.

Ədəbiyyat siyahısı:

1. [http://www.anl.az/down/meqale/sdu_elm_xeber/2020/03/798633\(meqale\).pdf](http://www.anl.az/down/meqale/sdu_elm_xeber/2020/03/798633(meqale).pdf)
2. Введение в «Цифровую» экономику / А.В. Кешелава В.Г. Буданов, В.Ю. Румянцев и др.; под общ. ред. А.В. Кешелава ; гл. «цифр.» конс. И.А. Зимненко. М. : ВНИИГеосистем, 2017
3. Информационные системы управления производственной компанией / Под ред. Н.Н. Лычкиной. М. : Юрайт, 2017. 250 с.
4. Введение в «цифровую» экономику / А. В. Кешелава, В. Г. Буданов, В. Ю. Румянцев; под общ. ред. А. В. Кешелава ; гл. «цифр.» конс. И. А. Зимненко. — М. : ВНИИ геосистем, 2017. — 28 с

Агаева Кёнуль Асаф кызы

Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-7455-073X>

konul.aghayeva@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Резюме. Строительная отрасль является одной из очень важных отраслей экономики. Данная отрасль эффективна в увеличении валового национального продукта, создании рабочих мест, повышении социально-экономического благосостояния и обеспечении экономического развития, оказывая положительное влияние на макробаланс в экономике страны. Это один из секторов, который оказывает наибольшее влияние на экономику, особенно благодаря тому, что он является одним из секторов-локомотивов и обладает высоким потенциалом рабочей силы, а также его вкладом в рост и развитие других основных и подотраслей. Учитывая, что преимущества последних технологических разработок и концепций, таких как «Индустрия 4.0», широко обсуждаются, становится ясно, что строительный сектор не должен оставаться в стороне от этих разработок. Для этих целей в данном исследовании обсуждается влияние приложений искусственного интеллекта, которые очень актуальны в последние дни, на строительную отрасль с учетом их экономического аспекта. В результате исследования было установлено, что за счет применения моделей искусственного интеллекта в строительном секторе можно

добиться более быстрых, эффективных и безошибочных результатов, а также сэкономить средства и время. По этой причине представляется, что расширение использования искусственного интеллекта в строительной отрасли выгодно во многих аспектах.

Ключевые слова: информационная модель здания (BIM), искусственный интеллект, сложность проектов, управление строительством, управление недвижимостью, координация, организация.

Abstract. The construction industry is one of the very important sectors of the economy. It is effective in increasing the gross national product, creating employment, enhancing socio-economic well-being and promoting economic development, having a positive impact on the macro balance of the country's economy. It is one of the sectors that has the greatest impact on the economy, especially due to the fact that it is one of the powerful sectors and has a high labor force potential, as well as its contribution to the growth and development of other major and sub-sectors. With the benefits of recent technological developments and concepts such as Industry 4.0 being widely discussed, it is clear that the construction sector should not be left out of these developments. For these purposes, this study discusses the impact of artificial intelligence applications, which are very popular in recent days, on the construction industry, taking into account their economic aspect. The study found that by applying artificial intelligence models in the construction sector, faster, more efficient and error-free results as well as cost and time savings can be achieved. For this reason, it appears that the increasing use of artificial intelligence in the construction industry is beneficial in many ways.

Keywords: Building Information Model (BIM), artificial intelligence, complexity of projects, construction management, real-estate management, coordination, organization

Скорость, с которой бизнес-риторика в менеджменте перешла от больших данных к машинному обучению и искусственному интеллекту (ИИ), ошеломляет. Однако соответствие между риторикой и реальностью – это совсем другое дело. Большинство компаний из всех сил пытаются добиться какого-либо прогресса в создании возможностей анализа данных: 41% руководителей сообщают, что они вообще не готовы использовать новые инструменты анализа данных, и только 4% говорят, что они «в значительной степени» готовы для выполнения задач, которые обычно требуют человеческого познания, включая адаптивное принятие решений. Значительные успехи были достигнуты в некоторых приложениях ИИ, таких как распознавание образов и языковой перевод, а также глубокое обучение с использованием нейронных сетей в некоторых контекстах, богатых данными, что приблизило нас к настоящему ИИ. Тем не менее, что касается управления сотрудниками, где обещание более сложных решений озвучивается громко и часто, лишь немногие организации вообще перешли на стадию больших данных. Только 22% фирм говорят, что они внедрили аналитику в области управления персоналом (HR), и насколько сложной является аналитика в этих фирмах, совершенно неясно.

Термин искусственный интеллект (ИИ) используется с 1950-х годов прошлого века. Часто предстоящее равенство природы и искусственного интеллекта предсказывалось и откладывалось. Концепции искусственного интеллекта были разработаны в соответствии с пониманием естественного интеллекта и получили широкое признание, но зачастую человеческий разум понимался немного дальше, и поэтому искусственные попытки не успевали за ним. С предстоящим ростом доступной вычислительной мощности древние принципы были возрождены и теперь достигают высот, которые, кажется, действительно способны конкурировать с человеческим мозгом. Не так уж много фундаментальных концепций изменилось, но сложность результатов открывает поразительные высоты.

Искусственный интеллект кажется многообещающим подходом к решению проблем, которые бросают вызов человеческому разуму, либо из-за огромного объема данных, процессов, либо, в частности, из-за заданной сложности. При таком развитии событий и наблюдении за растущим числом публично известных катастрофических проектов управление строительством такого масштаба фактически выходит за рамки ограниченного человеческого разума [8]. Управление строительством — это всего лишь эффективная организация большого числа участвующих людей или групп и столь же большого количества технических элементов строительства или, более абстрактно, виртуальных единиц, таких как действия, услуги и затраты, включая их обширный набор нелинейных связей. [20]. Очевидно, что поведение системного «строительного проекта» является эмерджентным [3], и задача управления строительством будет состоять в том, чтобы, тем не менее, с высокой уверенностью вести его в пределах очень узкого коридора к очень жесткой цели с точки зрения времени и возможностей. [13]. Если это выходит за рамки возможностей человека, будет ли это в пределах возможностей ИИ?

При применении ИИ в строительстве первым делом необходимо разработать набор правил, обеспечивающих правильное решение сложной задачи и получение правильных результатов. Эти правила и инструкции, развивающиеся от одного четко определенного состояния к следующему, также четко определенному состоянию, обрабатываются для огромных объемов данных или в течение длительного времени, возможно, неоднократно или итеративно. Результирующее поведение выглядит как «ИИ», но все входные данные заранее запрограммированы, включая все предсказуемые частные и специфические ситуации. Это применяется к классическим процессам программирования и, таким образом, ставит проблему формулирования кратких, но абсолютно строгих правил и инструкций, которые представляют полное и сложное поведение. В управлении строительством эта концепция используется, например, в рамках программного обеспечения для калькуляции, где значения отдельных элементов точно присваиваются узлу в рамках однозначной структуры и локально обрабатываются там в соответствии с очень четкими правилами.

Другой подход в применении ИИ к строительству заключается в наличии комментариев и оценки для управления строительством. Этот подход широко используется в управлении строительством, но, тем не менее, он основан исключительно на человеческом подходе. Любое не совсем понятное развитие системы не может быть сведено к инструкциям и, следовательно, никогда не подлежит активному моделированию. Таким образом, это не дает никакого прогресса в решении проблем, выходящих за рамки человеческих возможностей.

Если локальные правила четко определены, то есть система совершенно хорошо известна, то результирующий характер фактически отражает ожидаемую реальность (не считая некоторых артефактов, возникающих из-за несовершенства моделирования и выполнения локальных правил). Это фундаментальный подход к моделированию, который в основном используется при итеративной обработке. Математические средства моделирования систем этого типа, близких к состоянию равновесия, хорошо известны и в конечном итоге приводят к набору линейных дифференциальных уравнений [17]. Вдали от равновесных состояний методы анализа матрицы смежности позволяют исследовать роль участвующих элементов в обеспечении устойчивости системы [4].

На этом фоне возникает вопрос, в какой степени функционирование строительных процессов, то есть управление строительством, связано и полностью определяется имеющимися правилами и информацией [15]. При планировании задаются все условия, так как есть виды деятельности, связи и фиксированные даты.

Остается задача найти оптимальное решение проблемы минимизации времени строительства при соблюдении всех заранее определенных условий, что является обычной, хорошо понимаемой задачей [12,17, 19]. Пока проблему можно разделить на два независимых сегмента. Во-первых, ситуация должна быть полностью и точно описана ранее, а во-вторых, к задаче оптимизации может подойти любой механизм, подверженный воздействию ИИ или человеческого интеллекта, не нарушая основных принципов, таких как генерирование энтропии. Однако основная задача будет состоять в том, чтобы описать ситуацию соответствующим образом. Математическая полнота невозможна, поэтому все сводится к оценке соответствующих проблем, которые необходимо смоделировать. Опять же, это тоже может быть подвергнуто причинному рассуждению, но на фоне отдельных больших и сложных проектов кажется невозможным и поэтому снова становится решающим делом творческого ума. Исходя из этого, от алгоритмов ИИ в принципе необходимо ожидать только поддержки, а не замены каких-либо фундаментальных процессов.

Заключение. С учетом рыночной ситуации представляется сложным решить задачу эффективной организации строительства (услуг) на основе только человеческого интеллекта. Это, по-видимому, связано с тем, что поведение проектной организации демонстрирует явно сложное эмерджентное поведение и, следовательно, не может быть легко предсказано с помощью определения локальных правил. На этом фоне применение сверхчеловеческого интеллекта ИИ тормозится от некоторых принципиальных проблем: уже используемые и устоявшиеся императивные и объектно-ориентированные подходы охватывают все области, где могут быть установлены четкие правила, например: на основе BIM, включая Operational BIM, где стоимость и время реализованы как более высокие измерения. Однако это ограничивается фактически и договорно предопределенными и зафиксированными неопровержимыми фактами. Ситуация меняется, как только речь заходит об услуге организации, включающей в себя средства координации для эффективного распределения информации и мотивации, например, при распределении стимулов посредством заключения контракта [16]. В этом контексте локальные действительные правила недоступны, что приводит к явным ошибкам в прямом применении императивных объектно-ориентированных методов. Попытка использовать нейронные сети для разработки таких правил менее четким способом страдает от отсутствия широко доступных данных, поскольку они не публикуются. На уровне компании объем доступной информации слишком ограничен, чтобы обеспечить статистически значимые результаты. Разбиение сложных ситуаций, требующих решения, на более мелкие отдельные подзадачи позволяет увеличить общность ситуаций, и тем самым также увеличивается общий объем информации. Более того, принимая во внимание, что эти обобщенные ситуации больше не являются специфичными для конкретной компании и, следовательно, могут быть опубликованы, база данных становится серьезной. Таким образом, единственной остающейся сложной задачей является предварительное представление обособленных сложных систем в виде ряда менее сложных подсистем, что служит предпосылкой любой ручной или алгоритмической обработки, создающей конкретную организацию. Однако именно эта подготовительная задача в принципе не может быть передана ИИ, но методические процессы создания этих хорошо разделенных структур преподаются в университетах вместе с управлением строительством как специфической компетенцией. Отсюда мы делаем вывод об общей необходимости понимания организации как хорошо обособленных структур, отвечающих трансформации сложных ситуаций в просто сложные задачи, чтобы определить круг ИИ, т.е. алгоритмического обеспечения этой принципиально человеческой задачи понимания ситуации и формирования ее модели. Однако при

построении адекватных иерархических структур служба координации на местах остается самодетерминированной подсистемой, которую нельзя подразделить на дальнейшие элементы, но она все еще слишком сложна, чтобы ее можно было решить вручную в течение приемлемого времени с разумной степенью стабильности. Эта ситуация представляет собой исключение, если соблюдается предел делимости. В этом контексте ожидается, что ИИ не столько замена человеческому разуму, сколько алгоритмы поддержки. В конечном итоге это оказывается большим подспорьем для окончательного ручного принятия решений на основе человеческого интеллекта.

Список использованной литературы:

1. Booch, G; Maksimchuk, R; Engle, M; Young, B; Newkirk, J;Houston, K; et al. (2007). Object Oriented Analysis and Design,3rd edn. Addison-Wesley, Bonn, ISBN-13:978-8131722879.
2. Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (2015). BuildingInformation Modeling Technologische Grundlagen undindustrielle Praxis, Springer Vieweg Verlag, SpringerFachmedien Wiesbaden. doi: 10.1007/978-3-658-05606-3.
3. Caldarelli, G., & Vespignani, A. (2007). Complex Systems andInterdisciplinary Science. Large Scale Structure and Dynamicsof Complex Networks, Vol.2. World Scientific Publishing Co.Pte. Ltd. pp. 5-16. doi: 10.1142/6455.Coase, R. H. (1937). The Nature of the Firm. *Economica*. 1937.tb00002.x, New Series. Vol. 4, 16. doi: 10.1111/j.1468-0335.
4. Deutsches Institut für Normung e.V, DIN 69901-5 (2009). Projekt-management – Projekt-managementsysteme, 9th edn.
5. Beuth,Berlin.Ebeling, W., Freund, J., & Schweitzer, F. (1998). Komplexe Strukturen:Entropie und Information. Teubner Verlag, Stuttgart. ISBN9783815430323.
6. Eber, W. (2018). Das “Building Information Model” (BIM),eine kritische Würdigung aus Sicht der Systemtheorie.In: Proceedings of 4th BIM Symposium des BIM ClustersRheinland-Pfalz, Techn. Universität Kaiserslautern, Baubetriebund Bauwirtschaft, October 16, 2018, Kaiserslautern.
7. Eber, W. (2019a). Principles of Project Management, Lecture Notes,Chair of Construction Management, TUM Department of Civil,Geo and Environmental Engineering, Technical University ofMunich.
8. Förster, H. (1993). Wissen und Gewissen. Suhrkamp Verlag,Frankfurt am Main, S. 73, ISBN: 978-3-518-28476-6.Gordon, T., & Helmer, O. (1964). Report on a Long-range ForecastingStudy. The RAND Corporation P-2982, September 1964.
9. Also,Helmer, O., Gordon, T., & Brown, B. (1966). Social Technology.Basic Books, New York.Haken, H. (1983), Synergetik. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg,New York, Tokyo, ISBN 978-3540110507.
10. Hoffmann, W., & Körkemeyer, K. (2018). Zum Umgang mit derKomplexität von Bauvorhaben –Ergebnisse einer Expertenbe-fragung Bauingenieur 93 Springer, VDI-Verlag, Düsseldorf.
11. IBM Deutschland GmbH. (2019). IBM Watson als innovativeAI-Plattform für Unternehmen, downloaded on 18.03.2019 from<https://www.ibm.com/watson/de-de/>.
12. Kerzner, H. (2003). Project Management: A Systems Approach toPlanning, Scheduling, and Controlling, 8th edn. Wiley, Berlin,ISBN 0884222245414.
13. Liening, A. (2017). Komplexität und Entrepreneurship. SpringerGabler, pp 186ff, 431ff. ISBN 978-3-658-13173-9.
14. Luhmann, N. (2001). Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinenTheorie. Frankfurt am Main 1984. ISBN 3-518-28266-2.
15. Malik, F. (2008). Unternehmenspolitik und Corporate Governance.Campus Verlag, Frankfurt. ISBN 978-3-593-38696-6.Newman,

16. Picot, A., Dietl, H., & Franck, E. (2008). Organisation - Eine ökonomische Perspektive, 5. rev. edn., Schäffer-Poeschel, Stuttgart, ISBN 978-379-102371-7.
17. Schelle, H., Ottmann, R., & Pfeiffer, A. (2005). Project Manager, GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement. Nürnberg, ISBN 9783800637362.
18. Schmidhuber, J. (2014). Deep learning in neural networks: An overview. Neural Networks, 61, January 2015, pp. 85-117, Elsevier, Amsterdam. doi: 10.1016/j.neunet.2014.09.003.
19. Schulte-Zurhausen, M. (2002). Organisation, 3rd edn. Verlag Franz Vahlen, München. Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal. Short Hills N.J. 27.1948, (July, October), S. 379–423, 623–656. ISSN 0005-8580. Eber, Potentials of AI in construction management 2063

БАЙРАМОВ Р.Г.

К.т.н., доцент, Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет,
bayramovrasim46@hotmail.com

БАЛАГЁЗОВ А.М.

К.т.н., почетный доктор, Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет,
ebelegozov@mail.ru

МАМЕДОВА К.А.

Старший преподаватель, Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет,
kemale.memmedova49@gmail.com

ВЛИЯНИЕ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ЭКОНОМИКУ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Современный научно-технический прогресс в строительном производстве нашей страны немислим без интеллектуального продукта, получаемого в результате инновационной и инвестиционной деятельности, направленной на повышение уровня экономики строительства.

В данной работе сделана попытка внедрения аддитивной технологии строительного производства с учетом условий строительства нашей республики, что, несомненно, позволит вывести сферу экономики строительства на новый уровень стабильного развития.

Ключевые слова: аддитивная технология, 3D-принтер, строительные расходные материалы, экономика, инвестиция

THE IMPACT OF ADDITIVE TECHNOLOGY ON THE ECONOMICS OF CONSTRUCTION PRODUCTION

Modern scientific and technological progress in the construction products of our country is inconceivable without the intellectual products derived from innovative and investment activities aimed at boosting the economy.

This paper aims to introduce additive technology into construction production, taking into account the unique conditions of construction in our republic. This initiative undoubtedly has the potential to elevate our economy to a new level of sustainable development.

Kew words: additive technology, 3D printer, building supplies, economy, investment

Введение. Организация современного строительного производства требует применения эффективных методов использования материальных и трудовых ресурсов. Отметим, что, опираясь на опыт использования 3D-технологий в современном мире,

одним из прогрессивных методов планомерного, непрерывного и ритмичного ведения строительства является внедрение строительной аддитивной технологии [1,2,3,4].

С учетом исследований работы [5] можно с уверенностью отметить пять основных факторов воздействия 3D-печати на мировую экономику, то есть к такому выводу пришла консалтинговая фирма McKinsey & Co:

- ускорение процессов разработки продукции;
- новые производственные мощности;
- изменение спроса и источников дохода;
- новые возможности производства;
- минимизация количества профессиональных рисков;
- новая конкуренция.

С учетом местных условий строительства нашей республики достаточно обширно анализированы основные экономические факторы при внедрении в строительное производство строительных 3D-принтеров [3] и рекомендован метод организации работ с непрерывным освоением фронтов работ для быстрого ввода в эксплуатацию объектов строительства [1].

Отметим, что аддитивная технология самый экологичный и скоростной способ. Эту версию подтверждают данные [6], что около 1,6 миллиарда человек, более 20% населения Земли не имеют надлежащего жилья, а на строительную промышленность приходится 11% мировых антропогенных выбросов углекислого газа.

При внедрении 3D-принтеров в строительное производство можно получить следующие экономические, социальные, научно-технические и экологические эффекты [7]:

- снижение стоимость возведения объекта за счет снижения расходов на использование специальной строительной-монтажной техники, на ведение безопасных работ, на снижение оплаты труда рабочим, сокращение количества технологических операций, на транспортировке строительных материалов, конструкций, деталей и полуфабрикатов и т.п.
- увеличение прибыли за счет снижения расходов на строительные-монтажные работы;
- снижение себестоимости возведенного за счет сокращения сроков строительства, что в итоге приведет к увеличению количества новых объектов;
- повышению качества возводимых строительных объектов;
- снижение вреда окружающей среды за счет минимизации строительного мусора;
- снижение количества используемых ресурсов для строительства;
- снижения шумности строительства т.к. принтеры имеют низкий коэффициент производимого шума;
- сокращение количества технологических процессов;
- повышение уровня развития аддитивной технологии в нашей стране, а в частности открытию широко фронта работ в Карабахском экономическом регионе для восстановления объектов инфраструктуры;
- для внедрения и дальнейшего развития аддитивной технологии необходима поддержка государства на фундаментальные исследования в области строительных расходных материалов;
- улучшение условий труда рабочих, что приведет к минимизации производственных и профессиональных рисков;
- выполнение требований высокотехнологической инновации к повышению квалификации кадров;
- снижение расходов на строительство, что в дальнейшем приведет к снижению стоимости жилья;

- увеличится дизайнерская свобода, архитектурная привлекательность и необычность технологии печати объектов строительства;
- оптимальный состав сухих смесей с использованием местных материалов и отходов производства;
- оптимальная толщина строительного расходного материала принтеров (бетон, раствор, композит и т.п.);

Не полный перечень этих экономических с уклоном эффектов, что определяют будущее экономики строительного производства нашей страны.

Современный научно-технический прогресс немаловажен без интеллектуального продукта, получаемого в результате инновационной и инвестиционной деятельности предприятия, причем результат инновационной деятельности можно называть инновационным продуктом [7]. Причем в современной экономике без применения инноваций практически невозможно создавать конкурентоспособную продукцию, имеющую высокую степень наукоемкости и новизны.

Отметим, что в зависимости от технологических параметров инновация подразделяется на продуктовые и процессные. Продуктовая означает получение новых строительных материалов, т.е. получение принципиально новых продуктов, а процессная инновация означает новые методы организации строительного производства, в частности организация инновационной технологии. Примером современных инновационных технологий в строительном производстве может быть применение для нашей страны строительных 3D-принтеров, которые распечатывают строительные элементы домов и сооружений (стена, перегородка, перекрытие, каркас и т.д.) за короткие сроки с меньшей стоимостью.

В переходной экономике, связанной с деятельностью внедрения аддитивной технологии к степени управления организации наибольшее влияние могут оказывать поставщики, отсутствие высшего звена руководителей (менеджеров), налоговое законодательство, регулирование импорта и экспорта и таможенное регулирование.

Факторы, влияющие на деятельность организации строительных 3D-принтеров условно делятся на виды-прямого и косвенного воздействия.

Поставщики организации относятся к фактору прямого воздействия т. к. они зависят от степени зависимости поставщиков.

Основные прямого и косвенного воздействия факторы влияющие на степень экономики:

- уменьшение степени зависимости от поставщиков;
- обучение способных менеджеров (руководителей) высшего звена внутри организаций;
- способы снижения затрат на привлечение высококвалифицированной рабочей силы из-за рубежа в область информационных технологий;
- обучение операторов и обслуживающего персонала строительных 3D-принтеров;
- способы снижения затрат на привлечение рабочей силы из других стран в области производства программного продукта;
- увеличение степени стимулирования потребителей аддитивной технологии;
- разработка законов и нормативных документов государственного регулирования;
- стабилизация трансформации строительного производства при применении строительных 3D-принтеров технологии, за счет минимизации рисков производственного и профессионального вида.

Выводы

1. Научно-практический интерес к аддитивной технологии постепенно повышается так как эта технология ближайшего будущего, которая дает возможность при минимальных затратах получить солидное количество необходимо полезных по категориям эффектов – экономический, социальный, научно-технический и экологический.

2. Наша страна может с успехом внедрить и адаптировать технологию под необходимые условия строительного производства, так как эта технология очень гибкая и много профильная: строительство жилых домов, муниципальных зданий, коммерческой недвижимости, школ, детских садов и т.п. инфраструктуры для ликвидации разрухи после оккупации земель Карабаха и близ расположенных регионов нашей страны. Для этого требуется целенаправленная заинтересованность нашего государства во внедрении и развитии аддитивной технологии.

3. Проблемы успешного применения аддитивной технологии в строительном секторе в основном связаны с высокой стоимостью принтеров, фундаментальных исследований по строительным расходным материалам и подготовкой квалифицированных кадров, что требует создания координирующих и научных центров, лабораторий, определения достойных инвесторов и принятия законопроектов.

4. Отметим, что в сжатые сроки и при низкой себестоимости аддитивной технологии строительного производства, можно с оперативностью напечатать дома различного назначения для людей пострадавших от военных действий и природных явлений, а также малоимущих семей, которым требуется большое количество жилья, открывающая широкие возможности организации строительства объектов в труднодоступных местах строительной площадки.

Литература

1. Балагезов А.М., Байрамов Р.Г. Перспективы применения технологии и организации возведения зданий решением аддитивных технологий в строительном комплексе // Ученые записки ААСУ, Баку, 2022

2. Bələgözöv Ə.M., Fərzəliyev S.A., Fətullayev R.F. Avtoklav məsaməli beton bloklardan hörgü işlərinin texnologiyası və təşkili. – Bakı: NPM. – 2022.

3. Балагезов А.М., Байрамов Р.Г., Фараджов И.А. Влияние на экономику строительства в перспективе применения в нашей стране строительных 3D-принтеров // Экономика и менеджмент строительства. - №4. – 2022.

4. Гразов В.П., Мохначев С.А., Бороздов О.В. Влияние развития 3D-технологий на экономику строительства // Фундаментальные исследования. – 2011. - №11. - С. 2673-2676.

5. <http://3d.expo.ru/article>

6. <https://longrad.com/kak-3d-printeru-menyaytrynok-nedvijimosti-pryamo-sejchas>

7. Губина О.Б. Инновации в стройиндустрии: строительство жилых домов и промышленных объектов с применением 3D-технологии. Краснодар: КубГУ. - 2017.

YEREL YÖNETİMLER ARASI İŞBİRLİĞİ ÖRNEĞİ: TÜRK DÜNYASI BELEDİYELER BİRLİĞİ

BAŞARAN, İsmail

Sorumlu Yazar, Dr. Öğr. Üyesi Manisa Celal Bayar Üniversitesi, İİBF, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, ismailbasaran74@gmail.com , ORCID: 0000-0002-3792-8035.

AKYÜZ, Duygu

Doktorant Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi SBE Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, duyguakyuz@posta.mu.edu.tr , ORCID: 0000-0001-5333-4344.

ÖZET

Türk Dünyasında ortak kültür ve medeniyet, coğrafi konum ve tarihi özellikleri göz önünde bulundurarak yerel yönetim sorunlarını belirlemek ve çözümler üretmek, yerel yönetimlerin hizmet kalitesini artırmak, ekonomik, sosyal ve kültürel alandaki tecrübelerinden yararlanmak, kardeşlik, dostluk, yardımlaşma ve dayanışma içerisinde yol almak amacıyla 12 Kasım 2003 tarihinde Türk Dünyası Belediyeler Birliği kurulmuştur.

Türk Dünyası Belediyeler Birliğine, Orta Asya, Balkanlar ve Kafkasya bölgelerindeki Türk Cumhuriyetleri ve Akraba Toplulukları, Türk Dili Konuşan Ülke ve bölgeler öncelikli olmak üzere Yerel Yönetim Kuruluşları ve bu kuruluşların oluşturduğu birlikler üye olabilir. Birliğin merkezi İstanbul olup aralarında Azerbaycan'dan 289 ve Türkiye'den 151 belediyenin üyesi olan 30 farklı ülkeden 1200 üyesi bulunmaktadır. Birliğin amacı kültürel ve tarihi mirası korumak, kültürel ortaklıkları geliştirmektir. Ayrıca ortak tarihi, coğrafi ve kültürel özellikleri bulunan kentlerin sorunlarını gidermek, çözüm yolları üretmek ve uygulamak, kent kültürü ve kent kimliğini geliştirmeye yönelik program ve projeleri yürütmektir. Bununla birlikte yerel yönetimlerin özellikle belediyelerin hizmet alanlarındaki faaliyetlerini gerçekleştirmek ve hizmet sunumlarını iyileştirmek için rehberlik yapmak, onları teşvik etmek ve desteklemek gibi faaliyetleri bulunmaktadır. Uluslararası düzeydeki belediyeler arasında ilişkiler oluşturmak, işbirliğini geliştirmek, kardeş belediyeçilik çalışmalarını sürdürmek, ortak projeler ve etkinlikler düzenlemek, yerel yönetim alanındaki konulara ilişkin istenilmesi üzerine görüş bildirmek gibi danışmak faaliyeti de bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yerel yönetimler, yerel yönetimler arası işbirliği, Türk Dünyası Belediyeler Birliği.

GİRİŞ

1. TÜRK DÜNYASI BELEDİYELER BİRLİĞİ

1.1. Ana Hatlarıyla Birliğin Tarihsel Süreci ve Hukuki Statüsü

1989-90'lı yıllarda yaşanan gelişmeler doğrultusunda Sovyet Rusya'nın dağılmasıyla 1991 yılından itibaren Türk Cumhuriyetleri bağımsızlıklarını kazanarak yeni kurulmaya başlamıştır. Asya'da yeni kurulmuş olan bu devletlere Türkiye tarafından destekler sağlanmıştır. Bu destekler arasında yerel düzeydeki halkın ortak gereksinimlerini karşılamak ve onlara kamusal hizmetler sunmak amacıyla en yakın kuruluş olarak yerel yönetimler konusu da bulunmaktadır. Türk Dünyası Belediyeler Birliği (TDBB) de yerel yönetimler konusunda sağlanan destekler ekseninde ortaya çıkmıştır (Bıçakçioğlu, 2010: 55).

Birliğin kurulmasına ilişkin ilk olarak 21 Ekim 1996 tarihinde Türkiye, Azerbaycan, Kazakistan, Kırgızistan, Türkmenistan ve Özbekistan devletlerinin katılımıyla gerçekleşen Türkçe Konuşan Ülkeler Devlet Başkanları IV. Zirve Toplantısı'nda alınan kararların düzenlendiği Taşkent Bildirisi eğitim, kültür, ekonomi, turizm, ticaret, ulaşım, terörle mücadele, uyuşturucu kaçakçılığı, çevre gibi pek çok konudaki ilişkiler ve işbirliğini kapsamaktadır. 8 Nisan 2000 tarihinde yeniden düzenlenen VI. Zirve Toplantısı'nda yerel yönetimler arası işbirliğinin geliştirilmesi bulunmaktadır (Topal, 2021: 21).

Birliğin kurulma sürecinde Azerbaycan'daki yerel yönetimler alanında yaşanan gelişmelerle beraber hem coğrafi olarak yakınlık hem de dil olarak kolaylıkla anlaşılması etkili olmuştur. Azerbaycan'daki yerel yönetimlerin belirlenmesinde seçim uygulamasına

2000’li yıllarda geçilmiş olması da belirleyicidir. (Bıçakçioğlu, 2010: 55). İstanbul Pendik ilçesi Belediye Başkanı Erol Kaya, TDBB’nin oluşturulması düşüncesini ortaya koymuştur. Bu düşünce doğrultusunda 2002 yılında Azerbaycan’ı ziyaret ederek konu hakkında görüşmeler sağlamış ve birliğin kurulmasına ilişkin diplomatik süreçleri böylece başlatmıştır (Topal, 2021: 21).

Türk dili ve lehçelerinin konuşulduğu ülkeler, bölgeler ve bu bölgelerle ortak medeniyet ve kültür, tarih ve coğrafi konum dikkate alınarak kent ve kent yönetimini geliştirmek ve buna yönelik plan ve projeler hazırlamak ve uygulamak, uluslararası alandaki yerel yönetimler sorunlarını gidermeye yönelik çözümler üretmek ve bunları gerçekleştirmek için çalışmalar yapmak veya var olan çalışmalarını devam ettirmek gibi amaçları işbirliği çerçevesinde ortaya koymak için Türkiye öncülüğünde on kurucu üyenin girişimiyle 2003 yılında Türkiye Cumhuriyeti Bakanlar Kurulu kararı ile Türk Dünyası Belediyeler Birliği¹ kurulmuştur (Can, 2018: 83-84; URL-1, 2023).

TDBB, mülga 1580 sayılı Belediye Kanunu’nun ilgili hükümleri göz önünde bulundurularak kurulmuştur. 2004 ve 2005 yıllarında yerel yönetimler alanındaki reform çalışmalarıyla hukuki metin oluşturulmuştur. 2005 yılında oluşturulan 5355 sayılı Mahalli İdare Birlikleri Kanunu Kanununun geçici 1.maddesinin 3.fıkrası doğrudan olmasa da dolaylı şekilde Birliğe ilişkindir. Buna göre “*Bu Kanun’un yayımlanmasından önce Bakanlar Kurulunun izni ile kurulan ancak 26.03.1987 tarihli ve 3335 sayılı Uluslararası Nitelikteki Teşekküllerin Kurulması Hakkındaki Kanun’da belirtilen nitelikte uluslararası faaliyette bulunan ve en az yedi üyeye sahip olan mahalli idare birliklerinden uluslararası teşekkül sayılma talebinde bulunanlar... Talebin İçişleri Bakanlığı tarafından kabul edilmesi ve Uluslararası teşekkül statüsünün onaylanmasıyla birlikte mahalli idare tüzel kişiliği sona erer ve bu birlikler, başka bir işleme gerek kalmaksızın 3335 sayılı Kanun’a göre kurulmuş uluslararası teşekkül statüsü kazanarak aynı Kanun uyarınca faaliyetlerine devam ederler.*” biçimindedir (5355 sayılı Kanun, geçici md.1/3). 5355 sayılı Kanunu’nun geçici 1.maddesine istinaden Birlik, 15 Haziran 2006 tarihinde gerçekleştirilen 1.Olağan Genel Kurul toplantısında 3335 sayılı Kanun kapsamında 5232 sayılı Dernek Kanunu’na uygun olarak düzenlenmeler yapmıştır. Bu düzenlemeler birlik organları ve bütçesine ilişkindir. 6 Ekim 2005 tarihinde İstanbul Valiliği tarafından Birliğin kuruluşu gerçekleştirilmiş ve böylece uluslararası düzeyde teşekkül olma süreci tamamlanmıştır.

1.2. Birliğin Amacı, Görev ve Yetkileri

TDBB’ye ilişkin düzenlenen Tüzüğü’nün 3.maddesinde amaçlarından bahsedilmektedir (TDBB Tüzüğü, md.3): “*Türk Dünyası arasında mevcut olan ortak kültür ve medeniyet mirasını dikkate alarak, kardeşlik, dayanışma ve yardımlaşma yaklaşımı ile bilgi, görgü ve karşılıklı deneyimlerden yararlanmak amacıyla;*

- *Tarihi ve kültürel mirası korumak,*
- *Ekonomik, teknik, sosyal ve kültürel alanlar başta olmak üzere işbirliğini geliştirmek,*
- *Kent ve kent yönetimlerinin sorunlarını ve çözüm yollarını belirlemek, ortak çözümler aramak ve uygulama çalışmaları yapmak,*
- *Kent yönetimi ve kent kültürü konusunda yeni modelleri araştırmak ve geliştirmek amacıyla çalışmalar yapmak, yaptırmak ve yapılan çalışmaları desteklemektir.”*

Birliğin amaçları doğrultusunda görev ve yetkileri ise aşağıdaki gibi sıralanabilir (TDBB 2022 Faaliyet Raporu, 2023: 11):

- *Ulusal ve uluslararası alanda belediyelerin çıkarlarını korumak ve bu alanda gelişmelerine destek olmak,*
- *Yerel yönetimler ve belediyeler ile ilgili kanunların hazırlanmasında ortak görüşler ortaya koymak ve bu görüşleri bildirmek,*

¹13.12.2003 tarihli ve 25315 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanmıştır.

- Ulusal ve uluslararası yerel yönetim birimleri ile belediyelere yol gösterici olmak,
- Ulusal ve uluslararası yerel yönetimler ve belediyeler arasında yardımlaşma, dayanışma, işbirliği, teknik ve idarî bilgi ve tecrübe paylaşımı konularında ilgili kurumları yönlendirmek, iyi örneklerin uygulama alanlarının yaygınlaşması için desteklemek,
- Belediyecilik alanında uluslararası gelişmeleri takip etmek, ilgili konularda araştırmalarda bulunmak, konferans, uluslararası eğitimler, teknik ve meslekî gezilere katılım sağlamak ve çalışmalarda bulunmak,
- Ulusal ve uluslararası yerel yönetim hizmetleri ve belediyecilik alanlarında görev ve faaliyette bulunan kamu kurum ve kuruluşları, üniversiteler, kamu kurumu niteliğindeki meslek kuruluşları ve sivil toplum kuruluşları ile işbirliği yaparak ortak plan ve projeler ortaya koymak ve onları uygulamak,
- Belediyecilik alanında çalışmalar yürüten ulusal ve uluslararası yerel yönetim birimleri, belediyeler, kamu kurum ve kuruluşları, üniversiteler, yerli ve yabancı ülke yerel yönetim birlikleri, dernekleri ve buna benzer kuruluşlarla hem ortak projeler yürütmek hem de gerektiğinde bu tür kuruluşlara üye olmak için işbirliği halinde bulunmak ve buralarda belediyeleri temsil etmek,
- Ulusal ve uluslararası yerel yönetim ve belediyecilik faaliyetlerinin uygulanmasında yerli ve yabancı ilgili kurumların işbirliğini ve tecrübelerini geliştirmek ve yükseltmek amacıyla kardeş belediyecilik faaliyetlerinde bulunmak ve bu alanda belediyeciliğin gelişmesine yardımcı olacak her türlü girişimde bulunmak ve faaliyetleri gerçekleştirmektir.

1.3. Birliğin Faaliyet Alanları

Birliğin faaliyet alanları Tüzük'te "Birliğin Faaliyetleri" başlığı altındaki 4.maddesinde düzenlenmiştir (TDBB Tüzüğü, md.4):

a) *Kent ve Kent Yönetimi: Örnek uygulamaları takip etmek ve üyelerini bilgilendirmek; Kent rehberlik hizmetlerinin vermek; Kent yönetimlerinin idari ve mali kapasitelerini için eğitim vermek ve etkinlikler düzenlemek; Kentlerin fiziki, sosyal, kültürel ve ekonomik gelişimi için bilinçlendirme çalışmaları yapmak,*

b) *Belediye Hizmetleri: Belediyelerin altyapı, üstyapı ve hizmet alanlarındaki çalışmalarını desteklemek; Üyelere kaynak ulaşımında danışmanlık ve proje desteği sağlamak ve uygulamak, konuyla ilgili tesisler kurmak, kurulmasını teşvik etmek ve desteklemek, işbirliğini sağlamak, üye Belediyelerde "e-belediye", "kent bilgi sistemi" vb. bilişim ve teknoloji uygulamalarını desteklemek,*

c) *Sosyal ve Kültürel Hizmetler: Kentlerin tarihi ve kültürel kimliklerini koruyucu çalışmalar yapmak; Kentlerin kültür ve sanatın gelişimini sağlamak, korunmaya ve yardıma muhtaç insanlar çalışmalarını desteklemek; İnsan, hayvan ve çevre sağlığını korumak; spor kollarına katılım için etkinlikler düzenlemek, bilinçlendirme çalışmaları yapmak, belediyelere danışmanlık vermek, işbirliğini sağlamak,*

d) *Eğitim Hizmetleri: Türk Dünyası Belediyecilik ve şehircilik anlayışının ve uygulamalarının geliştirilmesi imkânlarını araştırmak, özgün modeller oluşturma arayışlarını desteklemek, Çalışma alanıyla ilgili yayınlar yapmak, araştırmaları desteklemek; Eğitim ve Araştırma Merkezi ve Kütüphane kurmak; Belediyecilik ve şehircilik bilimini teşvik etmek; Meslek kursları ve iş eğitim merkezleri açmak; Belediyecilik ve şehircilik konularında konferanslar düzenlemek, amaca uygun geziler düzenlemek; Birlik üyelerine ve belediyelere hukuki, malî ve teknik sorunlar hakkında istekleri üzerine bilgi vermek; istenildiği takdirde danışma hizmeti niteliğinde görüş vermek,*

e) *Uluslararası İlişkilerin Geliştirilmesi: Belediyeler arasında bölgesel ve uluslararası ilişkileri ve işbirliğini oluşturmak ve geliştirmek; Yerel yönetim alanında çalışma yürüten uluslararası birlik, dernek, vakıf ve iletişim ağları ile eğitim ve araştırma kuruluşlarına üye olmak, işbirliğinde bulunmak, ortak projeler yapmak, etkinliklerine katılmak veya birlikte düzenlemektir.*

1.4. Birliğin Teşkilat Yapısı

Birliğin teşkilat yapısına ilişkin ilk olarak Birliğe üyelikten bahsedilecektir. Birlik Tüzüğü'nde "Birliğe Üyelik" başlığı altındaki 5.maddesine göre birliğin üyelik şartları, kurucu üyeler, üyelik başvuru ve kararı, üyelikten çıkarma ve ayrılma şeklinde alt başlıklarda yer almaktadır. Birliğin üyelik şartları "Orta Asya, Balkanlar ve Kafkasya bölgelerindeki Türk Cumhuriyetleri ve Akraba Toplulukları, Türk Dili Konuşan Ülke ve bölgeler öncelikli olmak üzere, yurt içinden ve yurt dışından Yerel Yönetim kuruluşları ve bu kuruluşların oluşturduğu birlikler Üye olabilir.". Üyeler gözlemci üye olarak kent ve kent yönetimi ile ilgili Dernek, Vakıf gibi diğer tüzel kişilerin olduğu söz konusu iken onursal üyelik için kent ve kent yönetimi konusunda hizmet veren, bilimsel araştırmaları ile tanınan ve Birliğin yönetiminde bulunmuş gerçek kişiler olarak düzenlenmektedir (TDBB Tüzüğü, md.5/a).

Birliğin kurucu üyeleri olarak İstanbul Pendik Belediyesi, İstanbul Zeytinburnu Belediyesi, İstanbul Adalar Belediyesi, İstanbul Bayrampaşa Belediyesi, İstanbul Kartal Belediyesi, İstanbul İli Beykoz İlçesi Çavuşbaşı Belde Belediyesi, Düzce Belediyesi, Sakarya Hendek Belediyesi, Trabzon İli Hayrat Belediyesi ve Bursa İznik Belediyesi şeklinde düzenlenmiştir (TDBB Tüzüğü, md.5/b). Birliğe üyelik için Tüzük'te belirtilen kriterlere sahip gerçek ve tüzel kişilerin yazılı başvurusu sonrası Birliğin Yönetim Kurulu'nca karara bağlanıp Genel Kurul'un ilk toplantısında Kurul'un bilgisine sunulacağından bahsedilmektedir (TDBB Tüzüğü, md.5/c). Birlik üyeliğinin sona ermesi üyelikte çıkarılma veya üyelikten ayrılma şeklindedir (TDBB Tüzüğü, md.5/d ve e). 2022 yılında yeni yönetim organlarının belirlendiği Birlikte 30 farklı ülkeden 1200 üyesi bulunmaktadır (TDBB 2022 Faaliyet Raporu, 2023).

TDBB'nin teşkilat yapısı Birlik Tüzüğü'ndeki "Birliğin Organları" başlığı çatısı altındaki ilgili maddeleri içermektedir. Buna ilişkin olarak Birlik Tüzüğü'nün 6.maddesinde birliğin organları sıralanmıştır. Anılan bu maddeye göre (TDBB Tüzüğü, md.6): "Birliğin organları şunlardır: a.Genel Kurul, b.Yönetim Kurulu, c.Denetim Kurulu, d.Yüksek Danışma Kurulu"dur.

1.5. Türk Dünyası Belediyeler Birliği'nin Faaliyetlerinin Analizi

Türk Dünyası Belediyeler Birliği'nin web sayfası analiz edildiğinde faaliyet raporları, Uluslararası Yerel Yönetimler Eğitim ve Araştırma Merkezi (UYEM) Eğitim Raporları ile 3 ayda bir yayınlanan ve süreli yayımlar kategorisinde yer alan Avrasya'da Yerel Gündem önemli araçtır. Çalışmada Birliğin 2022 ve 2023 yılındaki yayınladıkları yayımlar analiz edilerek bu başlık altında yer verilmiştir.

1.5.1. Eğitim Faaliyetleri

2022 Yılı Eğitim Faaliyetleri

- Moğolistan Üye Belediyeler Bilgi ve Tecrübe Paylaşım Programı (Haziran)
- Kırgızistan Üye Belediyeler Bilgi ve Tecrübe Paylaşım Programı (Haziran)
- Orhun (Moğolistan) Belediyesi Bilgi ve Tecrübe Paylaşım Programı (Aralık)
- Türkistan (Kazakistan) Vilayeti Güvenlik Birimleri Tecrübe Paylaşımı Programı (Ocak)

• Olovo (Bosna Hersek) Belediyesi ile Karatay (Konya) Belediyesi Tecrübe Paylaşımı Programı

- Moğolistan Darkhan Belediyesi Tecrübe Paylaşım Programı

2023 Yılı Eğitim Faaliyetleri

• Yunus Emre Enstitüsü'nün "Tercihim Türkçe Projesi" kapsamında Bosna Hersek'in Donji Vakuf Şehrinde Prva Osnovna Skola okulunda Türkçe Sınıfı Açılışı (Nisan)

- KKTC İtfaiye Personeli Eğitim Programı (Haziran)

1.5.2. Sosyal ve Kültürel Faaliyetler

2022 Yılı Sosyal ve Kültürel Faaliyetler

- 512. Ayvaz Dede Şenlikleri'ne Destek (Haziran)

- 4. Türk Dünyası Öykü Festivali (Haziran)
- Bosna Hersek Potoçari’de “Srebrenitsa Huzurevi” Açılışı (Haziran)
- 25. Türk Boyları Kültür Festivali (Temmuz)
- X. Uluslararası Altay Toplulukları Sempozyumu (Eylül)
- Ulupamir Kırgızlarının Türkiye’ye Göçünün 40. Yılı Programı (Eylül)
- 5. Uluslararası Şahinbey Folklor Festivali (Eylül)
- 7. Türk Dünyası Belgesel Film Festivali (Ekim)
- Uluslararası Geçmişten Geleceğe İpek Yolu Sempozyumu (Ekim)
- Bosna Hersek’te “Srebrenitsa Anneleri Bakımevi” açılışı (Ekim)
- 2. Korkut Ata Türk Dünyası Film Festivali (Kasım)

•Astana’ya Yunus Emre Anıtı

2023 Yılı Sosyal ve Kültürel Faaliyetler

•Türk Dünyası Kültür Başkenti seçilen Azerbaycan’ın Şuşa Şehrinde Resmi Açılış Töreni (Mayıs)

•“Kusein Karasaev Müzesi Yenilenmesi ve Çevre Düzenlemesi Projesi” kapsamında Kırgızistan’ın Karakol Şehrinde Açılış Töreni (Haziran)

•Kırgızistan’ın Karakol şehrinde “Kaşgarlı Mahmut ve Dünya Medeniyetindeki Yeri” Konferansı (Haziran)

•Türkmenistan’ın İlk Akıllı Şehri Arkadağ’ın Açılış Töreni (Haziran)

•513. Ayvaz Dede Şenlikleri’ne Destek (Haziran)

•Türk Dünyası Günleri (Haziran)

•Tataristan’ın Nijnekamsk şehrinde Tatarların Geleneksel Sabantuy Bayramı (Haziran)

•XI. Uluslararası Altay Toplulukları Sempozyumu (Temmuz)

•28. Yılında Srebrenitsa Soykırımı Şehitleri Anma Programı (Temmuz)

•6. Türk Dünyası Ata Sporları Şenliği (Temmuz)

•Kazakistan’ın Başkenti Astana’da “Başkent Günü” çerçevesinde ‘Astana Kardeş Şehirler Forumu (Temmuz)

•Makedonya Radoviç’te “15. Geleneksel Yörük Festivali” (Temmuz)

•Maltepe Belediyesi ile Özbekistan’ın Kaşkaderya Şehri’nin Karshi Belediyesi (Haziran); Rize Belediyesi ile Kırgızistan Tüp Belediyesi (Haziran); Bosna Hersek’in Visoko Belediyesi ile Sakarya Belediyesi (Ağustos) aralarında Kardeş Şehir Protokolü

1.5.3. Türk Dünyası Belediyeler Birliğince İşbirliği Yapılan Kurumlar ve Proje Ortaklıkları

Türk Dünyası Belediyeler Birliği faaliyetlerini hem birlik üyeleri hem de farklı kurum ve kuruluşlarla işbirliği ve koordinasyon çerçevesinde yerine getirmektedir. Bu kapsamdaki kurumlar ve proje ortaklıklar Azerbaycan Şehir Belediyeleri Birliği (AŞBMA), CCRE (Avrupa Belediyeler ve Bölgeler Konseyi), COPPEM (Avrupa Akdeniz Bölgesel İşbirliği Komitesi), Hırvatistan Belediyeler Birliği, İller Bankası (İLBANK), İRCİCA (İslami Tarih ve Sanat Araştırma Merkezi), İstanbul Üniversitesi, Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Kırgızistan Yerel Yönetimler ve Etnik İlişkiler Devlet Ajansı Başkanlığı, Marmara Belediyeler Birliği (MBB), Moğolistan Belediyeler Birliği, NALAS (Güneydoğu Avrupa Yerel Yönetim Birlikleri Ağı), Raoul Wallenberg Enstitüsü (RWI), Rusya Şehirler Birliği, TİKA (Türk İşbirliği Koordinasyon Ajansı Başkanlığı), TURKPA (Türk Dili Konuşan Ülkeler Parlamenter Asamblesi), Türkiye Belediyeler Birliği (TBB), TÜRKSOY (Uluslararası Türk Kültürü Teşkilatı) UCLG-MEWA (Birleşmiş Kentler ve Yerel Yönetimler Ortadoğu ve Batı Asya Bölge Teşkilatı, UETD (Avrupalı Türk Demokratlar Birliği) ve WALD (Dünya Yerel Yönetimler Akademisi) gibi sıralanabilir (URL-1, 2023).

2. SONUÇ

Yerel yönetimler arası işbirliği sadece yurt içinde değil yurt dışındaki diğer ifadeyle uluslararası alandaki yerel yönetim birimleri arasında da oluşmuştur. Bu hususta oluşturulan birlikler için birtakım unsurlar dikkate alınmaktadır. Coğrafi konum, jeopolitik yapı ve iklim koşulları gibi unsurların ortak özellikler taşıması yanında ortak dili konuşan, ortak medeniyet, kültür ve tarihe sahip olan yerel yönetimlerin kardeşlik, dayanışma ve işbirliği içerisinde çalışmalar üretmek amacıyla Türk Dünyası Belediyeler Birliği 2003 yılında oluşturulmuştur. Söz konusu Birliğin kurulması ve gelişiminde 1989-90'lı yıllarda yaşanan gelişmeler etkili olmakla beraber Azerbaycan'daki yerel yönetimlerin gelişim göstermesinin rolü oldukça önemlidir. Birlik, Türk dili ve lehçelerinin konuşulduğu ve akraba alanlarını kapsamaktadır.

Birlik üye toplumlarının kültürel olarak birbirlerini tanımlarında ve kültürel paylaşımlarını artmasına yardımcı olmaktadır. Kardeş şehir faaliyetleri kapsamında hem bilgi ve tecrübelerden yararlanılmakta hem de üye belediyeler arasındaki işbirliğini artırarak dayanışma ve yardımlaşma ruhunu geliştirmektedir. Bunun yanı sıra teknik ve insani yardımlarda bulunarak hem üye olan hem de üye olmayan belediyenin kalkınmasını da sağlamaktadır. Ayrıca kaynak ve zaman israfı olmadan doğru kullanımı sağlayan, etkin etkili ve verimli hizmetlerin yerine getirilmesinde yardımcı olmaktadır. Ayrıca Birlik tarafından süreli ve süresiz olarak yayınlanan yayınların gerek Türkiye gerek Azerbaycan gerekse Orta Asya'daki diğer Türk Cumhuriyetleri'nin sağlıklı gelişimine katkı sağlamaktadır. Sonuç olarak Birliğin eğitim faaliyetleri olmak üzere Birlik Tüzüğü'ndeki belirtilen faaliyetlerin tümünün gerçekleştirilmesindeki önemli oldukça büyüktür.

KAYNAKÇA

Bıçakçioğlu, Emre (2010). Belediye Birlikleri ve Türk Dünyası Belediyeler Birliği. Marmara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

Can, Hüseyin (2018). Yerel Yönetim Birliklerinin Belediyelerin Kardeş Şehir İlişkilerine Katkıları: Türk Dünyası Belediyeler Birliği Örneği. Dumlupınar Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi. Kütahya.

Türk Dünyası Belediyeler Birliği Tüzüğü (2003).

Türk Dünyası Belediyeler Birliği Avrasya'da Yerel Gündem Sayı 25-30 (2022-2023).

Türk Dünyası Belediyeler Birliği 2022 Faaliyet Raporu (2023).

Türk Dünyası Belediyeler Birliği 2019 Uluslararası Yerel Yönetimler Eğitim ve Araştırma Merkezi (UYEM) Eğitim Raporu (2020).

Topal, Mehmet Talip (2021). Yerel Yönetim Birliklerinin Kültürel Entegrasyona Etkileri: Türk Dünyası Belediyeler Birliği Örneği. İstanbul Arel Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

URL-1 (2023). Erişim Adresi: <http://www.tdbb.org.tr/?lang=tr> .

URL-2 (2023). Erişim Adresi: http://www.tdbb.org.tr/?page_id=4001&lang=tr .

1580 sayılı Belediye Kanunu (Mülga-1930).

3335 sayılı Uluslararası Nitelikteki Teşekküllerin Kurulması Hakkında Kanun (1987).

5253 sayılı Dernekler Kanunu (2004).

5355 sayılı Mahalli İdare Birlikleri Kanunu (2005).

MÜASİR İQTİSADI MÜNASİBƏTLƏR ŞƏRAİTİNDƏ TİKİNTİ SAHƏSİNİN ÖLKƏ İQTİSADIYYATININ İNKİŞAFINDA ROLU.

Summary: Investments in the construction sector in Azerbaijan have an important impact on the development of the country's economy and the expansion of infrastructure. These investments stimulate the development of the country's infrastructure and contribute greatly to economic growth.

One of the main areas where investments are made in the construction sector is the development of infrastructure. Investments in the development of roads, transport systems, airports and other infrastructure facilities are increasing. This improves the country's social services, increases efficiency in trade and transport. In order to promote progress and development in the regions of Azerbaijan, it is also recommended to increase investments in the liberated regions. These investments ensure the construction of new campuses, the modernization of infrastructure and the development of lifestyles.

Açar sözlər: İqtisadi münasibətlər, investisiyalar, tikinti sahəsi, daşınmaz əmlak, tikinti layihələri, biznes.

Keywords: Economic relations, investments, construction site, real estate, construction projects, business.

Tikinti sahəsi maddi və qeyri maddi istehsalın resurslarının və infrastrukturun yaradılması və fəaliyyətini təmin etdiyinə görə ölkə iqtisadiyyatının inkişaf etməsində əsas rola sahibdir. Yollar, energetika infrastrukturunu, hava limanları, körpülər və digər infrastruktur obyektləri inşa edilməsində və yenidən qurulmasında tikinti sektorunun təşəbbüsü və təkmilləşdirilməsi nəticəsində ölkə iqtisadiyyatının inkişafı üçün əhəmiyyətli təsir edir.

Azərbaycanda tikinti sahəsinə qoyulan investisiyalar ölkə iqtisadiyyatının inkişafına, infrastrukturun genişlənməsinə mühüm təsir göstərir. O, şəhər ərazisinə investisiyalar, yeni layihələrin tikintisi, infrastrukturun yenilənməsi və inkişafı, daşınmaz əmlak bazarının genişləndirilməsi və iş yerlərinin yaradılması ilə bağlı bir çox sahələrə dəstək verir. Azərbaycan Respublikası hökuməti inkişafın təşviqi üçün tikinti sahəsinə investisiya qoyuluşunu özünün prioritet istiqamətlərindən biri hesab edir.

Azərbaycan iqtisadiyyatında 2022- ci ildə ümumi daxili məhsulda tikinti sahəsinin qeyri- dövlət bölməsində payı 87,5% təşkil edib ki, bu da kənd təsərrüfatı, ticarət və xidmətlər və sənayedən sonradakı yerdə durur. Həmin ildə tikinti işlərinin dəyəri 10558926,9 min manat olmuşdur ki, bu da əvvəlki ilə nisbətən 117,4% çox olmuşdur. Mülkiyyət növündən asılı olaraq görülən işlərin 1251178,9 min manatı dövlət bölməsinin, 5913382,6 xüsusi bölmənin, 3394356,8 min manatı xarici investisiyaların, 8,6 min manatı isə bələdiyyələrin payına düşür[1]. Statistik məlumatdan görünür ki, görülən tikinti işlərinin dəyəri xüsusi bölmədə daha çoxdur. Bunu onunla əsaslandırmaq olar ki, Azərbaycanda əlverişli biznes mühitinin olması tikinti sahəsində canlanmaya bir başa təsir göstərir.

Azərbaycanda tikinti sahəsinə qoyulan investisiyalar demək olar ki, ikinci yerdədir. Sosial –iqtisadi inkişafın əsas göstəricilərindən biri mənzil fondunun yaradılması və əhalinin mənzilə olan tələbatının ödənilməsidir. Bununlada demək olar ki, ölkədə aparılan sosial iqtisadi siyasətdə tikinti sahəsinə xüsusi diqqət yetirilir. Bu da tikinti sahəsinin inkişafına və rəqabət mühitinin formalaşmasına gətirib çıxarır.

Tikinti sahəsində rəqabət mühitinin formalaşmasında dövlətlə şəxsi partnyorluq münasibətləri xüsusi yer tutur. Bu investisiya tikinti layihələrinin reallaşmasında konsessiya sxemindən istifadə olunmaqla həyata keçirilir. Buna misal olaraq Azərbaycanda mövcud olan

Mənzil İnşaatı Dövlət Agentliyini (MİDA) göstərmək olar. MİDA-nin digər tikinti şirkətlərindən üstünlüyü ondan ibarətdir ki, həmin layihənin sifarişçisi dövlətdir, podratçısı isə ixtisaslaşmış müxtəlif tikinti şirkətləri. Buna görə də belə layihələrin reallaşdırılması tez və ucuz başa gəlir. Bu şirkətin digərlərindən güclü tərəfi onun sosial layihə olması, dövlət dəstəyi, rəqabət mühitinin dərinlənməsi, ictimai vəsatlərdən səmərəli istifadədir. Belə şirkətin dövlət mülkiyyətindən yararlanma, xüsusi mülkiyyətin cəlb edilməsi, maliyyə dayanıqlılığı (dövlət büdcəsi hesabına) mənzil tələbatının yüksək səviyyədə olması, layihə dəyərinin optimallaşdırılması (rəqabətli mühit) kimi imkanları vardır. Belə şirkətlərin zəif tərəfləri də vardır ki, bunlara aiddir:

- qanunvericilik bazasının fəim formalaşmaması;
- investisiyaların cəlb edilməsi imkanlarının məhdudluğu (əsas hədəfin uyğun qiymətə mənzil təminatı olduğundan mənfəət normasının az olması) və.s

Dövlət dəstəyi ilə işləyən şirkətlər rəqabətqabiliyyətli oduğu üçün özəl sektora tələbin azalmasında təhlükədir.

Azərbaycanda tikinti şirkətlərinin istehsal etdikləri mənzillərin müqayisəli təhlili

Tikinti şirkətinin adı	Yaşayış kompleksi	Mənzillərin otaqlarının sayı(ədəd)	Daxili parametri üzrə sahəsi m ²	Hər kv. metrın qiyməti manat	Mənzilin ümumi qiyməti manat
Mənzil İnşaatı Dövlət Agentliyi	Yasamal yaşayış kompleksi	2	56,84	94 2,6	53580
Melissa Group	Melisa park	2	47,1	19 50	91845
<u>Mahal Construction</u>	Səttar Bəhlulzadə küçəsi, 1 (Baku Nar Residence)	2	91,8	17 00	156060

Qeyd: Cədvəl tikinti şirkətlərinin məlumatlarına əsasən müəllif tərəfindən tərtib olunub.

Cədvəl məlumatlarından aydın görünür ki, ən əlverişli qiymətlərlə mənil tikintisini MİDA yerinə yetirir. Onu da qeyd edirəm ki, MİDA-nin tikdiyi mənzillər tam təmirlidir. Bu da onun digər şirkətlərlə müqayisədə güclü tərəflərini göstərir. Onu güclü edən tərəfi isə bu layihələrin sifarişçisi dövlətin olmasıdır. Torpaq sahəsinin alınmasında, tikintiyə icazələrin verilməsində, podratçıların seçilməsində, kommunal xidmətlərə qoşulmasında maneələrin olmamasıdır.

Düzdür Azərbaycan Respublikasında biznes mühitinin yaxşılaşdırılması, azad rəqabət mexanizminin inkişaf etdirilməsi üçün islahatlar həyata keçirilmiş, tikinti sahəsində xüsusi investisiyaların cəlb edilməsi məqsədi ilə icazələrin alınması sadələşdirilmişdir. Əvvəlki qaydalarda prosedurların sayı- 18, günlərin sayı -116, icazə xərcləri isə 6566 manat olmuşdursa, yeni qaydalarda prosedurların sayı-7, icazənin verilməsi üçün günlərin sayı-38, xərclər isə 1595 manata endirilmişdir[3]. Bu sadələşmələrin tikinti şirkətlərinin fəaliyyət göstərməsində təsiri böyükdür. Lakin bununlada özəl tikinti şirkətlərinin fəaliyyətində və qiymətlərin alıcılıq qabiliyyətinə uyğunluğu təmin olunmayıb.

Tikinti işləri böyük miqyaslı layihələrin həyata keçirilməsinə səbəb olur ki, buda bir çox sahələrdə yeni iş yerlərinin yaranmasına səbəb olur. Ölkə üzrə məşğul olan əhalinin sayı

4901,1 min nəfərdir ki, bununda 7,7 faizi tikinti sahəsində çalışır, buda ümumilikdə 37738470 nəfərə bərabərdir[1].

Azərbaycanda tikinti sahəsində çalışan işçilərin milli iqtisadiyyata təsiri çox böyükdür. Tikinti sahəsi, iqtisadiyyatın inkişafında strateji bir sahə kimi görünür və bir sıra əsas mənbələri və iqtisadiyyatın müxtəlif sahələri ilə təsvir edilir:

İş yerlərinin yaradılması: Tikinti sahəsi Azərbaycanda iş yerlərinin yaradılması üçün əsas sahələrdən biridir. Bu sahədə fəaliyyət göstərmək üçün çoxlu işçi tələb olunur və böyük həcmdə iş yerləri və layihələr yeni iş yerləri yaradır.

İnvestisiyalar və kapitalın yaradılması: İnvestisiya sahəsi dövlət və özəl sektora investisiya qoymağa təşviq edildiyi sahədir. Yeni tikinti layihələri əmlakın dəyərinin artmasına və kapitalın yaranmasına səbəb olur.

İnfrastrukturun inkişafı: İnkişaf sahəsi infrastrukturun inkişafı üçün əsas sahədir. Yollar, drenaj sistemləri, enerji infrastrukturunu və s. tikilir. Bu, sosial xidmətlərin səviyyəsinin yüksəldilməsi və iqtisadiyyatın səmərəliliyinin yüksəldilməsi üçün çox vacibdir.

Sosial təsir: tikinti sahəsi iş yerləri yaradır və işçilərə maaş verir. Bu, sosial təminat proqramlarının hazırlanmasına və sosial sahədə mühüm dəyişikliklərə gətirib çıxarır. Sosial sahəyə təsiri:

Maliyyə sahəsinə təsir: Biznes sahəsi, biznes materialları, biznes texnologiyaları, daşınmaz əmlak bazarı və s. Bəziləri digər ərazilərdə təsvir edilmişdir. Bu o deməkdir ki, əmək sahəsində çalışan işçilər maliyyə sahəsinə öz təsirini göstərir və iqtisadiyyatın inkişafına ciddi dəstəyini təşkil edir.

İqtisadiyyatın müxtəlifliyi: Tikinti sahəsi Azərbaycan iqtisadiyyatının müxtəlifliyini artırmağa kömək edir. Bu, iqtisadiyyatın neft və qaz sektorlarından asılılığını azaldır və daha çoxşaxəli iqtisadiyyatın yaradılmasına kömək edir.

Nəticə

Tikinti sahəsi ölkənin iqtisadi yüksəlişində və inkişafında əsas rol oynayır. Bu sektor yeni iş yerlərinin yaradılması, investisiyaların cəlb edilməsi, infrastrukturun inkişafı, mənzil tikintisi, işçi qüvvəsinin hazırlanması, diversifikasiya və iqtisadi artıma töhfə vermək potensialına malikdir. Buna görə də bir çox ölkələr tikinti sənayesindən iqtisadi artımı stimullaşdırmaq və saxlamaq üçün strateji alət kimi istifadə edirlər.

Azərbaycanda əmək bazarında çalışan işçilər ölkə iqtisadiyyatına ciddi təsir göstərir və onun inkişafını təmin edirlər. Biznes sahəsi iş yerlərinin yaradılması, infrastrukturun inkişafı, sosial təsir, maliyyə sahəsinin şaxələndirilməsi və daha çox şeylərdə ciddi rol oynayır.

ƏDƏBİYYAT

1. <https://www.stat.gov.az/>
2. <https://president.az/az/articles/view/31438>
3. https://www.azersu.az/img/files/DB_2019_Construction_FULL.pdf

Tikinti sektorunda istehsal edilən məhsullarının iqtisadi artıma təsirlərinin qiymətləndirilməsi metodları

Xülasə

Tikinti sektorunun məhsulları iqtisadiyyatın digər sektorlarına əlavə dəyərin yaradılması üçün dəstək olmaqla yanaşı, həm də insanların rifah halının, həyat şəraitinin yaxşılaşdırılmasında müstəsna rol oynayır. Mənzillər, istirahət yerləri, yollar, körpülər, xəstəxanalar və məktəblər və sair tikinti sektorunun məhsullarıdır. Saydıqlarımız və saymadıqlarımız çoxlu sayda tikinti məhsulları var ki, onlar müasir sivilizasiyanın və mədəniyyətin mühüm göstəricilərindəndir. Tikinti sektorunun məhsulları birbaşa iqtisadi inkişafa dəstək verməklə yanaşı, onun dolayı təsirləri də var. Tikinti məhsullarının daha keyfiyyətli olması üçün yeni texnologiyaların və dizayn elminin inkişafı, bu texnologiyalarla davranmağı bacaran yeni işçilərin yetişdirilməsi, müvafiq təhsil və təlim mərkəzlərinin inkişafı və sair dolayı yolla iqtisadiyyatın inkişafına təsir edir.

Summary

In addition to supporting other sectors of the economy to create additional value, the products of the construction sector also play an exceptional role in improving people's well-being and living conditions. Apartments, recreation areas, roads, bridges, hospitals and schools, etc. are products of the construction sector. There are many construction products that we count and do not count, which are important indicators of modern civilization and culture. In addition to directly supporting economic development, the products of the construction sector also have indirect effects. The development of new technologies and design science for the better quality of construction products, the training of new workers who are able to deal with these technologies, the development of relevant education and training centers, etc. indirectly affect the development of the economy.

Keywords: economic well-being, product of construction sector, measurement units of construction product, determinants of construction product

Açar sözlər: iqtisadi rifah, tikinti sektorunun məhsulu, tikinti məhsulun ölçü vahidləri, tikinti məhsulun determinantları

Tikinti sektorunda istehsal edilən məhsulların iqtisadi inkişafa və rifah halına təsirlərinin qiymətləndirilməsi üçün aparılan tədqiqatlara iqtisadi ədəbiyyatda tez-tez rast gəlinir. Xüsusilə son 30 ildə belə tədqiqatların sayı artmaqdadır. Müxtəlif ölkələrin timsalında tikinti sektoru məhsullarının, məsələn, mənzil tikintisinin, infrastruktur layihələrinin iqtisadi inkişafa və rifah halına təsirlərini öyrənən tədqiqatlarda daha çox belə məhsulların iqtisadi artıma təsirlərinin öyrənilməsinə diqqət yetirilir. Qeyd edək ki, bu problemə həsr edilən tədqiqatlar üçün bəzi fərqləndirici xüsusiyyətlər var. Birincisi, tikinti sektorunun məhsulu deyiləndə nələr nəzərdə tutulmalıdır və belə məhsulların təsnifləşdirilməsi necə aparılmalıdır? İkincisi, tikinti sektorunun bu və ya digər məhsulunun ölçü vahidi necə seçilməlidir? Belə ki, belə məhsulların bəziləri üçün bazar qiymətləri mövcud deyil. Məsələn, infrastruktur layihələrinin bazar qiymətləri mövcud olmadığından onların ölçü vahidini kəmiyyətə müəyyən etmək və müqayisəli analiz aparmaq çətindir. Üçüncüsü, tikinti sektorunun iqtisadi artıma və ya rifah səviyyəsinə təsirlərini qiymətləndirmək üçün hansı metodologiya seçilməlidir? Bu və ya digər sualların cavablandırılması tikinti sektorunun məhsullarının iqtisadi artıma və rifah halına təsirlərinin qiymətləndirilməsinin etibarlılığı üçün mühüm əhəmiyyət daşıyır.

Bəzi tədqiqatçılar, məsələn, Musarat və digərlərinin (2020), Müller və Veser (2020) tərəfindən aparılan araşdırmalarda əsaslandırılır ki, ölkənin rifah halı iqtisadi artım əsasında dayanan ilkin, ikinci, üçüncü və sair səviyyəli iqtisadi sektorların inkişafından asılıdır. Bu sektorlardan biri də tikinti sektorudur. Musarat və digərlərinin (2020) araşdırmasına əsasən iqtisadi sektorlar, o cümlədən tikinti sektoru çoxlu sayda determinantlardan, o cümlədən, ölkədə inflyasiya səviyyəsindən asılıdır. Lakin bu asılılığın bütün ölkələr üçün universal olduğunu, məsələn, pozitiv və ya neqativ olduğunu iddia etmək olmaz. Lean (2001), Alaloul və digərləri (2021) tikinti sektorunun rifah səviyyəsinin, səhiyyə sisteminin, həyat keyfiyyətinin yüksəlməsində rolunu analiz edərək belə nəticəyə gəlirlər ki, tikinti sektorunun bəzi məhsullarının, məsələn, yol tikintisinin ciddi ekoloji təsirləri mövcuddur. Tikinti fəaliyyətinin layihələndirilməsi və reallaşdırılması zamanı ətraf mühitin mühafizəsi və ekoloji tələblərin nəzərə alınması zəruridir.

- *Tikinti sektorunun məhsulu, onun ölçü vahidləri, determinantları*

Tikinti sektorunun məhsulları müxtəlif ölkələrdə müxtəlif cür təsnifləşdirilir. Məsələn, Böyük Britaniyada tikinti sektorunun məhsulları bu sektordakı işlərin xarakterinə uyğun olaraq təsnifləşdirilir. Belə təsnifləşdirmə 1)ictimai mənzil tikintisi, 2)özəl mənzil tikintisi; 3) İnfrastruktur tikintisi; 4) İnfrastrukturdan başqa qeyri-yaşayış tikintiləri kimi 4 qrupa ayrılır. Bu qrupların da hər biri sub-qruplardan ibarətdir. Məsələn, infrastruktur tikintisinə 1) su xəttləri; 2) kanalizasiya; 3)elektrik xəttləri; 4)qaz boru xətləri; 5) rabitə xəttləri; 6) hava nəqliyyatı tikintisi; 7) dəmir yolu; 8) limanların tikintisi; 9) yolların çəkilişi daxildir. İnfrastrukturdan başqa qeyri-yaşayış binalarının tikintisi məhsullarına isə 1) zavod və fabriklər; 2) su anbarları; 3)neft emalı müəssisələrinin, neft boru kəmərlərinin və sair tikintisi; 4) polad istehsalı və onula bağlı tikintilər; 5) kömür mədənlərinin və onula bağlı tikintilər; 6) məktəb və kolleclər; 7) universitetlər; 8) səhiyyə sistemləri tikintisi; 9) ifislərin tikintisi; 10) əyləncə mərkəzlərinin tikintisi; 11) qaracların tikintisi; 12) mağazaların tikintisi; 13) kənd təsərrüfatı sektorunun fəaliyyəti üçün zəruri tikililər və 14) digər növ tikililər daxildir.

Azərbaycan Respublikası Dövlət Statistika Komitəsinin məlumatlar bazasında tikinti sektorunda yaradılan məhsullar 1) binaların tikintisində; 2) mülki təyinatlı tikinti işlərində; 3) ixtisaslaşmış tikinti işlərində yaranan məhsullar bir-birindən fərqləndirilir. Birinci qrup tikinti işləri a) təcrübə-tikinti işlərindən; b) yaşayış və qeyri-yaşayış binaların tikintisindən ibarətdir. İkinci qrup, yəni mülki təyinatlı tikinti işləri a) Yollar və küçələrin salınması, dəmir yollarının tikintisi; b) Avtomobil yolları, yollar və küçələrin salınması ; c) Dəmir yolları və yeraltı dəmir yollarının tikintisi; d) Körpü və tunellərin tikintisi; e) Mülki təyinatlı digər obyektlərin tikintisi; f) Boru kəmərlərinin tikintisi; h) Rabitə və elektrik xətlərinin çəkilməsi; g) Digər mülki tikinti obyektlərinin tikintisi; j) Su qurğularının tikintisi; k) Digər mülkü tikililərdən ibarətdir.

Üçüncü qrup tikinti işlərinə, yəni İxtisaslaşdırılmış tikinti işlərinə a) Binaların sökülməsi və tikinti sahəsinin hazırlanması; b) Binaların sökülməsi; c) Tikinti sahəsinin hazırlanması; ç) Kəşfiyyat qazıntısı; d) Elektrik və su kəməri sistemlərinin və sair mühəndis avadanlıqlarının quraşdırılması; e) Elektrik quraşdırma işləri; f) Sanitar-texniki işləri, istilik və havanın kondisiyalandırılma sızistimlərinin quraşdırılması; g) Sair mühəndis avadanlıqlarının quraşdırılması; h) Bəzək və tamamlayıcı işlər; j) Suvaq işləri; k) Xarratlıq və dülğərlik işləri; l) Döşəmə örtüyünün qurulması və divara örtüyün çəkilməsi; m) Rəngləmə və şüşə salma işləri; n) Sair bəzək və tamamlayıcı tikinti işləri; o) İxtisaslaşdırılmış tikinti işləri; p) Bina və tikililərin örtüklərinin quraşdırılması; r) Digər qruplara daxil edilməyən ixtisaslaşdırılmış tikinti işləri daxildir.

Biz öz tədqiqatımızda ARDSK-nin klassifikasiyasını əsas götürərək hesablamalar aparacağıq. Bu zaman tikinti sektorunun məhsullarının əsas ölçü vahidi kimi bu məhsulların cari və hər hansı baza ilinə əsasən real qiymətləri götürüləcək. İqtisadi ədəbiyyatda belə ölçü vahidindən tikinti sektorunu qiymətləndirmək üçün daha çox istifadə edilir. Məsələn, *Fan və*

digərləri (2010), Ramachandra və digərləri (2013), Mu'awiya və digərləri (2018) və başqalarının tədqiqatlarında tikinti sektorunun məhsulları ümumi dəyəri onu xarakterizə etmək üçün əsas göstərici olaraq qəbul edilib. Digər ölçü vahidi kimi tikinti sektorunda yaranan əlavə dəyərin ÜDM-də payı da götürülə bilər. İqtisadi ədəbiyyatda tikinti sektorunda istehsal olunan məhsul həcmi iqtisadi artıma təsirləri tədqiq edilən zaman ən çox istifadə edilən ölçü vahidi yaradılan əlavə dəyər və ya məhsulun cəmi dəyəri götürülür (məsələn, *Ofori (1990), Akintoye və Sommerville (1995), Tanratanawong və Scott (2000), Jiang və Liu (2011), Jiang və digərləri (2013), Jiang və Liu (2014)*). Lakin nəzərə almaq lazımdır ki, tikinti sektorunda yaranan əlavə dəyər və ya istehsal olunan son məhsulun dəyəri haqqında məlumatın əldə edilməsi ölkədən ölkəyə dəyişir. Lakin, demək olar ki, bütün ölkələrdə tikinti sektorunun məhsulunun ölçü vahidi kimi müəyyən dövr ərzində, məsələn, bir kvartal və ya il ərzində istehsal olunan məhsulun yerli valyuta ilə və ya ABŞ dolları ilə dəyəri nəzərdə tutulur. Məsələn, ABŞ-da tikinti sektorunun ÜDM həcmində payı 2005-ci ildə 5.1% olub. 2011-ci ildə isə bu göstərici 3.3% qədər azalıb. Sonrakı illərdə isə müəyyən qədər artaraq, 2020-ci ildə 4.4%-ə qədər artıb. Tikinti sektorunun məhsul istehsalı həcmi bu ölçülərlə deyil, cari ABŞ dolları ilə ifadə etsək, uyğun olaraq, 665 mlrd, 513 mlrd və 921mlrd ABŞ dolları olub.

Qeyd edək ki, “tikinti sektorunda yaradılan əlavə dəyər” və ya “tikinti sektorunda yaradılan əlavə dəyərin ÜDM-də payı” göstəriciləri ölkə üzrə tikinti sektorunu qiymətləndirməyə imkan versə də ölkələrarası müqayisənin aparılması üçün tam yararlı hesab edilə bilməz. Ona görə ki, hər bir ölkə üçün milli valyutanın alıcılıq qabiliyyəti pariteti müxtəlifdir və ona görə də ÜDM-in daşdığı çatışmazlıqlar elə onun tərkib hissələrinə, o cümlədən, tikinti sektorundakı əlavə dəyərə də aiddir. Ona görə də tikinti sektorunda yaradılan məhsulun dəyəri ilə yanaşı, bəzi məhsullar üzrə naturada ifadə edilən göstəricilərdən istifadə etmək daha doğrudur. Biz tədqiqatın real vəziyyəti daha yaxşı ifadə etməsi məqsədilə bəzi hallarda real qiymətlərdən istifadə edəcəyik.

Nəticə

Tikinti sektorunun istehsal olunan hər çür məhsulların məcmu həcmi ilə xarakterizə olunması makrosəviyyədə bu sektoru müəyyən qədər qiymətləndirməyə imkan versə də onun ayrı-ayrı sahələri üzrə aparılan analizlər hansı məhsula xüsusi diqqətin ayrılması üçün mühüm informasiya verə bilər. Məsələn, mənzil tikintisinin, yoxsa infrastruktur layihələrinin genişləndirilməsinin iqtisadiyyata verdiyi töhvəni müəyyən etmək üçün əlbəttə bu sahələrin ayrı-ayrılıqda qiymətləndirilməsinə ehtiyac var. Biz tədqiqat çərçivəsində tikinti sektoruna daxil olan yuxarıda qeyd etdiyimiz qruplar üzrə tədqiqatın genişləndirilməsini vacib hesab edirik.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Musarat, M.A.; Alaloul, W.S.; Liew, M. Impact of inflation rate on construction projects budget: A review. *Ain Shams Eng. J.* 2020, 12, 407–414.
2. Müller, R.; Veser, M. The current state of nonfinancial reporting in Switzerland and beyond. *Die Unternehm.* 2020, 74, 296–311.
3. Lean, C.S. Empirical tests to discern linkages between construction and other economic sectors in Singapore. *Constr. Manag. Econ.* 2001, 19, 355–363.
4. Alaloul, W.; Altaf, M.; Musarat, M.; Javed, M.F.; Mosavi, A. Systematic Review of Life Cycle Assessment and Life Cycle Cost Analysis for Pavement and a Case Study. *Sustainability* 2021, 13, 4377.
5. Fan, R.Y.C., Ng, S.T. and Wong, J.M.W. (2010), “Reliability of the Box–Jenkins model for forecasting construction demand covering times of economic austerity”, *Construction Management and Economics*, Vol. 28 No. 3, pp. 241-254.

t.f.d.,dos. İlqar Qiyas oğlu Əliyev
t.f.d.,dos. Maarif Zabit oğlu Yusifov
m.f.d. Mədinə Əbdülrəşid qızı Ömərqədiyeva
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
i_q_aliyev@mail.ru, maarif_yusifov@mail.ru, medina-omar@mail.ru

QARABAĞ İQTİSADI RAYONUNDA TİKİNTİ OBYEKTŁƏRİN İSTİLİKĐƏN MÜDAFİƏ TƏDBİRLƏRİNİN TƏDQIQI

Xülasə: Müasir dövrdə Qarabağ iqtisadi rayonunda yaşayış, məişət və inzibati binaların tikilməsi, yeni-yeni sosial obyektlərin yaradılması respublikamızda inşaat sektorunun istehsal sürətini olduqca genişləndirmişdir. Bunlar da öz növbəsində, inşaatda istifadə edilən xammal, material və yarımfabrikat məhsulların növlərinin artmasına səbəb olur ki, bu da nəticədə yeni-yeni tikinti materiallarının inşaat işlərində tətbiq edilməsini və müasir dövrün tələbinə cavab verən keyfiyyətli inşaat işlərinin həyata keçirilməsinə olan tələbatı günü-gündən artırmaqdadır.

İnşaat sektorunun müasir vəziyyəti bu sahədə aparılan işlərin keyfiyyətli və sürətli olması tələbi ilə yanaşı binaların tikilməsində və eləcə də, onların istismarında konstruksiyaları mənfi temperaturların təsirindən qorumaq üçün istilikdən müdafiə tədbirlərinin həyata keçirilməsi məsələsinə baxılmışdır.

Açar sözlər: istilik keçirmə, buxar keçirmə, nəmlik rejimi, istilikdən mühafizə, qoruyucu konstruksiya.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕР ТЕПЛОЗАЩИТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В КАРАБАХСКОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЙОНЕ

Резюме: Строительство жилых, бытовых и административных зданий, создание новых социальных объектов в карабахском экономическом районе в современную эпоху значительно расширило темпы производства строительного сектора в нашей республике. Это, в свою очередь, приводит к увеличению видов сырья, материалов и полуфабрикатов, используемых в строительстве, что в конечном итоге приводит к внедрению в строительные работы все новых и новых строительных материалов и повышению спроса на выполнение качественных строительных работ, отвечающих требованиям современности.

Современное состояние строительного сектора обусловлено требованием качественного и быстрого выполнения работ в данной области, а также рассмотрены вопросы осуществления теплозащитных мероприятий для защиты конструкций от воздействия отрицательных температур при строительстве зданий и их эксплуатации.

Ключевые слова: теплопроводность, паропроницаемость, режим влажности, теплозащита, ограждающая конструкция.

Qarabağ iqtisadi rayonunda yaşayış, məişət və inzibati binaların tikilməsi, yeni-yeni sosial obyektlərin yaradılması, istirahət və xidmət sahələrinin genişlənməsi, idman komplekslərinin qurulması, sənaye parklarının və sənaye zonaların yaradılması respublikamızda inşaat sektorunun istehsal sürətini olduqca genişləndirmişdir. Bunlar da öz növbəsində, inşaatda istifadə edilən xammal, material və yarımfabrikat məhsulların növlərinin artmasına səbəb olur ki, bu da nəticədə yeni-yeni tikinti materiallarının inşaat işlərində tətbiq edilməsini və müasir dövrün tələbinə cavab verən keyfiyyətli inşaat işlərinin həyata keçirilməsinə olan tələbatı günü-gündən artırmaqdadır.

İnşaat sektorunun müasir vəziyyəti bu sahədə aparılan işlərin keyfiyyətli və sürətli olması tələbi ilə yanaşı binaların tikilməsində və eləcə də, onların istismarında

konstruksiyaları mənfi temperaturların təsirindən qorumaq üçün istilikdən müdafiə tədbirlərin həyata keçirilməsi inşaat sahəsində dövlətin qarşıya qoyduğu prioritet məsələlərdən biridir.

Bu məqsədlə müxtəlif növ istilik izolyasiya materiallarından istifadə edilməsi aktuallaşmaqdadır. Eyni zamanda, istilik izolyasiya materialların inşaatda geniş tətbiq edilməsi bütün növ təbii materiallara qənaət etməyə imkan verir.

Digər tərəfdən qeyd etmək lazımdır ki, bu gün tikinti sektorunda aparılan işlərin keyfiyyətli yerinə yetirilməsinə olan tələbatı təbii materiallarla ödəmək mümkün deyildir. Məhz buna görə də müasir dövrdə təbii materialları müvəffəqiyyətlə əvəz edə bilən sintetik qatranlar əsasında hazırlanmış istilik izolyasiya materialları tikinti sektorunda geniş tətbiq edilir. Bu da bina və qurğuların xarici qoruyucu konstruksiyaları vasitəsilə itirilən istilik itkisini azaldır və tələb olunan temperatur rejimini saxlamağa kömək edir.

Həmin materialların inşaatda tətbiq sahələri olduqca geniş və çoxşaxəlidir. Bu da onların iqtisadi cəhətdən ucuz başa gəlməsi, istismar üçün yüksək üstün xassə göstəricilərinə malik olması, tükənməz xammal bazasına malik olması, fiziki, mexaniki, termiki və s. xassə göstəricilərinə görə təbii materiallardan heç də geri qalmaması ilə birbaşa əlaqədardır. İstilik izolyasiya materiallarının tikintinin müxtəlif sahələrində daha da geniş tətbiq edilməsi onların ekoloji cəhətdən yararlığını təmin edən təhlükəsizlik göstəricilərinin daim diqqətdə saxlanılmasını tələb edir. Bu səbəbdən həmin materialların fiziki-mexaniki göstəricilərinə və Qarabağ iqtisadi rayonunun makro iqlim göstəricilərinə əsasən tikintinin hansı sahələrində tətbiq edilməsi nəzəri cəhətdən araşdırılmalı, müfəssəl tədqiq edilməlidir (aşağıdakı cədvəldə göstərilən parametrlər əsasında).

<i>İstilik izolyasiyası materialları</i>	<i>Sıxılmağa davamlığı, MPa</i>	<i>Sıxlıq, Kq/m³</i>	<i>İstilikkeçirmə əmsali, λ, Vt/m², °C</i>	<i>Şaxtaya-davamlılıq, F</i>	<i>Yanmağa meylilik</i>
Penopolistirol plitələri (ГОСТ 15588)	0,05÷0,10	10÷35	0,037÷0,042	45	Yanmayan
Sərt mineral pambıq (ГОСТ 9573)	0,04÷0,15	25÷220	0,039÷0,046	60	
Bazalt (daş yun) izolyasiyası	0,02÷0,04	100÷120	0,038÷0,039	60	
Perlitoplast beton	0,08÷1,0	400÷800	0,08÷0,16	60	
Profil təbəqəli sendviç panellər, bazalt yundan	0,02	115÷125	0,038÷0,046	60	

Digər tərəfdən temperatur-nəmlik rejiminin tələb olunan səviyyədə saxlanılması məqsədlə izolyasiya qatının xarici qoruyucu konstruksiyaların hansı səthinə (daxili və ya xarici), təbəqələr üzrə hansı qatdan sonra və hansı qalınlıqda materialdan quraşdırılması da araşdırılmalıdır.

Qarabağ iqtisadi rayonunda bina və qurğuların tikintisi zamanı istilik izolyasiya materialı seçərkən bir çox amillər nəzərə alınmalıdır. Bu amillərdən ən vacibi istifadə ediləcək izolyasiya məmulatlarının uzunömürlüüyü, müxtəlif təsirlərə qarşı müqaviməti, kövrəkliyi, tikinti sektoruna gətirəcəyi müsbət və mənfi cəhətləri, istilik, su, səs izolyasiyası, kondensasiyanın qarşısının alınması, quraşdırılmanın asanlığı, xarici tərtibatı və estetikliyidir.

Hal-hazırda respublikamızın istehlakçı bazarına daxil olan, Rusiyada istehsal edilən kipləşdirici (hermetikləşdirici) və bərkidici polimer inşaat materiallarının keyfiyyətinə qoyulan tələblər ГОСТ 32642-2014 üzrə normalaşdırılır. Həmin stadarta əsasən qeyd olunan qeyri-üzvi istilik-izolyasiya materialları tikintidə istismarı dövründə bütün növ mexaniki və

atmosfer təsirlərində əlavə olunan detalların etibarlı izolyasiyasını qorunmalı və aşağıda müəyyən olunmuş tələblərə cavab verməlidir:

1. $-35^{\circ}\text{C} \div +65^{\circ}\text{C}$ temperatur intervalında dəyişməyən fiziki-mexaniki və adgeziya xassələrinə malik olmalıdırlar;
2. Havanın və günəş işığının təsirlərinə və rütubətin təsirinə qarşı davamlı olmalıdırlar;
3. Yaşayış və iş yerlərində istifadə olunan zaman tərkibdən ayrılan zəhərli maddələrin konsentrasiyası polimer maddələri üçün yol verilən həddi aşmamalıdır;
4. Binaların konstruksiya elementlərinin yanğına davamlılığının yol verilən həddini aşağı salmamalıdır;
5. İzolyasiya materiallarının təminat verilən saxlama müddəti bir ildən az olmamalıdır, bərkidici tərkiblərin saxlanma müddəti isə 6 aydan az olmalıdır;
6. Tələb olunan özlülüyə malik olmalı, istifadə və istismar prosesində axmamalıdır;
7. Yapışdırıcıların dağılma möhkəmliyi 0,15 MPa-dan az olmamalı, dağılma anında nisbi uzanma isə 140-270%-dən az təşkil etməlidir, bərkimə müddəti 2,5 saatdan çox olmamalıdır.

Yuxarıda qeyd olunanları və normativin tələblərini nəzərə alaraq Qarabağ iqtisadi rayonunda bina və qurğuların tikintisi zamanı inşaat konstruksiyaları mənfi temperaturların təsirindən qorumaq üçün aşağıdakılar təklif olunur:

Tikilən binalarda ayrı-ayrı otaqları həm istilikdən və həm də səs küydən izolyasiya etmək üçün nəmliyi qaytaran və səsi udan üzlük materialı Penopolistirol plitələrin tətbiq edilməsi məqsədə uyğundur;

Binaların xarici qoruyucu divarlarını istilikdən izolyasiya etmək və dayanıqlılığının təmini üçün sərt mineral pambıq və bazalt (daş yunu) plitələrin tətbiq edilməsi məqsədə uyğundur;

Əgər xarici qoruyucu divarın xarici səthinin aşağı kürsü hissəsinə istilik izolyasiya qatı vurmaq lazım gələrsə perlitoplast beton tətbiq edilməli və bu zaman aşağıdakıları nəzərə almaq lazımdır;

-Divarın yuxarı hissəsinə vurulan izolyasiya qatından binanın aşağı hissəsinə tətbiq edib, üzərindən armaturlanmış suvaq qatı vurmaq lazımdır,

-Binanın ön kürsüsünə hidroizolyasiya qatı vurmaq üçün isə bitum qarışıqlı emulsiyanı polisterol həlledicisi qatmadan tətbiq etmək olar.

Binaların tikintisi zamanı dam örtüyünün istilikdən izolyasiya etmək üçün materialı seçərkən profil təbəqəli sendviç panellərə üstünlük verilir.

Müasir dövrdə inşaat işlərində profil təbəqəli sendviç panellərə üstünlük verilməsinin əsas səbəbləri aşağıdakılardan ibarətdir:

- polimer materialların tətbiqi nəticəsində tikinti daşıyıcı sistemin damdan təmələ qədər yüngülləşməsi;

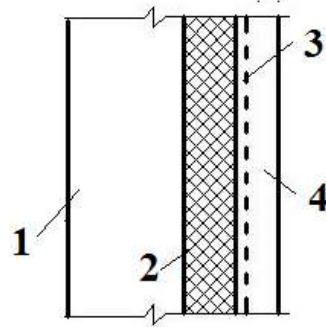
- odadavamlıq göstəricilərinin maksimum təmin edilməsi;

- polimer örtüklərin atmosfer və bioloji təsirlərə qarşı davamlı olması;

- istənilən rəngdə istehsal edilməsi və istənilən formaya salınması. Bundan başqa, quraşdırmanın asanlıığı, əməyə və vaxta qənaət etməsi, yüngül olması, lazım olduqda sökülüb yenidən istifadə edilməsi, periodik baxım tələb etməməsi kimi xüsusiyyətlərini də qeyd etmək olar.

Xarici divarlar üçün istilik izolyasiya materiallarının seçilməsi istilik qorunmasının layihələndirilməsində kritik bir mərhələdir. Universal istilik izolyasiya materialları yoxdur. Xarici divarların müxtəlif struktur sxemləri müxtəlif istilik izolyasiya materialları tələb edir. Əsas tövsiyələr olaraq, yuxarıda cədvəldə qruplaşdırılmış istilik izolyasiya materiallarından istifadə edilməsi məqsədə uyğundur.

Qarabağ iqtisadi rayonunda xarici divarlarda dörd əsas funksional təbəqə nəzərə alınması konstruksiyanın etibarlıq təminatını artıracaq (aşağıdakı Şəkil 1. üzrə):



Şəkil 1. İstilik mühafizəsi tikililərin xarici divarlar üçün konstruktiv həllərin əsas sxemi.

1. *Struktur təbəqə.* Qatın əsas məqsədi divarın möhkəmliyini təmin etməkdir. Bu, bir qayda olaraq yüksək istilik keçiriciliyinə və aşağı buxar keçiriciliyinə malik olan sıx, davamlı materiallardan hörülməlidir. Struktur təbəqə kərpic, müxtəlif növ beton, dəmirbeton, təbii və süni daşlar kimi materiallardan tikilir.

2. *İstilik izolyasiya təbəqəsi.* Qatın əsas məqsədi divarın istilik qoruyucu xüsusiyyətlərini təmin etməkdir. Aşağı gücə, aşağı istilik keçiriciliyinə və yüksək buxar keçiriciliyinə malik yüksək məsələli materiallardan istifadə olunur.

3. *Buxar və nəm izolyasiya edən təbəqə.* Bunlar su buxarına və nəmə qarşı keçiriciliyin seçici xüsusiyyətlərinə malik təbəqə və ya örtük materiallarıdır.

4. *Üzlük təbəqələr.* Qatının əsas məqsədi fasadın dekorativ tamamlanmasıdır. Üzlük kərpicdən, təbii daşdan, keramika materiallarından, asbest-sement məmulatlarından, polimerlərdən və dekorativ plasterlərdən hazırlanır.

Araşdırmanın aparılması, yəni istilik - texniki hesabların aparılmaması, qoruyucu konstruksiyalar daxilində yarana biləcək nəmlik rejiminin olub-olmaması haqqında dürüst məlumatın əldə olunmasına şərait yaradacaq. Eləcə də, həmin materialların tətbiqi nəticəsində konstruksiyaların dayanıqlığına təsiri nəzəri hesablar əsasında yoxlanılmalıdır.

Buxar nəminin qoruyucu konstruksiyalarda yığılmamasının təmin edilməsi binaların istilik mühafizəsinin layihələndirilməsinin ikinci vacib şərtidir. Çox qatlı konstruksiyalarda (Şəkil 1.) nəmin yığılmaması şərti analiz edilmişdir. Nəticədə aşkar edilmişdir ki hər bir funksional qatın buxar keçiriciliyi daxili səthdən xaricə doğru artmalıdır, yəni aşağıdakı bərabərsizlik təmin edilməlidir:

$$G_B < G_1 < G_2 < \dots < G_H.$$

Digər tərəfdən $G_H = 5 G_B$ olarsa, layihələndirilən konstruksiya daha "ideal" olacaqdır. Burada, G_B daxili təbəqənin buxar keçiriciliyi, G_H isə xarici təbəqənin buxar keçiriciliyidir. G_i qatların buxar keçiriciliyi olub buxar keçiriciliyi müqavimətinin ($R_{\Pi i}$ -nin) əksinə bərabər qəbul olunur, yəni:

$$G_i = 1 / R_{\Pi i} = 1 / (\delta_i / \mu_i) = \mu_i / \delta_i, \text{ mq}/(\text{m}^2 \text{ saat Pa}).$$

Burada, μ_i - qatların buxar keçiricilik əmsalı, $\text{mq}/(\text{m} \text{ saat Pa})$;

δ_i - qatların qalınlığıdır, m.

Şəkil 1.- üzrə divarın iki qatlı nəzərdən keçirək və nümunə olaraq struktur təbəqə kimi 0,38 m kərpic materialı, istilik izolyasiya təbəqəsini isə 0,2 m qalınlığında penopolistirol qəbul edək. Nümunə üçün aşağıdakıları əldə edirik:

- kərpic hörgüsü üçün $G_{cl} = 0,11/0,38 = 0,29 \text{ mq}/(\text{m}^2 \text{ saat Pa})$;

- penopolistirol üçün $G_{pp} = 0,05/0,2 = 0,25 \text{ mq}/(\text{m}^2 \text{ saat Pa})$

Burada 0,11 və 0,05 müvafiq olaraq kərpicin və penopolistirolun buxar keçiricilik əmsallarıdır.

Kərpicdən saatda 0,29 mq nəm, penopolistirol qatından isə 0,25 mq keçəcək, yəni penopolistirol qatının qarşısında saatda 0,29 - 0,25 = 0,04 mq nəm qalacaq. Qiyməti kiçikdir, lakin divar konstruksiyasının buxar nəminin yığılması baxımından qeyri-qənaətbəxşdir.

Əgər nəzərdən keçirilən nümunədə kərpic hörgüsünün qalınlığını 0,51 m-ə (iki kərpic) artırısaq, Gcl və Gpp təbəqələrinin buxar keçiriciliyinin nisbəti yaxşılığa doğru dəyişəcəkdir:

- kərpic üçün $G_{cl} = 0,11/0,51 = 0,21 \text{ mq}/(\text{m}^2 \text{ saat Pa})$;

- penopolistirol üçün $G_{pp} = 0,05/0,2 = 0,25 \text{ mq}/(\text{m}^2 \text{ saat Pa})$

Bu zaman kərpicdən keçən bütün buxarlı nəmlik (0,21) penopolistirol (0,25) vasitəsilə konstruksiyadan sərbəst şəkildə çıxarılacaqdır. Penopolistirol qatının qarşısında heç bir gecikmə və ya nəmin yığılması olmayacaq, buna görə də əməliyyat zamanı bu hüdudda nəmlik yığılmayacaq. Gcl və Gpp optimal nisbətlerini qurduqdan sonra, kərpic hörgüsünün qalınlığının artması səbəbindən tələb olunan buxar keçiriciliyi (Rto) tənzimləmək lazımdır.

Beləliklə, qoruyucu konstruksiyaların layihələndirilməsinin bu mərhələsində funksional təbəqələrin qalınlığını (δ_i) dəyişdirərək və ya buxar keçiricilik əmsalının (μ_i) fərqli dəyəri olan materialları seçərək, buxar nəmin yığılması üçün bir şərt təsbit edilir. Bu şərtə göstərilir ki, ayrı-ayrı qatların buxar keçiriciliyi (G_i) müəyyən qiymətlərdən ibarətdir və qatların buxar keçiriciliyi daxili səthdən xarici səthə qədər artmalıdır.

Ədəbiyyat

Qarabağ İqtisadi Rayonunda Bərpa, Tikinti və İdarəetmə Xidməti” publik hüquqi şəxsin yaradılması və fəaliyyətinin təmin edilməsi haqqında Azərbaycan Respublikası Prezidentinin fərmanı, Bakı şəhəri, 21 iyul 2022-ci il, №1757.

1. İ.Q.Əliyev, M.Z.Yusifov. “Tarix-Memarlıq və Etnoqrafiya qoruyucu ərazilərində yerləşən mövcud binaların nəmdən müdafiə tədbirlərinin texniki – nəzəri cəhətdən əsaslandırılması” / Scientific works/Elmi eserler, AzUAC. Bakı-2022. №1. 53-59 səh.

2. Г.Н.Узаков, Расчет температурно-влажностного режима ограждений овощехранилища с учетом климатических условий / Г. Н. Узаков, С. М. Хужакулов, Гулом Рузикулов, Ж Курбанов. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. - 2012. - № 1 (36). - Т. 1. - С. 40-45. - URL: <https://moluch.ru/archive/36/4116/> (дата обращения: 30.10.2023).

3. QOST 32542-2014. Методы испытания по воздействию химической продукции на организм человека. Межгосударственный стандарт.

Əliyeva Natəvan Telman qızı
Elmi rəhbər: Vəliyeva S.İ
natavanaart@gmail.com
+994502443330

BEYNƏLXALQ TURİZMİN İNKİŞAFINDA ƏSAS TENDENSİYALAR

Xülasə: Son illərdə beynəlxalq turizmin inkişafında bir neçə əsas tendensiya yaranmışdır. Səyahətçilər getdikcə daha çox ekoloji cəhətdən təmiz və mədəni immersiv təcrübələr axtardıkları üçün davamlı turizm təcrübələri ön plana çıxdı. Texnologiya onlayn sifariş platformalarından əlavə reallıq səyahət bələdçilərinə qədər sənayedə inqilab etdi. Turistlər daha az ənənəvi yerləri kəşf etdikləri üçün təyinatların şaxələndirilməsi artır. Geosiyasi amillər, beynəlxalq münasibətlərdəki dəyişikliklər turizmə təsir etdi. Xüsusilə COVID-19 pandemiyası ilə gücləndirilən sağlamlıq və təhlükəsizliklə bağlı narahatlıqlar səyahət təcrübələrində gigiyena və sağlamlığa daha çox diqqət yetirməyə səbəb oldu. Bu tendensiyalar birlikdə beynəlxalq turizmin inkişaf edən mənzərəsini formalaşdırır.

Açar sözlər: *Beynəlxalq turizm, tendensiyalar, turizmin inkişafı*

Summary: In recent years, several key trends have emerged in the development of international tourism. Sustainable tourism practices have gained prominence, with travelers

increasingly seeking eco-friendly and culturally immersive experiences. Technology has revolutionized the industry, from online booking platforms to augmented reality travel guides. Destination diversification is on the rise, as tourists explore less traditional locations. Geopolitical factors have also influenced travel patterns, with shifts in international relations impacting tourism. Health and safety concerns, notably amplified by the COVID-19 pandemic, have led to a greater focus on hygiene and wellness in travel experiences. These trends collectively shape the evolving landscape of international tourism.

Key words: *International tourism, trends, development of tourism*

Резюме: В последние годы в развитии международного туризма обозначилось несколько ключевых тенденций. Практика устойчивого туризма приобрела известность: путешественники все чаще ищут экологически чистый и культурный опыт. Технологии произвели революцию в отрасли: от платформ онлайн-бронирования до путеводителей с дополненной реальностью. Диверсификация направлений растет, поскольку туристы исследуют менее традиционные места. Геополитические факторы также повлияли на структуру путешествий: изменения в международных отношениях влияют на туризм. Проблемы здоровья и безопасности, особенно усилившиеся в связи с пандемией COVID-19, привели к большему вниманию к гигиене и хорошему самочувствию во время путешествий. Эти тенденции в совокупности формируют развивающийся ландшафт международного туризма.

Ключевые слова: *Международный туризм, тенденции, развитие туризма*

Əsas mövzu. Dünyada davamlı turizm təcrübələrinə yönələn diqqət artmaqdadır. Səyahətçilər getdikcə daha çox ekoturizm, mədəni immersiya və yerli icmalara dəstək kimi ekoloji cəhətdən təmiz və məsuliyyətli səyahət variantlarını axtarırlar. Hökumətlər və təşkilatlar daha davamlı turizm siyasətləri və təcrübələri üzərində işləyirlər. Davamlı turizm, həmçinin eko-turizm kimi tanınan, səyahət və turizm üçün ətraf mühitə, cəmiyyətə və yerli iqtisadiyyatlara mənfi təsirlərini minimuma endirməyə çalışan və bununla bağlı bütün maraqlı tərəflər üçün faydaları maksimum dərəcədə artırmağa çalışan bir yanaşmadır [1]. Davamlı turizmin məqsədi təbii və mədəni sərvətləri pozmadan və yerli icmalara zərər vermədən turizmin inkişafını davam etdirməsini təmin etməkdir. Davamlı turizm təbii ekosistemləri və biomüxtəlifliyi qorumaq məqsədi daşıyır. Bu, çirklənmənin minimuma endirilməsini, enerji və su istehlakının azaldılmasını və tullantıların məsuliyyətli idarə edilməsinin tətbiqini əhatə edir. Davamlı turizm operatorları çox vaxt ekoloji cəhətdən təmiz təcrübələrə riayət edirlər və Green Globe və ya EarthCheck kimi sertifikatlar axtarırlar.

Cədvəl 1

Dünyada dayanıqlı turizmlə bağlı bəzi statistik rəqəmlər

Qlobal davamlı turizm bazarının ana bazarda payı (səyahət və turizm sənayesi)	2.5%
2022-ci ildə davamlı turizm səyahətçilərinin sayı	1,6 mlrd
Davamlı turizm bazarının artım tempi	10-15%

Mənbə: Williams P. 2022: p.200, məlumatlarına əsasən müəllif tərəfindən hazırlanmışdır

Davamlı turizm təkcə səyahət etmək üçün etik və məsuliyyətli bir yol deyil, həm də turizmin uzunmüddətli perspektivində canlı qalmasını təmin edən strategiyadır. Mənfi təsirlərini azaltmaqla və bütün iştirakçılar üçün müsbət nəticələr yaratmaqla davamlı turizm iqtisadi artım, ətraf mühitin mühafizəsi və mədəni qorunma arasında tarazlıq yaratmağı hədəfləyir.

Davamlı turizm beynəlxalq turizmin inkişafında artan tendensiyadır. Səyahətçilər və turizm sahəsində çalışanlar ətraf mühitə mənfi təsirlərin minimuma endirilməsinin, yerli

icmaların dəstəklənməsinin və məsuliyyətli səyahət təcrübələrinin təşviqinin vacibliyini getdikcə daha çox dərk edirlər. Təbiətə əsaslanan təcrübələrə və canlı təbiətin qorunmasına diqqət yetirən ekoturizmə maraq getdikcə artır. Səyahətçilər vəhşi təbiət safariləri, quşları müşahidə etmək və tropik meşələrə ekskursiyalar kimi mühafizə səylərini dəstəkləmək üçün imkanlar təklif edən istiqamətlər axtarırlar. Elektrik və hibrid nəqliyyat vasitələri, ictimai tranzit və velosiped də daxil olmaqla davamlı nəqliyyat variantları populyarlıq qazanır. Bundan əlavə, bir çox səyahətçi və turizm şirkətləri uçuşlar da daxil olmaqla səyahətin ətraf mühitə təsirini azaltmaq üçün karbonun əvəzlənməsi proqramlarına sərmayə qoyur. Ekolojilər, yaşıl otellər və enerjiyə qənaət edən texnologiyalar tətbiq edən və tullantıları azaldan kurortlar kimi davamlı yaşayış yerləri tələb olunur [4]. Səyahətçilər getdikcə daha çox ətraf mühitə dair təcrübələri üçün sertifikatlaşdırılmış yataqxanaları seçirlər. Davamlı yemək və kulinariya təcrübələri populyarlıq qazanır. Səyahətçilər təsərrüfatdan süfrəyə təcrübə, yerli ərzaq bazarları və yerli qida istehsalçıları dəstəkləyərək yerli mənbəli və davamlı inqrediyentləri vurğulayan restoranlar axtarırlar. Davamlı turizm çox vaxt yaşayış yerlərində, turlarda və restoranlarda birdəfəlik plastiklərin azaldılmasını və ya ləğvini nəzərdə tutur. Bir çox istiqamətlər və müəssisələr plastik samanları, butulkaları və çantaları tədricən ləğv edir. Səyahətçilər mühafizə layihələrində könüllü olmaqla və ya ağac əkilməsi, mərcan riflərinin bərpa və ya vəhşi təbiətin bərpa kimi ətraf mühitin mühafizəsinə birbaşa töhfə verən fəaliyyətlərdə iştirak etməkdə daha çox maraqlıdırlar. Bəzi səyahətçilər texnologiyadan ayrılıb təbiətlə yenidən əlaqə qurmağa imkan verən istiqamətlər və təcrübələr axtarırlar. Uzaqdan təbiət çəkilişləri və rəqəmsal detoks paketləri bu tendensiyaya cavab verir. Davamlı turizm biznesləri və istiqamətləri davamlılığa sadıqlıqlarını nümayiş etdirmək üçün tez-tez tanınmış təşkilatlardan sertifikat alırlar. Green Globe, Travelife və ya EarthCheck kimi etikətlər səyahətçilərə məlumatlı seçim etməkdə kömək edir. Bir çox ölkədə hökumətlər turizmin davamlı inkişafını təşviq etmək üçün siyasət və təşviqlər həyata keçirirlər. Buraya qorunan ərazilərin təyin edilməsi, ekoloji qaydaların tətbiqi və qrantlar və təşviqlər vasitəsilə davamlı turizm təcrübələrinin dəstəklənməsi daxildir.

Artırılmış və Virtual Reallıq (AR/VR) texnologiyaları səyahətçilərə səyahətdən əvvəl və səfər zamanı immersiv təcrübələr yaşamağa imkan verir. Virtual turlar, VR səyahət məzmunu və AR naviqasiya proqramları səyahətçilərə evlərinin rahatlığında təyinat yerləri, otellər və attraksionları kəşf etməyə kömək edir. Süni intellektlə işləyən chatbotlar və virtual köməkçilər müştəri dəstəyi üçün istifadə olunur, səyahətçilərə sorğu və sifariş proseslərində kömək edir. Süni intellekt alqoritmləri həmçinin səyahət tövsiyələrini fərdiləşdirir, səyahətçilərin seçimlərinə və keçmiş davranışlarına əsaslanaraq təyinat yerləri, yaşayış yerləri və fəaliyyətlər təklif edir. Turizm təşkilatları və biznesləri səyahətçi davranışı, üstünlükləri və tendensiyaları haqqında anlayışlar əldə etmək üçün böyük datadan istifadə edir. Bu məlumat marketing strategiyalarını təkmilləşdirmək, təklifləri uyğunlaşdırmaq və qiymətləri optimallaşdırmaq üçün istifadə olunur. Blockchain səyahət sənayesində təhlükəsiz və şəffaf əməliyyatlar üçün istifadə olunur. O, bilet satışına, şəxsiyyətin yoxlanılmasına, loyallıq proqramlarına və otel sifarişlərində saxtakarlığın azaldılmasına tətbiq edilə bilər.

COVID-19 pandemiyası beynəlxalq turizmə böyük təsir göstərdi. Səyahət məhdudiyyətləri, karantin tədbirləri və sağlamlıq protokolları əsas narahatlıq doğurdu. Səyahətçilər sağlamlıq və təhlükəsizliyə daha çox diqqət yetirirdilər və sənaye təkmilləşdirilmiş təmizləmə protokolları və təmasız xidmətlərlə uyğunlaşmalı oldu. Pandemiya geniş yayılmış səyahət məhdudiyyətlərinə və sərhədlərin bağlanmasına səbəb olub, beynəlxalq səyahətləri ciddi şəkildə məhdudlaşdırıb. Ölkələr virusun yayılmasının qarşısını almaq üçün karantin tələbləri, giriş qadağaları və sınaq mandatları da daxil olmaqla müxtəlif tədbirlər həyata keçirib.

Airbnb və Vrbo kimi xidmətlər populyarlıq qazanaraq səyahətçilərə ənənəvi otellərlə müqayisədə daha müxtəlif və unikal yerləşdirmə variantları təklif etdi. Bu tendensiya daha

orijinal və yerli təcrübələr arzusundan irəli gəlirdi [5]. Airbnb və Vrbo kimi alternativ yaşayış platformalarının yüksəlişi həqiqətən də səyahət sənayesində daha unikal və orijinal təcrübələr arzusu ilə idarə olunan əhəmiyyətli bir tendensiya olmuşdur. Airbnb, Vrbo və oxşar platformalar səyahət edənlərə ənənəvi otellərdən kənarında geniş yerləşdirmə seçimləri təqdim edir. Bu seçimlərə tətillər, mənşillər, kotteclər, ağac evləri, ev gəmiləri və hətta qalalar daxildir ki, bu da səyahətçilərə öz seçimlərinə və ehtiyaclarına uyğun yaşayış yerləri seçməyə imkan verir. Bir çox səyahətçi alternativ yerləşdirmələrə cəlb olunur, çünki onlar daha immersiv və yerli təcrübə təklif edirlər. Yaşayış məhəlləsində və ya yerli ev sahibinin mülkiyyətində qalmaq yerli mədəniyyət, adət-ənənələr və gündəlik həyat haqqında məlumat verə bilər. Bəzi hallarda alternativ yaşayış yerləri ənənəvi mehmanxanalardan daha sərfəli ola bilər, xüsusən də daha böyük qruplar və ya uzun müddət qalmalar üçün.

Sağlamlıq turizmi sektoru böyüməyə davam edir, səyahətçilər fiziki və əqli rifahı təşviq edən istiqamətlər və təcrübələr axtarırlar. Buraya spa istirahətləri, yoqa istirahətləri və sağlamlıq yönümlü səyahət paketləri daxildir [4]. Səyahətçilər fəal şəkildə sağlamlığa yönəlmiş bir sıra təcrübələr təklif edən istiqamətlər axtarırlar. Bu istiqamətlər çox vaxt təbii gözəllik, əmin-amanlıq və açıq hava fəaliyyəti üçün imkanlara malikdir. Spa istirahətləri çox axtarılan sağlamlıq təcrübələrinə çevrilib. Səyahətçilər müxtəlif spa müalicələrindən, istirahət terapiyalarından, bədən və zehni cavanlaşdırmaq üçün nəzərdə tutulmuş fəaliyyətlərdən həzz ala bilərlər. Yoqa və meditasiya sağlamlıq həvəskarları arasında böyük populyarlıq qazanmışdır. Bir çox kurort və otellər fitness mərkəzləri, yoqa studiyaları, sağlam yemək seçimləri və bütöv bir təcrübə axtaran səyahətçilərə xidmət edən sağlamlıq paketləri kimi imkanlar təklif etməklə sağlamlıq trendini qəbul etmişlər. Bəzi səyahətçilər sağlamlıq təcrübələri ilə yanaşı, gəzinti, meşə çimərliyi və macərə idmanı kimi açıq fəaliyyətlər təklif edən istiqamətləri seçərək macərəni sağlamlıqla birləşdirir. Səyahət agentlikləri və turoperatorlar səyahətçilərin rifahını artırmaq üçün nəzərdə tutulmuş fəaliyyətlər, yerləşdirmə və xidmətlərdən ibarət ixtisaslaşmış sağlamlıq səyahət paketləri yaratmışlar. Bu paketlər tez-tez rahatlıq və seçilmiş təcrübələr təklif edir. Ənənəvi müalicə üsulları, akupunktur və ayurveda müalicələri kimi vahid sağlamlıq yanaşmaları səyahətçilər alternativ və tamamlayıcı müalicələr axtardıqca populyarlıq qazanmışdır. Texnologiyadan artan asılılıq, səyahətçilərin ekranlardan ayrılaraq diqqətini zəhinlilik və istirahətə yönəldə biləcəyi rəqəmsal detoks çəkilişlərinə marağa səbəb oldu. Bir çox sağlamlıq səyahətçiləri davamlılıq və ekoloji cəhətdən təmiz təcrübələrə üstünlük verirlər. Onlar ətraf mühitin mühafizəsi dəyərlərinə uyğun olan yaşayış yerləri və təcrübələr axtarırlar.

Cədvəl 1.2

Dünyada sağlamlıq turizmi ilə bağlı bəzi statistik məlumatlar

Qlobal sağlamlıq turizmi bazarının həcmi 410,61 milyard dollar (2022)
Qlobal sağlamlıq turizmi bazarının Mürəkkəb illik artım sürəti 40,4% (2023-2030)

Mənbə: Thompson D. 2022: p.126, məlumatlarına əsasən müəllif tərəfindən hazırlanmışdır

Sağlamlıq turizmi sektoru təkə istirahət deyil, həm də şəxsi inkişaf, özünə qulluq, balanslı və sağlam həyat tərzinə can atmaq üçündür [6]. Səyahətçilər öz rifahlarını daha çox dərk etdikcə, bu tendensiyanın sağlam düşüncəli şəxslərin müxtəlif ehtiyaclarına və seçimlərinə cavab verən yeni təkliflər və innovativ təcrübələrlə inkişaf etməyə davam edəcəyi gözlənilir.

Nəticə

COVID-19 pandemiyası beynəlxalq turizmi əhəmiyyətli dərəcədə pozdu. Səyahət məhdudiyətləri, qadağalar və sağlamlıq problemləri 2020-ci ildə və 2021-ci ilin əvvəlində beynəlxalq turizmin kəskin azalmasına səbəb oldu. Peyvənd kampaniyalarının yayılması və rəqəmsal sağlamlıq kartların inkişafı ilə bir çox ölkədə bərpa səyləri davam edirdi.

Pandemiyadan əvvəl və ehtimal ki, sonra da davam edəcək, dayanıqlı turizmə diqqət artır. Səyahətçilər ekoloji cəhətdən təmiz və sosial cəhətdən məsuliyyətli səyahət variantları ilə daha çox maraqlanırlar. Bir çox istiqamətlər və şirkətlər ətraf mühitə təsirini azaltmaq üzərində işləyirlər. Texnologiya turizm sənayesində daha əhəmiyyətli rol oynayır. Onlayn rezervasiya platformaları, mobil proqramlar və virtual reallıq təcrübələri getdikcə populyarlaşır ki, bu da səyahətçilərin səyahətlərini planlaşdırmağı və bron etmələrini asanlaşdırır.

Beynəlxalq turizm bir çox ölkələrin iqtisadiyyatına böyük töhfə verir. Bu tendensiyaları başa düşmək hökumətlərə və bizneslərə turizmin iqtisadi potensialından istifadə etməyə kömək edir, iş yerlərinin yaradılmasına və gəlirlərin artmasına səbəb olur. Davamlı turizmə vurğu təbii və mədəni sərvətlərin qorunması üçün həyati əhəmiyyət kəsb edir. Praktiki olaraq, bu, ekoloji cəhətdən təmiz təcrübələrin qəbulunu zəruri edir və bizneslərin ekoloji izlərini minimuma endirmək üçün təlimatlar təqdim edir. Texnologiyanın inteqrasiyası, rezervasiyadan tutmuş yerində təcrübəyə qədər turizm xidmətlərinin səmərəliliyini artırır. Bu tendensiyaları başa düşmək biznesin rəqabətə davamlı qalması və səyahət edənlərə rahat xidmətlər göstərməsi üçün çox vacibdir.

Beynəlxalq səyahətlərdə sağlamlıq və təhlükəsizliyə diqqət davam edəcək. Səyahətçilər sanitariya tədbirləri və peyvənd tələbləri də daxil olmaqla ciddi sağlamlıq və təhlükəsizlik protokollarını həyata keçirən istiqamətləri və xidmət təminatçıları prioritetləşdirməyə davam edəcəklər. Texnologiya turizmin gələcəyinin formalaşmasında həlledici rol oynamağa davam edəcək. Təməssiz qeydiyyatdan tutmuş virtual təcrübələrə qədər təməssiz və rəqəmsal həllər ümumi səyahət təcrübəsini artırmaq üçün daha geniş yayılacaq.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı

1. Elmo R.J. "Tourism management", Sri Lanka, "International Water Management Institute", 2019, 421 p.
2. Öz M. "Turizmin Gelişimi", Ankara, "Ata Ofset", 309 s.
3. Özçatalbaş İ. "Dünyada Turizm", Ankara, "Detay Yayıncılık", 2012, 258 s.
4. Özçatalbaş İ., Kara M. "Turizm Yönetimi", Ankara, "Detay Yayıncılık", 2020, 379 s.
5. Thompson D. "Tourism", Phoenix, "Desert Publishers", 2022, 478 p.
6. Williams P. "Tourism Management", Chicago, "CropTech Publications", 2022, 362 p.

Əlizadə Ş.İ.

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, i.ü.f.d., dos.

ORCID ID: 0000-0001-8079-3255

shehla0619@mail.ru

Məmmədşad Ə.B.

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, magistrant

inci00986@gmail.com

TİKİNTİ SEKTORUNDA SAHİBKARLIQ FƏALİYYƏTİNİN DİNAMİKASI

Xülasə

Dövlət siyasətinin vacib sayılan bir sıra strateji hədəfləri vardır ki, onlara ölkə iqtisadiyyatında kiçik və orta biznes (KOB) subyektlərinin rolunun artırılması, rəqabət qabiliyyətinin yüksəldilməsi, kiçik və orta biznes subyektlərinə dəstək mexanizmlərinin təkmilləşdirilməsi, maliyyə dəstəyinin genişləndirilməsi, Azərbaycanın regionlarında sahibkarlığın inkişafına əlverişli şəraitin yaradılması, yerli və xarici investisiyaların cəlbi, ölkə iqtisadiyyatının davamlı inkişafının təmini istiqamətində aparılan tədbirlər aiddir [6].

Məqalədə Azərbaycan Respublikasında mikro, kiçik və orta sahibkarlıq subyektlərinin (o cümlədən tikinti üzrə) əsas makroiqtisadi göstəriciləri, bu sahədə fəaliyyət göstərən

işçilərin sayı, son illərdə muzzdlu işçilərin iqtisadi fəaliyyət növləri üzrə bölgüsü iqtisadiyyatda yaradılmış əlavə dəyər, muzzdlu işçilərin orta aylıq nominal əmək haqqı, əsas kapitalla yönəldilmiş investisiyaların həcmi araşdırılmışdır.

Açar sözlər: iqtisadiyyat, sahibkarlıq fəaliyyəti, KOB, tikinti, muzzdlu işçi, investisiya

DYNAMICS OF ENTREPRENEURSHIP ACTIVITY IN THE CONSTRUCTION SECTOR

Abstract: *State policy pursues a number of important strategic goals, including increasing the role of small and mid size businesses in the country's economy, increasing competitiveness, improving mechanisms for supporting small and mid size businesses, expanding financial support, and creating favorable conditions for the development of entrepreneurship in the regions of Azerbaijan, attracting local and foreign investments.*

The article examines the main macroeconomic indicators of micro, small and medium-sized enterprises (including construction) in the Republic of Azerbaijan, the number of employees in this area, the distribution of employees by type of economic activity in recent years. The added value created in the economy, the average monthly nominal wage of employees, and the main volume of capital investments have been studied.

Keywords: *economy, entrepreneurial activity, SME, construction, hired worker, investment*

Bu istiqamətdə həyata keçirilən islahatlar, o cümlədən ixracın və investisiyaların səmərəli təşviq mexanizmlərinin işə salınması, vergitutma bazasının təkmilləşdirilməsi yolu ilə vergi dərəcəsinin aşağı salınması, daxili istehsalın yüksəldilməsinə hədəflənən çoxsaylı tədbirlərin görülməsi, sahibkarlar üçün dövlət satınalma prosedurlarının elektronlaşdırılması və sadələşdirilməsi, güzəştli kreditlərin əldə edilməsi və digər maliyyə dəstəyi mexanizmlərindən istifadə ilə bağlı proseslərin sadələşdirilməsi sahibkarları daim maraqlandırır [2]. Statistik məlumatlara əsasən qeyd edə bilərik ki, 2021-ci ildə ölkə üzrə yeni yaradılmış hüquqi şəxslərin sayı 2561, ləğv edilmiş hüquqi şəxslərin sayı 388 olmuşdur [3]. Ölkə ərzəsində sahibkarlıq fəaliyyəti ilə məşğul olanların sayının artmasında bilavasitə dövlətin rolu böyükdür. Dövlət tərəfindən dəstək proqramları çərçivəsində tətbiq edilən mexanizmlər kiçik və orta biznesin ÜDM-də və ümumi məşğulluq səviyyəsi payının, əhalinin gündəlik istehlak malları ilə təminatında və ümumiyyətlə ölkə iqtisadiyyatında rolunun stabil olaraq artmasını təmin edir [4].

“Sahibkarlıq fəaliyyəti haqqında” Azərbaycan respublikasının qanununa əsasən mülkiyyət formasından (dövlət, qeyri-dövlət, xüsusi, xarici, birləşmiş mülkiyyət) aslı olmayaraq fərdi, kollektiv və ya korporativ şəkildə hüquqi normaları gözləməklə müxtəlif məsələlər üzrə qərar qəbul etməkdə hüquqi şəxslər, hər bir xarici vətəndaş və ya vətəndaşlığı olmayan şəxslər və xarici hüquqi şəxslər sahibkarlıq subyektləri kimi çıxış edərək sərbəst fəaliyyət göstərə bilərlər. 2021-ci ilin sonu vəziyyətinə ölkədə rəsmi qeydiyyatda alınmış mikro, kiçik və orta (MKO) sahibkarlıq subyektlərinin sayı 2020-ci ilə nisbətən 10,2 faiz artaraq 1244853 vahidə çatmışdır. Eyni zamanda 2021-ci ildə ləğv olunmuş MKO sahibkarlıq subyektlərinin sayında 2 dəfəyə yaxın azalmanı müşahidə etmək mümkündür, belə ki, bir il ərzində 12011 vahid MKO ləğv edilmişdir. Azərbaycanda sahibkarlıq fəaliyyətinin inkişafı və təkmilləşdirilməsi istiqamətində yetərli qədər məlumatlandırma və təcrübənin olmasına baxmayaraq səhv strategiya seçərək fəaliyyət göstərən şəxslər bəzən fəaliyyətlərini dayandırmalı olurlar [3].

Mikro, kiçik və orta sahibkarlıq subyektləri Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabinetinin 2018-ci il 21 dekabr tarixli 556 nömrəli qərarı ilə təsdiq edilmiş mikro, kiçik, orta və iri sahibkar meyarlarına uyğun olaraq müəyyən edilmişdir. 2021-ci ilin yekunlarına əsasən

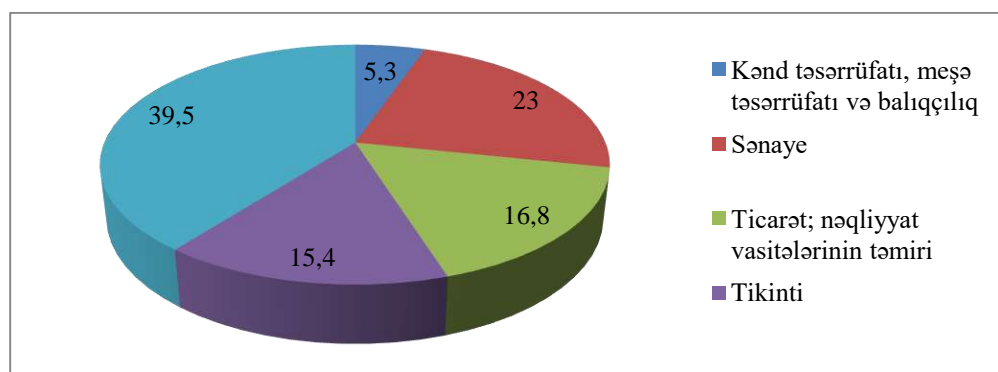
MKO sahibkarlıq subyektləri tərəfindən yaradılmış əlavə dəyərin iqtisadi fəaliyyət növləri üzrə bölgüsünə nəzər salsaq bu göstəricinin əvvəlki ilə nisbətən 27,5% artaraq 14,0 milyard manata yüksəlmişdir ki, bu da ölkə iqtisadiyyatı üzrə yaradılmış əlavə dəyərin 16,4%-nə bərabərdir. Əlavə dəyərin 32,7 %-i ticarət, nəqliyyat vasitələrini təmiri, 12,9 %-i tikinti, 13,6 %-i sənaye, 2,8 %-i kənd təsərrüfatı, meşə təsərrüfatı və balıqçılıq, qalan hissəsi isə xidmət sahələrində fəaliyyət göstərən sahibkarların payına düşmüşdür [2].

Cədvəl 1.

Mikro, kiçik və orta sahibkarlıq subyektlərinin əsas makroiqtisadi göstəriciləri

İllər	Yaradılmış əlavə dəyər, milyard manat				İşçilərin sayı, min nəfər				Orta aylıq nominal əmək haqqı, manat				Əsas kapitala investisiyalar, milyon manat			
	Cəmi	mikro	kiçik	orta	Cəmi	mikro	kiçik	orta	Cəmi	mikro	kiçik	orta	Cəmi	mikro	kiçik	orta
2018	9,836	4,468	1,236	4,133	283,4	35,0	76,1	172,4	445,3	294,9	373,5	517,1	6953	283,2	1047	3075
2019	11,07	4,901	1,423	4,748	332,2	40,2	85,1	206,9	531,0	332,5	437,0	624,6	3422	515,5	494,2	9309
2020	10,94	4,46	1,618	4,868	348,7	40,9	92,1	215,7	612,3	359,4	533,8	714,4	2674	970,2	380,4	1324
2021	13,96	5,791	2,384	5,781	357,8	102,2	214,8	40,9	632,2	382,5	528,2	748,3	3388	1706	892,7	788,

MKO sahibkarlıq subyekti olan müəssisələrdə muzzla işləyənlərin sayında da müsbət dinamikanı görmək mümkündür. Belə ki, 2020-ci illə müqayisədə 2021-ci ildə işçilərin sayı 2,6% artaraq 357840 nəfər olmuşdur. Muzzla işləyənlərin 79,5%-i qeyri-dövlət, 20,5%-i isə dövlət sektoruna aid olan MKO müəssisələrində çalışmışdır. MKO müəssisələrində muzzla işləyənlərin 26,5%-i qadınlardır.



Qrafik 1. 2021-ci ildə muzzlu işçilərin iqtisadi fəaliyyət növləri üzrə bölgüsü (faizlə)

Qrafikdən də görüldüyü kimi ən yüksək göstərici kənd təsərrüfatı, meşə təsərrüfatı və balıqçılıq sahəsinin payına düşür. Muzzla işləyənlərin 15,4% -i tikinti sektorunda işləyənlər olmuşdur. Son illərdə bu göstəricinin yüksəlməsi ehtimalı yüksəkdir. Belə ki, işğaldan azad olunmuş ərazilərdə tikinti və bərpa işlərinin yerinə yetirilməsi bu sektorun payının artmasına səbəb olacaqdır. 2021-ci ildə Şərqi Zəngəzur iqtisadi rayonunda 33,377 mln.manat, 2022-ci ildə 34,177 mln.manat həcmində tikinti işləri yerinə yetirilmişdir.

Regionlar üzrə əsas kapitala investisiya qoyuluşunda əvvəlki ilə nisbətən ən çox azalma (65,2%) Şirvan-Salyan iqtisadi rayonunda, ən çox artım isə (13,5 dəfə) Qarabağ iqtisadi rayonunda müşahidə olunmuşdur. Bundan əlavə yeni yaradılmış Şərqi Zəngəzur iqtisadi rayonuna MKO sahibkarlıq subyektləri tərəfindən 2021-ci il ərzində 17,5 mln.manat investisiya yatırılmışdır.

2021-ci ildə əsas kapitala qoyulmuş investisiyaların 74,7 %-dən çoxu daxili investisiyaların, 25,3% hissəsi isə xarici mənbələrin payına düşür. MKO sahibkarlıq subyektlərinin əsas kapitala yönəldikləri investisiyaların ümumi həcmində əvvəlki ilə müqayisədə 26,7 faiz artım müşahidə olunmuşdur. Əvvəlki illərlə müqayisədə kapital qoyuluşlarının maliyyələşdirilməsində şirkətlərin şəxsi vəsaitlərinin həcmi daha da artmış, bank kreditlərinin həcmi azalmışdır.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Azərbaycan Respublikası iqtisadiyyat nazirliyinin kollegiyasının qərarı, № 4, Bakı 16 iyul 2019-cu il (<https://e-qanun.az/framework/43030>)
2. “Azərbaycanda mikro, kiçik və orta sahibkarlıq” Azərbaycan Respublikası Dövlət Statistika Komitəsi, Bakı-2022 (<https://www.stat.gov.az/source/entrepreneurship/>)
3. “Sahibkarlıq fəaliyyəti haqqında” Azərbaycan Respublikasının qanunu, Bakı şəhəri, 15 dekabr 1992-ci il, № 405 (<https://e-qanun.az/framework/7920>)
4. “Mikro, kiçik, orta və iri sahibkarlıq subyektlərinin bölgüsü meyarları”nın təsdiq edilməsi haqqında Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabinetinin Qərarı (<https://e-qanun.az/framework/41048>)
5. “Conceptual approach to regulation of investment policy in construction companies” Alizada S.İ. Экономика та держава, Київ-2021 (http://www.economy.in.ua/pdf/10_2021.pdf)
6. https://yeniazerbaycan.com/MEDIA_e60315_az.html
7. https://azertag.az/store/files/Strateji_yol_xeritesi/Ki%C3%A7ik_v%C9%99_orta_sahibkarl%C4%B1q_s%C9%99viyy%C9%99sind%C9%99_istehlak_mallar%C4%B1n%C4%B1n_istehsal%C4%B1na_dair.pdf

i.ü.f.d., dosent Əlizadə Şəhla İbrahim qızı

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, i.ü.f.d., dosent

ORCID ID: 0000-0001-8079-3255

E-mail: shehla0619@mail.ru

Məmmədova Ruhyyə Məzahir qızı

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, magistrant

E-mail: ruqiya.mamedova@mail.ru

TİKİNTİ ŞİRKƏTLƏRİNDƏ STRATEJİ PLANLAŞDIRMANIN ƏHƏMİYYƏTİ

Xülasə: Strateji planlaşdırma bütün sənayelər üzrə hər hansı bir şirkətdə yüksək idarəetmənin mühüm aspektidir. Strateji planlaşdırma rəqabətli bazarda şirkətin reaksiyası və davranışının dizaynını, bazar strategiyasının yaradılmasını və strategiyanı dəstəkləmək üçün şirkət resurslarının uyğunlaşdırılmasını əhatə edir. Davamlı strateji planlaşdırma prosesi şirkətin gələcəyini müəyyənləşdirir. Şirkətin məqsədlərini qeyd etmək və bu məqsədlərə çatmaq üçün atılmalı olan addımları və lazım olan mərhələləri təsvir etmək üçün strateji plan hazırlanır. Tikintidə həm akademik, həm də sənayedə ənənəvi idarəetmə fəlsəfəsi layihələri planlaşdırmaq və icra etmək bacarığına böyük diqqət yetirir. Bunun əksinə olaraq, tikinti sənayesində strateji idarəetməyə oxşar vurğu daha az diqqət çəkmişdir. Layihənin icrası ilə bağlı təzyiqlər çox vaxt strateji idarəetmənin həyata keçirildiyi daha geniş sosial, iqtisadi və peşəkar konteksti üstələsə də, tikinti təşkilatları üçün strateji idarəetməni vacib məsələyə çevirən bu geniş kontekstual sahələrdir. Sürətlə dəyişən sosial və texnoloji problemlər gələcək onilliklərdə indiki təşkilatlarda yaşananlardan çox fərqli görünəcək peşəkar mühit yaradır. Bu məqalə tikinti təşkilatlarının mövcud strateji idarəetmə təcrübələrinin öyrənilməsinə təqdim edir. Məqalədə strateji idarəetmə anlayışı və təşkilatların qlobal bazarda rəqabət aparmaq üçün müraciət etməli olduğu sahələr təqdim olunur.

THE IMPORTANCE OF STRATEGIC PLANNING IN CONSTRUCTION ENTERPRISES

Abstract: Strategic planning is an important aspect of top management in any company across all industries. Strategic planning involves designing a company's response and behavior in a competitive marketplace, creating a market strategy, and aligning company resources to support the strategy. A continuous strategic planning process determines the future of the company. A strategic plan is developed to state the company's goals and outline the steps and milestones needed to achieve those goals. Traditional management philosophy in construction, both academic and industrial, places great emphasis on the ability to plan and execute projects. In contrast, a similar emphasis on strategic management in the construction industry has received less attention. Although the pressures associated with project performance often override the broader social, economic and professional context in which strategic management takes place, it is these broader contextual areas that make strategic management an important issue for construction organizations. Rapidly changing social and technological challenges are creating a professional environment in the coming decades that will look very different from what organizations experience today. This article presents a study of the current strategic management practices of construction organizations. The article presents the concept of strategic management and the areas that organizations should apply to compete in the global market.

Açar sözlər: strategiya, xidmət sahələri, tikinti, idarəetmə, strateji planlaşdırma.

Keywords: strategy, service areas, construction, management, strategic planning.

Giriş

Çox vaxt böyük strateji planlaşdırma şirkətin missiya bəyanatını müəyyən etməklə başlayır. Möhtəşəm missiya bəyanatı şirkət və onun üzvləri tərəfindən canlı aktiv kimi qəbul edilən bir missiyadır. Şirkət bəyanatınızı müəyyənləşdiriyiniz zaman şirkətinizin məqsədləri və ambisiyaları haqqında təsəvvür yaranmağa başlayacaq. Müəssisələr strateji planı tərtib etməyə və təsvir etməyə başladığıda, missiya bəyanatında bəzi düzəlişlər edilməli olurlar. Bununla belə, strateji plan şirkətin məqsədlərindən kənara çıxmamalıdır. Bu zaman aşağıdakılar nəzərə alınmalıdır:

- Yüksək keyfiyyətli layihələrin təqdim olunması;
- Tikinti layihələrinin vaxtında və büdcəyə uyğun yerinə yetirilməsi;
- Məlumat əsaslanma;
- İş yerinin ofisə effektiv şəkildə birləşdirilməsi;
- Tikinti sistemlərini və proseslərinin standartlaşdırması;
- Heyət və komanda təliminə investisiya qoyuluşları;
- Müştəri məmnuniyyəti.

Tikinti şirkətlərinin istiqamətini müəyyən etmək üçün strateji planlaşdırma vacibdir. Yaxşı düşünülmüş strateji plana sahib olmaq bütün maraqlı tərəflərin və layihə komandası üzvlərinin ümumi məqsədə doğru işləməsini təmin edir. Məqsədlərin strateji planını, missiya bəyanatını və layihə çərçivəsində yerinə yetirilən bütün prosesləri müəyyənləşdirir [4]. Tikintidə strateji planlaşdırma adətən altı addımlı çərçivəni əhatə edir. Bu, hamıya uyğun bir model deyil, bir çox tikinti şirkətləri üçün bərabər fayda gətirən tövsiyə olunan bir prosesdir.

1. Şirkətin missiyasının öyrənilməsi: Şirkətin missiyası şirkətin fəaliyyət dairəsi və məqsədlərinə gəldikdə layihə sahibinin perspektivini ifadə edir. Şirkətin missiyasını müəyyən etməklə, daxili bazanı təyin etmək mümkündür.

2. Şirkətin biznes mühitinin tədqiqi: Tikinti sənayesinə xas olan iş fəaliyyətinə təsir edən iqtisadi amillər və əlaqəli amillər. Biznes mühiti sorğusu xüsusi layihə imkanlarını ortaya qoyur və şirkətin fəaliyyəti üçün risklərə və mümkün təhlükələrə diqqəti cəlb edir. Müəssisə biznes və ya bazar mühitini və trendini öyrənməklə sağlam xarici baza yaradır.

3. Şirkət resurslarının təhlili: Tikintidə əsas resurslara tikinti potensialı, satınalma sistemi, marketing sistemi, təşkilat, kadr, maliyyə və bilik daxildir. Bu əsas resursların müəyyən edilməsindən sonra onların güclü və zəif tərəfləri də müəyyən edilir.

4. Strategiyaların hazırlanması: Müxtəlif mümkün fəaliyyət sahələrinin xəritəsini tərtib etməklə strategiya hazırlanır və xüsusi bazar və şirkət şərtlərinə və şirkət resurslarına uyğun olaraq düzəliş edilməli olan bir neçə ümumi strategiya növlərindən birini izləyə bilər. Ən optimal strategiyanın seçilməsində, strategiyanın həyata keçirilməsində əsasən xərc və faydaların diqqətlə təhlili nəzərə alınmalıdır.

5. Strategiyaların uyğunlaşdırılması və icrası: Strateji plan ümumi missiyaya cavab vermək üçün şirkətin bütün qısa və uzunmüddətli əməliyyatlarını və məqsədlərini tarazlaşdırır. Bu zaman subpodratçılarla xarici əlaqə də uyğunlaşdırılmalı, maraqlı tərəflərin və komandaların planın həyata keçirilməsində oynamalı olduqları rolları və qəbul etməli olduqları qərarları başa düşməlidirlər.

6. Nəzərdən keçirin, ölçün, dəyişdirin: Strateji plan qiymətləndirilməli və ölçülməli olan strateji proseslər və sistemlərlə nəticələnəcək. İşləyənlərdən öyrənilməli və standartlaşdırılmalı, işləməyənlər isə düzəldilməlidir.

Tikintidə strateji planlaşdırmada nəzərə alınmalıdır [3]:

- Potensial tikinti və biznes risklərinin təhlil edilməsi;
- Biznes səviyyəsində və iş yerində riskə nəzarət tədbirlərini həyata keçirilməsi;
- Qeyri-müəyyənliklərin aradan qaldırılması;
- Risklər baş verərsə, onların təsirini azaldılması yolları.

Tikinti planlaşdırılmasının məqsədləri üç aspektin əsas idarə edilməsi və balanslaşdırılması ətrafında fırlanır: əhatə dairəsi, vaxt və qiymət. Tikinti planlaması, ideal olaraq, davamlı bir prosesdir və tikinti layihəsinin icrası real vaxtda irəlilədikcə yenidən nəzərdən keçirilməli və dəyişdirilməlidir. Yaxşı tikinti planlaşdırması tikinti layihəsinin keyfiyyətinə xələl gətirmədən müəyyən edilmiş əhatə dairəsi, dəyəri və qrafiki çərçivəsində olmalıdır. Layihə idarəetmə üçbucağının təmsil olunmasından sonra bu üç aspektin balansına töhfə verən periferik məqsədlərə bu tipik layihə planlaşdırma məqsədləri daxildir:

1. Tikinti planı bütün tikinti layihəsi prosesində hər bir fəaliyyətin planlaşdırılmasını əhatə etməlidir.

2. Tikinti planı bütün tikinti üsullarını müəyyən etməli və təfərrüatlandırılmalıdır.

3. Tikinti planı layihənin icrası üçün lazım olan bütün tikinti maşın və avadanlıqlarının konturunu əks etdirməlidir.

4. Tikinti planı bütün lazımi materialların satınalma təfərrüatları daxil edilməlidir.

5. Tikinti planı insan resursları və işçilərin bacarıqlarını da ətraflı şəkildə əks etdirməlidir.

6. Tikinti planı bütün tələb olunan sənədlər və təsvirlər də daxil edilməlidir.

7. Tikinti planı bütün tikinti fəaliyyətləri ilə yanaşı maliyyə planlaşdırması da olmalıdır.

Tikinti müəssisələri fəaliyyətlərini genişləndirmək istədikdə bir neçə maneə ilə üzləşirlər. Birincisi növbədə biznesin genişləndirilməsinə mane olan səbəblər müəyyən edilməlidir. Maneələri dəqiq müəyyənləşdirmək tikinti şirkətini inkişaf etdirmək üçün strategiyaları aşkar etməyə kömək edir. Müəssisənin biznes planını onun məqsəd və dəyərlərinə uyğunlaşdırmaq üçün daim nəzərdən keçirməli və təkmilləşdirilməlidir.

Düzgün komanda olmadan biznesin inkişaf etdirmək mümkün deyil. Kifayət qədər işçi qüvvəsi olmasa, yerinə yetiriləcək işlərin həcmi artırmaq mümkün olmayacaq. Komandanı genişləndirmək və tikinti biznesini inkişaf etdirmək üçün müəssisə vakansiya

ayrılmalı və uyğun işçiləri işə cəlb etməlidir. Müəyyən edilməmiş iş öhdəlikləri işçilərin tükənməsi ilə nəticələnən ən yaxşı beş iş stressi faktorundan biri kimi qeyd edilmişdir - və bu məntiqlidir. Əgər şirkətdə kimin hansı işlə məşğul olduğu aydın deyilsə, yanlış ünsiyyətə və məyusluğa səbəb olacaq. Məhz bu səbəbdən hər bir rola dair aydın gözləntilər təyin olunmalıdır. [1]

Müəssisədə zəif tikinti marketinq strategiyası inkişaf etmək üçün maneə ola bilər. Satışı və marketinqi zəif olan şirkətlər gəlirlərin azalması ilə üzləşirlər. Nəticə zəif satış təqibi, itirilmiş satış və istiqamətsiz brenddir - bütün bunlar tikinti biznesinizi genişləndirə bilməməsinə gətirib çıxarır. Effektiv marketinq planı bunu həll edə bilər.

Bir tikinti şirkətini inkişaf etdirmək üçün 4 əsas strategiyalara nəzər salaq:

1. Tikinti biznes planının qurulması. Qazanan biznes strategiyasının yaradılması diqqəti şirkətin orta və uzunmüddətli hədəflərinə yönəldir və komandanın həqiqətən genişlənməsinə kömək edir. Mükəmməl strateji plan həm də şirkətin gələcəyi və müəssisəni inkişaf etdirmək üçün planlaşdırılan yol haqqında düşünməyə imkan verir. Strateji planın əsas elementlərinə aşağıdakılar daxildir:

- Şirkət dəyərləri: Yaxşı və pis vaxtlarda qərar qəbul etməyə təsir edən ideallar.
- Böyük məqsədlər: Beş ildən sonra biznesin harada olmasının təsəvvür edilməsi – uğurun əsas ölçüləri.
- Məqsəd: müəssisə nə üçün yaranmışdır?
- İllik məqsədlər: S.M.A.R.T. məqsəd metodologiyası (Spesifik, Ölçülə bilən, Əldə edilə bilən, Müvafiq, Zamana bağlı).
- Təşəbbüslər: İnkişafı davam etdirmək üçün layihələr və təkmilləşdirmələrin olması.
- İllik kritik rəqəmlər: Bu göstəricilər ilin nəbzidir.

2. Təşkilat strukturunun aşağı salınması. Biznesdə kimin, nə vaxt və nə üçün etdiyinin müəyyənləşdirilməsi (bu, komandada məsuliyyət yaradır). Hər bir mövqeyə aydın məsuliyyət verildikdə, adam başına nə qədər investisiya gəlirinin əldə olunduğunu daha yaxşı aydınlaşdırmaq mümkündür.

Təşkilati strukturu müəyyənləşdirərkən aşağıdakılar nəzərə alınmalıdır:

- Hər bir işçinin şirkətdəki rolu və məsuliyyəti müəyyənləşdirilməlidir;
- Hər bir insanın biznesin keyfiyyətinə, həcminə və mənfəətinə necə töhfə verdiyi müəyyənləşdirilməlidir;
- Tikinti müəssisəsində səviyyələr arasında məlumat axınının yollarının aydınlaşdırılması.

3. İşçilərin cəlb edilməsinə investisiya qoyuluşu. Kadrların təkmilləşdirilməsinə sərmayə qoymaq tikinti müəssisəsinin inkişaf strategiyasında əsas amil olmalıdır. Müəssisələr bir sıra hallarda yeni işçilər cəlb etməkdənsə, marketinq və satışa daha çox resurs ayırırlar.

Yaxşı düşünülmüş işə götürmə və iş qəbul strategiyası, eləcə də aktiv tikinti şəbəkəsi dövrünün azalması, daha az stress, daha yüksək məşğulluq və iş məmnuniyyəti, uzunmüddətli sadiqlik və biznesin inkişafı ilə nəticələnə bilər.

4. Effektiv satış və marketinq kanallarının qurulması. Satış və marketinq kanalları arasındakı fərq satışın təbii proses, marketinqin isə daha kompleks və müəssisə haqqında məlumatlılığı artırmasıdır. Hər ikisi istehsalə və mənfəətə təsir edir və hər ikisinin son məqsədi biznesi təmin etmək və müəssisənin inkişafına kömək etməkdir. İkisi arasında uyğunlaşma biznesin inkişafı üçün lazımdır.

Effektiv satış və marketinq kanallarına nail olmağın yollarını aşağıdakı kimi təsnifləşdirmək olar:

- İdeal müştərinin müəyyənləşdirilməsi (müştərilərin ən ümumi xüsusiyyətləri və bazarı)
- Sosial media tətbiqlərində (LinkedIn və Instagram kimi) görüntülər və əsas mesajlaşma vasitəsilə brendin yaradılması;
- Rəylərin axtarışı və sorğuların keçirilməsi;

- Məqsədlərin təyin edilməsi və əsas performans göstəricilərinin izlənməsi;
- Şöbələr arasında açıq ünsiyyətin təmin edilməsi.

Bu strategiyaların həyata keçirilməsi sahədə və onlayn tikinti brendinin mövcudluğunu optimallaşdırma, daha qapalı sövdələşmələrə aparan uyğun müştəriləri cəlb etmə, tikintidə pul axınını artırma və hətta, potensial işəgötürənləri cəlb etmə bilər.

Bazarda artan tələbat inşaatçılar üçün qəsdən aparıcı idarəetməni daha da vacib edir. Tikinti şirkətləri – xüsusən daha böyük həcmdə işlərin öhdəsindən gələnlər (təmirçilər və xüsusi podratçılar kimi) – əldə etmə biləcəkləri bütün üstünlüklərə ehtiyac duyurlar.

Tikinti təşkilatları tərəfindən strateji idarəetmə perspektivinə ehtiyac yaradan üç məsələnin ortaya çıxması xüsusi maraq doğurur - bilik işçiləri, yeni bazarlar və informasiya texnologiyaları. Bugünkü iş yeri bacarıqlara əsaslanan mühitdən biliyə əsaslanan mühitə çevrilir. Əvvəlcə istehsalatda görülən bu transformasiya əsas diqqəti personalın yerinə yetirdiyi gündəlik işlərə yönəldir. İstehsalda ənənəvi əməliyyatlar üçün uzun müddət məşğulluq dövründə inkişaf etmiş maşın bacarıqlarına malik işçilər tələb olunurdu. Müxtəlif mühəndislik prosedurları haqqında bilik, montaj xəttini hər bir stansiyada hərəkətdə saxlamaq üçün tələb olunan bacarıq qədər dəyərli deyildi. Bunun əksinə olaraq, bugünkü istehsal müəssisələri robototexnika, avtomatlaşdırılmış görmə sistemləri və süni intellekt komponentləri olan yüksək avtomatlaşdırılmış maşınlarla xarakterizə olunur. Bu qabaqcıl istehsal müəssisələrinin istismarı işçilərdən əvvəllər çoxlu ixtisaslı operatorlar tərəfindən idarə olunan obyektin avtomatlaşdırılmış seqmentini idarə etməyi tələb edir. Bu şəkildə, istehsal bacarıqlara əsaslanan iqtisadiyyatdan biliyi əməliyyat effektivliyinin açarı kimi qiymətləndirən iqtisadiyyata keçir. Eynilə, tikinti sənayesi təşkilat əməliyyatlarının mərkəzi mərkəzi kimi biliyə əsaslanan vəzifələrin ortaya çıxmasının şahidi olur. Əvvəllər peşəkarlar xüsusi fənlər üzrə təhsil alırdılar və peşəkar şagirdlik ənənəsinə uyğun olaraq uzun müddət tək işəgötürəndə qalmağa təşviq edilirdilər. Bununla belə, bu tendensiya texnologiya, avtomatlaşdırma, iqtisadiyyat və bazarın inkişafı kimi sahələrdə ortaya çıxan diqqət mərkəzində olan bir mütəxəssislə dəyişir. İnternet, hökumət və korporativ məlumat bazaları və özəl agentliklər kimi mənbələrdən məlumat əldə etmək imkanı kritik atribut halına gəldi, çünki məlumat mübadiləsi indi biznes əməliyyatının əsas komponentidir. [2]

Yeni bazarlar - tikinti sənayesi üçün ikinci problem inkişaf etməkdə olan bazarlar və rəqabət sahəsidir. Tarixən tikinti sənayesi bazarları ağır, sənaye, kommersiya və ya yaşayış müştərilərinin ənənəvi təsnifatlarına ayırmışdır. Tikinti layihəsinin bütün həyat dövrü peşəkar xidmətlər üçün imkanları təmsil edir. Bununla belə, bu imkanları müəyyən etmək, tapmaq və həyata keçirmək üçün biliklər genişləndirilmiş tikinti təşkilatı strategiyasının bir hissəsi kimi inkişaf etdirilməlidir.

İnformasiya inqilabı - insan resursları və bazarlardakı inkişaf tikinti təşkilatlarından işçi və müştəri bazarında dəyişən şərtlərə cavab verməsini tələb etsə də, informasiya inqilabı tikinti peşəsinin bütün aspektlərinə təsir edir. Cari hesablama texnologiyaları tikinti mütəxəssislərinə sürətlə genişlənən məlumat anbarlarına və inkişaf edən kommunikasiya yollarına çıxış təmin edir. Bu girişin ofisdaxili kommunikasiyalar, müştəri əlaqələri və saytın idarə edilməsi də daxil olmaqla bir sıra sahələrdə tikinti sənayesi üçün dərin təsiri var. Bu transformasiyanın əsasını iyerarxik məlumat ötürülməsindən hiperarxik məlumat əldə etmək və ötürmə konsepsiyasına doğru təkamül təşkil edir. Hiperarxik məlumat anlayışları hər hansı bir şəxsə titullundan, rütbəsindən və vəzifəsindən asılı olmayaraq hər hansı digər şəxslə elektron şəkildə əlaqə saxlamağa imkan verməklə kommunikasiya maneələrini qırır. Hiperarxik məlumat girişi istənilən şəxsə dünyanın istənilən yerində məlumat anbarlarına daxil olmaq imkanı verir. Kommunikasiya texnologiyalarının inkişafı layihə iştirakçılarını video, audio və virtual realıq mühitləri vasitəsilə bir araya gətirməklə bu anlayışları genişləndirir. Kommunikasiya, təşkilat, marketinq, insan resursları və əməliyyat prosesləri əsaslı şəkildə dəyişir və buna görə də təşkilatlar uzunmüddətli inkişafının tərkib hissəsi kimi bu texnologiyalara diqqətlərini yenidən nəzərdən keçirməlidirlər.

Nəticə

Nəticə etibarlı ilə strateji planlaşdırmanın tikinti nəticələrini yaxşılaşdırmaq və tikinti biznesinizi inkişaf etdirmək üçün vacib olduğunu aydın təsəvvür etmək olar. Bu, asan məsələ deyil, lakin böyük uğura aparan yol xəritəsidir. Müəssisənin məqsədləri ümumiyyətlə strateji planın “yanacağı”dır. Müəssisədə qarşıya qoyulacaq bir çox müxtəlif məqsədlər var: onlar təşkilati, maliyyə, insan resursları, liderlik, marketing və satış ola bilər. Tikinti sənayesi dünya iqtisadiyyatının aparıcı sahələrindən biridir. Bununla belə, avtomobillər və ya fərdi kompüterlər kimi çoxlu sayda qurğular istehsal edən digər istehsal sənayələrindən fərqli olaraq, tikinti sənayesi ümumiyyətlə tək və unikal son məhsulun istehsalına diqqət yetirir. Bu unikal layihələrin əldə edilməsi “layihə formatı” adlandırılan üsulla əldə edilir. Bu formatda rəhbərliyin diqqəti layihə çərçivəsində resursların planlaşdırılması və nəzarətinə yönəlib. Layihənin idarə edilməsi mövzuları tikinti mütəxəssislərinin diqqət mərkəzində olsa da, strateji idarəetməyə daha az diqqət yetirilir. Bu diqqət mərkəzində, strateji idarəetmə fərdi layihədən fərqli olaraq tikinti təşkilatının fəaliyyət göstərməsi ilə bağlı problemləri həll edir. Bununla belə, layihənin idarə edilməsi tələblərinə geniş diqqət yetirildiyinə görə, strateji idarəetmənin unikal tələblərinə əhəmiyyətli dərəcədə az diqqət yetirilir. Xüsusilə, mövcud ədəbiyyat və tədqiqat hesabatları tikinti mütəxəssislərinə strateji idarəetmə bilikləri əldə etmək üçün çox az imkan verir. Bu məsələyə cavab olaraq, tikinti sənayesində strateji idarəetmə təcrübələrini araşdırmaq və sənaye tərəfindən daha çox diqqət tələb edən strateji sahələri müəyyən etmək üçün cari tədqiqat işləri aparılmışdır.

Ədəbiyyat:

1. Баронин, Грабовый, Болотин: Организация, планирование и управление строительством. Учебник, 2012, 528 стр.
2. Steven Male and David Langford, Strategic Management in Construction, 2010, 258 page
3. Martin Betts, Strategic Management of IT in Construction, 2004, 406 page
4. M.A.Məmmədov, Ş.İ.Əlizadə, F.Ə.Məmmədova, Strateji menecment, Bakı, 2022, 240 səh.

UDK: 658.51

Fərzəliyev S. A.
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, professor
ORCID ID: 0000-0002-9241-4424
E-mail: sferzeli@gmail.com

Abbasova G.S.
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, assistent
ORCID ID: 0000-0001-9041-4968
E-mail: gulbade.abbasova@mail.ru

ÇOXMƏRTƏBƏLİ MONOLİT DƏMİRBETON YAŞAYIŞ BİNALARININ TİKİNTİSİNDƏ KEYFİYYƏTƏ NƏZARƏTİNİN TƏMİN EDİLMƏSİ

Xülasə: Çoxmərtəbəli monolit dəmirbeton tikintisi hazırda təkcə tikinti sənayesində deyil, bütövlükdə dünya iqtisadiyyatında da ən sürətlə inkişaf edən sahələrdən biridir. Tikinti məhsullarının keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasının əsas prinsipi məhsul istehsalatında tikinti prosesinə təsir edən bütün amillərinin effektiv idarə edilməsidir. Monolit dəmirbeton binaların tikintisində olan yüksək tələbat tikililərin strukturlarının keyfiyyətini və etibarlılığını təmin edən səmərəli texnologiyalara keçidi zəruri edir [1].

Açar sözlər: tikinti nəzarəti, çoxmərtəbəli monolit binaların tikintisi, betonun möhkəmliyinə nəzarət, monolit dəmirbeton konstruksiyaların keyfiyyətinin statistik qiymətləndirilməsi.

UDC: 658.51

Farzaliyev S. A.
Doctor of Philosophy on Technical Sciences, professor
Azerbaijan University of Architecture and Construction,
ORCID ID: 0000-0002-9241-4424
E-mail: sferzeli@gmail.com

Abbasova G.S.
Azerbaijan University of Architecture and Construction, assistant
ORCID ID: 0000-0001-9041-4968
E-mail: gulbade.abbasova@mail.ru

“PROVIDING QUALITY CONTROL IN THE CONSTRUCTION OF MULTI STOREY MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE RESIDENTIAL BUILDINGS”

Summary: The construction of multi-storey monolithic reinforced concrete structures is not only a part of the construction industry but also one of the fastest-growing sectors in the global economy. The fundamental principle for improving the quality of construction products is the effective management of all factors affecting the construction process. The high demands in the construction of monolithic reinforced concrete buildings necessitate the transition to efficient technologies that ensure the quality and reliability of the structures [1].

Keywords: *construction control, multi-storey monolithic buildings construction, concrete strength control, statistical evaluation of the quality of monolithic reinforced concrete structures.*

Çoxmərtəbəli monolit dəmirbeton tikintisinin dayanıqlığının və etibarlılığının artırılması üçün vacib olan amillərdən biri kimi monolit dəmirbeton tikintisinin keyfiyyətinə nəzarət və statistik qiymətləndirmə metodologiyasının işlənilməsi hazırlanmışdır. Bu məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı əsas tədqiqat məsələləri formalaşdırılır və həll olunur:

1. Təhlükəsizliyə təsir edən amillər nəzərə alınmaqla tikinti məhsullarının keyfiyyətinin və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi konsepsiyasının, göstəricilər sisteminin və bina tikintisinin keyfiyyətinin hərtərəfli qiymətləndirilməsi metodunun öyrənilməsi.

2. Respublikada monolit dəmirbeton tikinti məhsullarının keyfiyyətinin təmin edilməsi sahəsində mövcud problemlərin təhlili.

3. Keyfiyyət təminatı sisteminin səviyyəsinin tikinti zamanı monolit dəmirbeton binaların keyfiyyət və təhlükəsizlik göstəricilərinə təsirinin öyrənilməsi.

4. Monolit dəmirbeton məhsullarının daxili və xarici keyfiyyətə nəzarət və qiymətləndirmə metodlarının, qüsurların əhəmiyyətinin təhlili, mülki binaların inşası zamanı keyfiyyət və təhlükəsizliyin təmin edilməsinə yönəlmiş proseslərin düzgünlüyünün tənzimlənməsi.

5. Hazırlanmış metod və modellərin praktik tətbiqi və qiymətləndirilməsi.

Monolit dəmirbeton binaların möhkəmliyini müəyyən etmək üçün: müxtəlif sinifli betonun möhkəmliyinə nəzarətin qiymətləndirilməsi; sistem-funksional analiz; kvalimetriya, metrologiya; təşkilati və texnoloji etibarlılıq prinsipləri; ehtimal nəzəriyyəsi və riyazi statistika; korrelyasiya; etibarlılıq və təhlükəsizlik nəzəriyyəsi kimi metodlardan istifadə olunur.

Monolit dəmirbeton yaşayış binalarının tikintisinin keyfiyyətinə nəzarətin təkmilləşdirilmiş metodologiyası aşağıdakıları müəyyən etməyə imkan verdi:

- möhkəmləndirici işlərin keyfiyyət parametrləri aşağı göstəriciləri ilə xarakterizə olunur;
- strukturların həndəsi parametrləri üçün keyfiyyət göstəriciləri aşağı göstəricilərə malikdir, bu da strukturların en kəsiklərinin ölçülərinin sapmaları üzrə əsassız sərt düzümlülük ilə əlaqədardır;

- yalnız üç bina gəlirlilik baxımından ortalamadan yüksək, qalanları üçün orta bal aldı.

Təklif olunan texnikanın tətbiqi nəticəsində keyfiyyətə nəzarət xərclərinə qənaət 23,3% təşkil edir. Monolit dəmirbeton tikinti hazırda təkcə tikinti sənayesində deyil, bütövlükdə dünya iqtisadiyyatında da ən sürətlə inkişaf edən sahələrdən biridir. Monolit tikintinin artan həcmi bina və tikililərin strukturlarının keyfiyyətini və etibarlılığını təmin edən etibarlı sürətli texnologiyalara keçid ehtiyacını yaradır [3].

Tikilən dəmirbeton bina və qurğuların etibarlılığı və davamlılığı problemi texnoloji proseslərin keyfiyyəti ilə əlaqələndirilir. Nəşrlərin təhlili göstərdi ki, binaların inşasındakı qüsurları nəzərə alaraq təhlükəsizlik səviyyəsini riyazi modellərin səhvlərinə həssas olmayan nisbi göstəricilərlə qiymətləndirmək məsləhətdir [5]. Bununla birlikdə, nəşrlərdə texnoloji proseslərin dəqiqliyini təyin edərkən, binaların tikintisinin keyfiyyətinə nəzarət və qiymətləndirərkən təhlükəsizlik meyarlarından istifadə üçün heç bir tövsiyə yoxdur.

Beləliklə, tikinti prosesində mülki binaların keyfiyyətini qiymətləndirmək və təhlükəsizliyini təmin etmək üçün elmi və metodoloji əsaslar nəzərdən keçirilmiş sahələrdə inkişaf etdirilməlidir.

Tikinti nəzarəti əsaslı tikinti obyektlərinin tikintisi, yenidən qurulması, əsaslı təmiri prosesində həyata keçirilməli və sonrakı istismarının təhlükəsizliyini və işin yüksək keyfiyyətli nəticəsini təmin etməli olan əsas prosedurdur.

Tikinti nəzarəti sifarişçi (özü və ya üçüncü şəxslərin iştirakı ilə) və podratçı tərəfindən aparılmalıdır. Tədqiqat zamanı həyata keçirilməsi birlikdə monolit tikintinin səmərəliliyini artıracaq metodlar öyrənilmişdi: sökülməyən qalibin istifadəsi, texnoloji prosesin xəritələşdirilməsi və tikinti işçilərinin ixtisasartırma təhsili ilə tikinti müddətini azaltmaq; iş icraçısının giriş nəzarəti, inşaatçının texniki nəzarəti və memarın müəllif nəzarəti sayəsində tikilən obyektlərin keyfiyyətini artırmaq; tikinti texnikasının lizinqindən istifadə etməklə fond verimini artırmaq və əmək tutumunu azaltmaq [2].

Tədqiqatın nəticələri monolit tikinti texnologiyasını yaxşılaşdırılmasına və keyfiyyətinin yüksəldilməsinə və monolit dəmirbeton çoxmətrəbəli yaşayış evlərinin tikintisinin cəlbədiciliyini artıracaq [4]. Bu istiqamətlərin müəyyənəndirilməsi prosesində məlum oldu ki, monolit tikinti texnologiyasının özü geniş yayılmış olsa da, əslində bir qədər köhnəlmişdir. Monolit dəmirbeton tikinti texnologiyasından istifadə tikintinin sürətinin artmasına mane olan başqa bir amil kimi işlərinin keyfiyyətinə nəzarət üçün artan tələbləri göstərmək olar. Nəzəri müddələrin, eləcə də tikinti şirkətlərinin praktik fəaliyyətinin nəticələrinin təhlili belə bir nəticəyə gəlməyə imkan verir ki, onların bir çoxu tikinti prosesində tikinti norma və qaydalarının və digər normativ aktların hər cür pozulmasına imkan verir. Bu, istismara verilən obyektlərin keyfiyyətinin pisləşməsinə səbəb olur. Bununla əlaqədar qeyd olunub ki, tikinti işlərinin keyfiyyətinə nəzarət hər bir tikinti mərhələsində aparılmalıdır. Bu vəziyyətdə aşkar edilmiş çatışmazlıqlar dərhal aradan qaldırılmalıdır. Keyfiyyətə nəzarətin daha səmərəli həyata keçirilməsi üçün məcburi metod kimi iki mərhələli nəzarət metodundan istifadə etmək ən məqsədə uyğundur [5].

İşin keyfiyyətini qiymətləndirmək üçün daşıyıcı sistemin vahid quruluşlarının (məsələn, sütunlar, rigellər, tavanlar və s.) özüllərinin, təməllərinin və qruplarının keyfiyyət göstəricilərinin strukturunu təklif etmək lazımdır. Üstəlik, vahid göstəricilər daşıyıcı (material), forma yaradan (həndəsə), birləşdirən (əlaqələr, tikişlər), estetik və xüsusi (istehlak xüsusiyyətləri) bina strukturlarının əsas funksiyalarına görə qruplaşdırılmalıdır kompleks

göstəricilər ağırlıq əmsalları nəzərə alınmaqla orta cəbri və ya həndəsi qiymətləri kimi hesablanmalıdır. Keyfiyyətə nəzarət mərhələlərinin çəkisi şərti olaraq aşağıdakı quruluşa bölünə bilər:

1. Orta sapma göstəricilərinin normativ qiymətləndirmələrinin axtarışı;

$$\bar{x}_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_B)^2} \quad (1)$$

2. Alınan məlumatlardan istifadə edərək, bilinməyən orta kvadrat sapma zamanı hər bir göstərici üçün α gözləmə intervallarının müddətini tapa bilərik:

$$\bar{x}_B - \frac{t_{\nu} s}{\sqrt{n}} < \alpha < \bar{x}_B + \frac{t_{\nu} s}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

Burada, t_{ν} kəmiyyəti n seçiminin və γ etibarlılığının verilmiş həcmində əsasən 3 əlavəsindəki cədvəl üzrə təyin edilir [4]. Burada, tədqiq olunan göstəricilərin hər birinin təsadüfi dəyişənindən normal qanuna görə paylanma tələb olunmur.

Keyfiyyətə nəzarətin təhlili metodologiyasının ikinci mərhələsi normativ qiymətləri etibarlı sərhədlərlə müqayisə etməkdir. Burada etimad intervalları normativ sənədlərin tələblərinə uyğun olmayan bütün göstəriciləri müəyyənləşdirmək tələb olunur. Belə göstəriciləri etibarsız adlandırmaq. Bizim vəziyyətimizdə künc birləşmələrinin sərtliyi kimi yeganə göstərici etibarsız oldu.

Yaşayış binalarının tikintisinin keyfiyyətinin qiymətləndirilməsinə birbaşa təsir edən bir sıra amillər var, bunlara aşağıdakılar daxildir:

- sənədlər çərçivəsində planların və struktur sxemlərin qurulması, habelə yük paylanması hesablamalarına əsasən;
- memarlıq formalarının və struktur həllərinin rəşional istifadəsi;
- obyektin yaradılması üçün zəruri olan xarici iqlim və landşaft şəraiti haqqında məlumatların toplanması, aktiv istifadəsi;
- normativ göstəricilərə uyğun konstruksiyalar əldə etmək üçün tikinti prosesinə yüksək keyfiyyətli materialların tətbiqi;
- obyektin yaradılması üçün istifadə olunan sənədlərin diqqətlə hazırlanması; bu işdə monolit strukturların bir sıra sapmalarını qiymətləndirmək üçün araşdırma aparılmışdır. İşdə aşağıdakı metodlardan istifadə edilmişdir:

1. Qeydiyyat;
2. Ölçü;
3. Ekspert.

Əldə olunan məlumatların təhlili belə nəticəyə gəlməyə imkan verir ki, monolit konstruksiyaların sapmaları barədə obyektiv məlumat əldə etmək baxımından ən etibarlı **ölçü** metodudur, eyni zamanda ən zəhmətlidir, tədqiqatçının xüsusi hazırlığını, həmçinin kompleks geodeziya avadanlıqlarının istifadəsini tələb edir. İcra sənədlərinin təhlili üçün istifadə olunan **qeydiyyat** metodu əsasında keyfiyyətin qiymətləndirilməsi həmişə obyektiv məlumat əldə etməyə imkan vermir. Sapmalar barədə etibarlı məlumat əldə etmək üçün qeydiyyat metodu yalnız digər metodlarla birlikdə istifadə olunmalıdır. Ən azı, istifadə edərkən məlumatların etibarlılığının seçici instrumental yoxlanılması lazımdır.

Beləliklə, giriş və əməliyyat nəzarəti çərçivəsində binaların inşası zamanı monolit dəmirbeton konstruksiyaların istismar keyfiyyətlərinin etibarlı qiymətləndirilməsinin alınması şərtləri metodoloji və təşkilati komponentləri əhatə edir.

Monolit dəmirbeton konstruksiyaların giriş və əməliyyat keyfiyyətinə nəzarət metodlarını təkmilləşdirmək üçün aşağıdakı statistik göstəricilərdən istifadə etmək təklif edilmişdir:

- çatışmazlıq səviyyəsi;

- proses dəqiqliyi; nəzarət ölçmələrinin dəqiqliyi;
- proses parametrlərinin dəyərlərinin sabitliyi. Cədvəl 1-də bir tərəfdən məhdud parametrlərin statistik göstəricilərini təyin etmək üçün düsturlar təklif olunur.

Cədvəl 1. Nəzarət olunan parametrlərin statistik qiymətləndirilməsi üçün düsturlar

<i>Statistik göstəricilər</i>	<i>Betonun sıxılmaya qarşı sərtliyi</i>	<i>Bir tərəfdən məhdud həndəsi parametrlər</i>
Qüsursuzluq səviyyəsi p	$p = F \frac{R_{or} - B_{norm}}{t \times S}$	$p = F \frac{\ln b - \mu}{\sigma}$
Texnoloji prosesin dəqiqliyi, K_{mn}	$K_{mn} = \frac{R_{orta} - B_{norm}}{t \times S}$	$K_{mn} = F \frac{\ln b - \mu}{t \times \sigma}$
Nəzarət dəqiqliyi K_{mk}	$K_{mk} = \frac{\delta_{xmet}}{R_{orta} - B_{norm}}$	$K_{mk} = \frac{\delta_{xmet}}{b - x}$

B_{norm} – betonun sərtliyinin standartlaşdırılmış qiyməti, Mpa (beton sinfinin qiymətinə uyğundur);

R_{orta} və X – istənilən orta;

S – istənilən standart sapma;

μ - parametrin loqarifmik qiymətlərinin ortalaması;

σ – parametrin loqarifmik qiymətlərinin standart sapması;

F – standart normal paylama qanununun funksiyası (Laplas funksiyası);

t – Student paylama kvantili;

δ_{xmet} – nəzarət ölçmələrinin buraxıla bilən xətası.

μ və σ bir tərəfdən məhdud olan parametrlər üçün aşağıdakı düsturlarla hesablanır:

$$\mu = \ln(x) - ln$$

Statistik qəbul nəzarəti ilə keyfiyyətin obyektiv qiymətləndirilməsi həm statistik göstəricilərin təhlili prosesində, həm də aşağıdakı göstəricilərin məcmu qiyməti ilə verilə bilər:

- qüsursuzluq səviyyəsi,
- texnoloji prosesin dəqiqliyi;
- təsadüfi və sistemik səhvlər üçün nəzarət dəqiqliyi və proses sabitliyi.

Bu məqsədlə kompleks statistik göstəricidən (KSG) istifadə etmək lazımdır, KSG-ni təyin etmək üçün statistik göstəricilərin riyazi təhlilini aparmaq lazımdır.

Tədqiqat zamanı etibarlı qiymətləndirməni müəyyənləşdirmək üçün bir sıra zəruri şərtlərin olduğu, bunların da əsaslarının metodoloji və təşkilati nəzarət metodları olduğu ortaya çıxdı.

Monolit konstruksiyaların giriş və əməliyyat keyfiyyətinə nəzarət metodlarını təkmilləşdirmək üçün aşağıdakı statistik göstəricilərdən istifadə edilməsi təklif edilmişdir:

- qüsursuzluq səviyyəsi;
- proses dəqiqliyi; nəzarət ölçmələrinin dəqiqliyi;
- proses parametrlərinin qiymətlərinin sabitliyi. Monolit yaşayış binalarının keyfiyyətinə nəzarətin təkmilləşdirilmiş metodologiyası aşağıdakıları müəyyən etməyə imkan verdi:

- möhkəmləndirici işlərin keyfiyyət parametrləri keyfiyyət göstəricilərinin aşağı göstəriciləri ilə xarakterizə olunur;

- strukturların həndəsi parametrləri üçün keyfiyyət göstəriciləri aşağı göstəricilərə malikdir, bu da strukturların en kəsiklərinin ölçülərinin sapmalarına əsassız sərt dözümlülük ilə əlaqədardır;

- yalnız üç bina gəlirlilik baxımından ortalamadan yüksək, qalanları üçün orta bal aldı.

Təklif olunan texnikanın tətbiqi nəticəsində keyfiyyətə nəzarət xərclərinə qənaət 23,3% təşkil edir.

Nəticə: İnteqral keyfiyyət qiymətləndirmə metodologiyasının tətbiqinin iqtisadi təsiri keyfiyyətə nəzarət xərclərinin azaldılması ilə məhdudlaşmır. Binaanın istismar xüsusiyyətləri və etibarlılığı artır, bu da qüsurların aradan qaldırılması və təmir xərclərinin azalmasına səbəb olur. Keyfiyyət sistemi çərçivəsində avtomatlaşdırılmış qiymətləndirmə və sənədləşdirmə vasitələrinə uyğunlaşdırılmış bazar keyfiyyət tənzimləmə mexanizmlərinin səmərəliliyi də artır.

İstifadə olunmuş ədəbiyyatların siyahısı.

1. **Афонина А.В.** Строительный контроль: правовое регулирование, соотношение с понятием строительного надзора, порядок осуществления // СПС КонсультантПлюс. 2019.
2. **Карибова И.Ш.** Особенности современных требований к системе менеджмента качества строительных организаций в России // Экономика, управление и финансы: Материалы междунар. науч. конф. (г. Пермь, июнь 2011 г.). Пермь: Меркурий, 2011. С. 49 - 52.
3. **Зонова О.В., Шевцова О.Н., Кравченко А.В.** Оценка эффективности системы внутреннего контроля в организации. М.: Изд-во LAP Lambert Academic Publishing, 2012. 136 с.
4. **Байбурин, А.Х.** Качество и безопасность строительных технологий: монография / А.Х. Байбурин, С.Г. Головнев.– Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2016.– 453 с.
5. **Fərzəliyev S.A.** Monolit dəmir-beton işlərin texnologiyası. Azəri Poliqrəfiya. Bakı-2019-ıl səh 87.
6. **Bələgözov Ə.M.** Monolit və yığma-monolit dəmirbeton bina və qurğuların tikintisi texnologiyası. AzMIU nəşriyyat. Bakı-2010, səh 247.

UDC: 33

*Solmaz Guliyeva A. (author) – Master’s student,
Azerbaijan University of Architecture and Construction
e-mail: solmaz.guliyeva.2020@gmail.com
Supervisor: Kanan Hasanov (scientific supervisor)*

STRATEGIES FOR EFFECTIVE HUMAN RESOURCE MANAGEMENT IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

***Abstract.** The construction industry is a dynamic and demanding sector that hinges on efficient human resource management for the triumph of projects. This comprehensive article delves into pivotal strategies that span safety, skills development, recruitment, employee engagement, diversity, succession planning, and performance metrics. These strategies are founded upon industry best practices and scholarly research, serving as the cornerstones for optimizing construction project outcomes. This article elucidates the importance of these strategies, not only in improving efficiency and safety but also in shaping the success of construction companies. By adopting and investing in these strategies, construction firms can unlock the full potential of their workforce, ensuring long-term prosperity and successful project execution.*

***Qısa icmal.** Tikinti sənayesi layihələrin qələbəsi üçün səmərəli insan resurslarının idarə edilməsindən asılı olan dinamik və tələbkar bir sektordur. Bu hərtərəfli məqalə təhlükəsizlik, bacarıqların inkişafı, işə qəbul, işçilərin cəlb edilməsi, müxtəliflik, ardıcılığın*

planlaşdırılması və performans göstəricilərini əhatə edən əsas strategiyaları araşdırır. Bu strategiyalar tikinti layihəsinin nəticələrini optimallaşdırmaq üçün təməl daş kimi xidmət edən ən yaxşı sənaye təcrübələri və elmi tədqiqatlar əsasında qurulur. Bu məqalə təkcə səmərəliliyin və təhlükəsizliyin artırılmasında deyil, həm də tikinti şirkətlərinin uğurunun formalaşdırılmasında bu strategiyaların əhəmiyyətini izah edir. Tikinti firmaları bu strategiyaları qəbul etməklə və onlara sərmayə qoymaqla, uzunmüddətli rifahı və layihənin uğurlu icrasını təmin edərək, öz işçi qüvvəsinin tam potensialını açmağa bilər.

Keywords: *Construction industry, Human resource management, Safety, Skills development, Recruitment, Employee engagement, Diversity, Succession planning, Performance metrics, Project success, Workforce optimization.*

Introduction

Human resource management is the bedrock of triumph in the construction industry. This article delves into essential strategies, underscoring the significance of safety, skills development, recruitment, employee engagement, diversity, succession planning, and performance metrics. These practices are rooted in industry best practices and scholarly research, forming the nucleus of construction project enhancement.

- **Safety Training and Culture:** Safety is paramount in construction, underpinned by OSHA regulations and standards. Cultivating a culture of safety and implementing comprehensive safety training programs is a cornerstone of worker well-being [1]. Workers need to be well-versed in safe practices and encouraged to report unsafe conditions and behaviors [2].

- **Skills Assessment and Development:** A highly skilled workforce is fundamental for achieving quality construction outcomes. Regular skills assessments help identify areas for improvement. Training and development opportunities not only bolster worker skills but also elevate job satisfaction [3].

- **Recruitment and Onboarding:** Effective recruitment is pivotal for attracting top talent in the construction industry. This involves creating detailed job descriptions, proactive recruitment strategies, and leveraging online platforms [4].

- **Employee Engagement:** Engaged employees are more productive, committed, and content. Implementing engagement surveys and feedback mechanisms can help management understand employee concerns and suggestions. Recognizing and rewarding outstanding performance serves as a powerful motivator [5].

- **Diversity and Inclusion:** Diversity and inclusion are pivotal elements of construction projects, as they bring diverse perspectives and experiences to the table. Ensuring that policies and practices guarantee equal opportunities for all employees fosters an inclusive environment [6].

- **Succession Planning:** Identifying and grooming future leaders within the organization is crucial for long-term success. Building succession plans for key positions provides a roadmap for growth and sustainability. Through mentorship and development opportunities, individuals with leadership potential can be prepared for critical roles within the organization [7].

- **Performance Metrics:** Key performance indicators (KPIs) are indispensable for evaluating construction project and employee performance. Regularly assessing these metrics helps identify areas for improvement and recognize top performers [8].

HR Practices In Construction Industry

Human resource management is critical to the success of every industry. HR works with a variety of sectors to discover and recruit individuals who can help them manage their businesses.

HR plays some of the most fundamental responsibilities in the human resources construction business. Some of the most important roles of human resources management in construction businesses are explained here.

People with specialized expertise are constantly in demand in the construction business. However, the supply of such persons is frequently in short supply. Any organization, for example, may have difficulty finding top-level engineers, project managers, and other administrative employees with construction-specific experience.

Construction companies' human resources departments also ensure that their staff is properly trained. As a result, they can assure that their staff is able to satisfy market demand. Even in the majority of situations, new workers are given introductory training.

They also generate a list of persons with various skills. As a result, if an organization has a need, construction HR can quickly allocate the correct individuals to the job. There is no doubt that worker safety is a serious problem. Both the employing firm and the human resources construction agency must guarantee that the necessary safety procedures are taken.

Injuries and accidents are unfortunately prevalent in the construction industry. As a result, the HR construction agency must ensure that its workers are safe. This also helps to avoid a financial catastrophe. Despite the fact that some businesses entirely disregard safety procedures, they are incurring increasing costs as a result.

The construction sector is heavily regulated, as you undoubtedly well know. So, if you engage an HR firm, it will be much easier for you to comply with all of the construction industry's rules as well as general employment laws.

The HR department also ensures that the company complies with various immigration regulations for international personnel. As a consequence, you won't have to worry about following the rules. It is done on your behalf by the human resources construction agency [9].

Construction Personnel Management

Employees are, without a doubt, the most precious assets in the building sector. HR's functions and responsibilities at the finest construction businesses revolve around their employees' well-being. HR assists each employee in realizing their full potential while also contributing to the company's success. The greatest method for your HR staff to help your firm become renowned as a place where the best people desire to work is to follow best practices for attracting, developing, rewarding, and retaining competent personnel [9].

Conclusion

Managing human resources in the construction industry is a multifaceted challenge, but implementing these strategies, grounded in industry best practices and scholarly research, can enhance project efficiency, safety, and overall success. By investing in the workforce and aligning with these strategies, construction companies can unlock the full potential of their human resources, thereby ensuring sustained prosperity and successful project outcomes. These strategies are not just theoretical; they are practical steps towards excellence and a competitive edge in the dynamic and demanding construction industry.

REFERENCES

1. Hinze, J. (2002). Worker safety on construction sites: An overview of the industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 128(1), 13-19.
2. Molenaar, K. R. (2018). *Safe construction*. Wiley.
3. Lu, W., Huang, G., Huang, T., & Liu, X. (2021). Skills assessment and training needs for construction professionals in the post-COVID-19 era. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(11), 04021118.

4. Hatem, L., Kamal, A., Dahir, M. K., & Eleyan, D. (2017). Using data mining techniques in customer recruitment management. *Expert Systems with Applications*, 86, 172-188.
5. Albrecht, S. L., Bakker, A. B., Gruman, J. A., Macey, W. H., & Saks, A. M. (2017). Employee engagement, human resource management practices, and competitive advantage: An integrated approach. *Journal of Organizational Behavior*, 38(6), 899-917.
6. Bosch, T. (2014). Diversity and inclusion. *Organizational Dynamics*, 43(1), 7-16.
7. Dreher, G. F. (2018). *Human resource management*. Sage Publications.
8. Chien, S. (2009). Measuring performance of construction projects: A case of Singapore. *International Journal of Project Management*, 27(6), 521-530.
9. Importance of Human Resources Management in Construction Projects. Thus, the HR department in control of that workforce is critical. Jill Romford Dec 01, 2021. Retrieved from https://agilityportal.io/blog/hrm-in-construction-industry#construction_personnel_management

Hüseynova Mələhət Soltan qızı
Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent
<https://orcid.org/0000-0003-2837-6678>
huseynovyusif2003@mail.ru

NƏQLİYYAT LOGİSTİKASININ ÖLKƏNİN İQTİSADI SİSTEMİNDƏ ROLU

Xülasə: Məqalədə nəqliyyat və logistikanın hər birinin ayrı-ayrılıqda ölkənin və müəssisələrin inkişafına təsirləri tədqiq edilmişdir. Logistika sistemlərinin üstünlükləri və idarəetmə nöqtəyi nəzərindən çatışmazlıqları müəyyənləşdirilmişdir. Müəssisənin ümumi təsərrüfat sistemində logistika fəaliyyətinin yeri blok-sexem şəklində əks olunmuşdur. Nəqliyyat logistikasının tərkib elementləri, məqsəd və vəzifələri nəzərdən keçirilmiş və ölkənin iqtisadi sistemində rolu qiymətləndirilmişdir. Nəqliyyat-logistika sistemlərinin səmərəliliyinin yüksəldilməsi üçün tövsiyə xarakterli təkliflər irəli sürülmüşdür.

Açar sözlər: nəqliyyat, logistika, nəqliyyat logistikası, nəqliyyat-logistika sistemi, müəssisə, ölkə, istehsal, infrastruktur

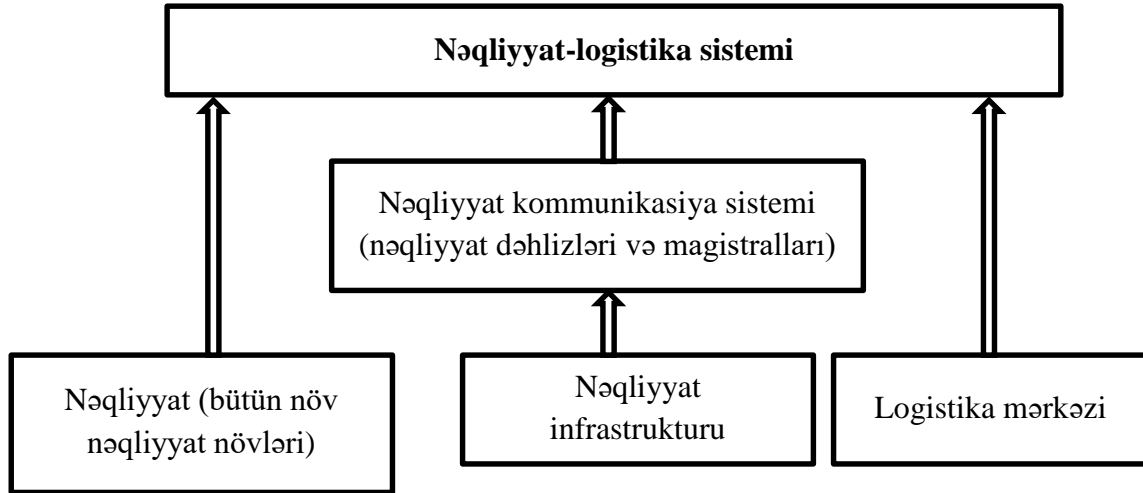
Summary: The article separately studies the influence of transport and logistics on the development of the country and enterprises. The advantages and disadvantages of logistics systems from a management point of view are determined. The place of logistics activities in the overall economic system of the enterprise is reflected in the form of a structural diagram. The components, goals and objectives of transport logistics are considered, and its role in the economic system of the country is assessed. Recommendations have been put forward to improve the efficiency of transport and logistics systems.

Key words: transport, logistics, transport logistics, transport and logistics system, enterprise, country, production, infrastructure

Bu gün logistika və nəqliyyat sürətlə inteqrasiya olunur və nəticədə qarşılıqlı fəaliyyətə yeni yanaşma - logistika ilə birləşdirilən yeni infrastruktur növü yaranır ki, bu da nəqliyyat-logistika sistemi adlanır [4, s.422].

Nəqliyyat-logistika sistemi malların və xidmətlərin istehsalçıdan istehlakçıya daşınması üçün istifadə olunan elementlər, proseslər və təşkilati strukturlar məcmusudur. Həmin sistem nəqliyyat vasitələri, infrastruktur, logistika şirkətləri, anbarlar, terminallar, İKT və s. kimi bir-birindən asılı olan bir neçə komponentdən ibarətdir.

Nəqliyyat logistika sisteminin əsas tərkib elementləri şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. Nəqliyyat-logistika sisteminin tərkib elementləri

İnkişaf etmiş nəqliyyat-logistika sistemi ölkənin iqtisadi inkişafının, eləcə də regionlarının sosial-iqtisadi potensialını və keyfiyyətini artırmağa imkan verən qarşılıqlı iqtisadi əlaqələrin inkişafı üçün ən vacib şərtidir. Nəqliyyat-logistika sisteminin əlaqələndirici və inteqrasiyaedici potensialı regionlarının və bütövlükdə ölkənin inkişafının sosial-iqtisadi problemlərinin həllinə, nəqliyyatın yüksək keyfiyyəti hesabına müştərilərə xidmətin səmərəliliyinin artırılmasına yönəldilməlidir. Sürətlə inkişaf edən qlobal və milli nəqliyyat-logistika sistemlərinin əsas elementləri yüklərin mümkün qədər qısa müddətdə, mümkün olan maksimum dərəcədə saxlanmasını və daşınmasını təmin etmək üçün mühiti təşkil edən beynəlxalq nəqliyyat dəhlizləri və logistika mərkəzləridir.

İqtisadi inkişaf üçün nəqliyyat-logistika sisteminin əhəmiyyəti, ilk öncə, inteqrasiya amili ilə bağlıdır ki, bu da son nəticədə əmtəə axınlarının strukturlaşdırılması yolu ilə milli iqtisadiyyatın səmərəli və sürətli inkişafına təkan verir.

Ümumiyyətlə, nəqliyyat-logistika sisteminin iqtisadiyyatın inkişafında rolunu aşağıdakı məqamlarla müəyyənləşdirə bilərik:

- nəqliyyat-logistika sisteminin sosial-iqtisadi obyektlərinin modernləşdirilməsi;
- nəqliyyat-logistika strukturunda dəyişiklikləri stimullaşdırmaqla ictimai istehsalın transformasiyasına yönəlmiş müxtəlif strateji proqramların formalaşdırılması;
- müvafiq müəssisələrin qarşılıqlı fəaliyyəti nəticəsində yaranan effektlərin əldə edilməsi;
- xarici ticarət əlaqələrin səmərəliliyinin artırılmasına nail olunması.

Nəqliyyat-logistika sisteminin məqsədi malların və xidmətlərin səmərəli və sürətli daşınmasını təmin etmək, xərcləri minimuma endirmək və prosesin bütün iştirakçıları üçün gəlirliliyi artırmaqdır. Nəqliyyat-logistika sistemlərinin aşağıdakı operativ məqsədləri vardır:

- vaxta və pula qənaət: nəqliyyat-logistika sistemi malların daşınması xərclərini optimallaşdırmağa kömək edir və yüklərin çatdırılması üçün tələb olunan vaxtı azaldır;
- müştəri xidmətinin keyfiyyətinin yüksəldilməsi: malların sürətli və vaxtında çatdırılması müştərilər arasında inam yaradır, bu da təkrar alışların ehtimalını artırır;
- satış coğrafiyasının genişləndirilməsi: nəqliyyat-logistika sisteminin effektiv işləməsi malları müxtəlif bölgələrə tez və səmərəli çatdırmağa imkan verir ki, bu da müəssisənin satış coğrafiyasını genişləndirir;
- risklərin azaldılması və onları idarə etmək bacarığı: yaxşı təşkil olunmuş logistika yükün itməsi, malların zədələnməsi və çatdırılmada gecikmələr kimi riskləri minimuma endirməyə imkan verir;

- səmərəliliyin artırılması və istehsalın optimallaşdırılması: nəqliyyat-logistika sistemi istehsal proseslərini optimallaşdırmağa, inventarları idarə etməyə və materialların və komponentlərin çatdırılmasını sürətləndirməyə kömək edə bilər;

- ətraf mühitə olan yükün azaldılması: nəqliyyatdan səmərəli istifadə və çatdırılma yollarının optimallaşdırılması çirkləndiricilərin emissiyalarını və ətraf mühitə mənfi təsirləri azalda bilər.

Son zamanlar nəqliyyat-logistika sistemləri bir çox ölkələrin iqtisadiyyatının mühüm hissəsinə çevrilmişdir. Bu, ilk öncə, nəqliyyat və logistika funksiyalarının inteqrasiyası ilə bağlıdır. Nəqliyyat sektorunun xüsusiyyətləri logistika sisteminin fəaliyyətinə təsir göstərir və müxtəlif logistik tapşırıqların reallaşdırılmasının təşkilində əhəmiyyətini müəyyənləşdirir.

Logistika sisteminin fəaliyyətində nəqliyyatın rolu aşağıdakı məqsədlərə nail olmaq ilə bağlıdır:

- daşımaların özünün reallaşdırılması;
- maliyyə ehtiyaclarının ödənilməsi;
- zəruri investisiyaların cəlb edilməsi;
- texniki vasitələrin mövcudluğu;
- nəqliyyat və logistika fəaliyyətinin hüquqi tənzimlənməsi;
- informasiyanın fasiləsiz işlənməsi, saxlanması və ötürülməsi;
- anbarlarda malların qəbulu, emalı, saxlanması və göndərilməsinin optimallaşdırılması;
- elmi və kadr bazasının kompleks təşkili.

Nəqliyyat logistika sisteminin mühüm komponenti olmaqla, nəqliyyat əməliyyatlarının reallaşdırılması üçün kifayət qədər çevik olmalıdır. Uğurlu logistika ölkənin yerli və qlobal bazarlarda inkişafına kömək edir. Ölkələr arasında ticarətin inkişafına və bazarların qloballaşmasına məhz yeni logistik yanaşmalar və konsepsiyalar kömək etmişdir [2, s.51].

Logistika sistemlərinin üstünlüklərinə daxildir:

- artan səmərəlilik: logistik sistemlər müəssisələr arasında qarşılıqlı əlaqəni yaxşılaşdırır, çatdırılma proseslərini sadələşdirir, xərcləri və sifarişlərin yerinə yetirilməsi üçün vaxtı azalda bilər;

- nəzarət: logistika sistemləri logistika prosesinin bütün mərhələlərini - istehsaldan tutmuş son istehlakçıya qədər nəzarət etməyə imkan verir;

- artan sürət: logistik prosesləri optimallaşdırmaqla müəssisələr daha çox sifarişə xidmət edə, çatdırılma müddətlərini azalda və daha çox məhsul emal edə bilər;

- xidmət keyfiyyətinin yüksəldilməsi: effektiv logistika sistemi müəssisələrə yüksək səviyyəli müştəri xidməti qurmağa imkan verir ki, bu da müştəri etibarının və loyallığının artmasına səbəb olur;

- artan rəqabətqabiliyyətlilik: müasir logistika sistemlərindən istifadə edən şirkətlər daha çevik və tez uyğunlaşa bilərlər ki, bu da onlara bazar uğrunda daha effektiv rəqabət aparmağa və müştərilərini saxlamağa imkan verir.

İdarəetmə nöqtəyi-nəzərindən logistika sistemlərinin çatışmazlıqlarına aiddir:

1. Yüksək xərclər: Logistika avadanlıq və infrastruktura əhəmiyyətli investisiyalar tələb edə bilər ki, bu da malların istehsalı və çatdırılması xərclərini artırır. Habelə, logistika sistemlərinin məhsuldarlığı onların və resurslardan istifadənin səmərəliliyindən asılıdır.

2. İdarəetmənin mürəkkəbliyi: Logistika sistemlərində sadə və ya mürəkkəb idarəetmə prosesləri ola bilər ki, bu da son nəticədə onların fəaliyyətinə təsir göstərir. Bundan əlavə, logistika vəzifələri uzadıla bilər ki, bu da icra zamanı səhvləri və riskləri artırır.

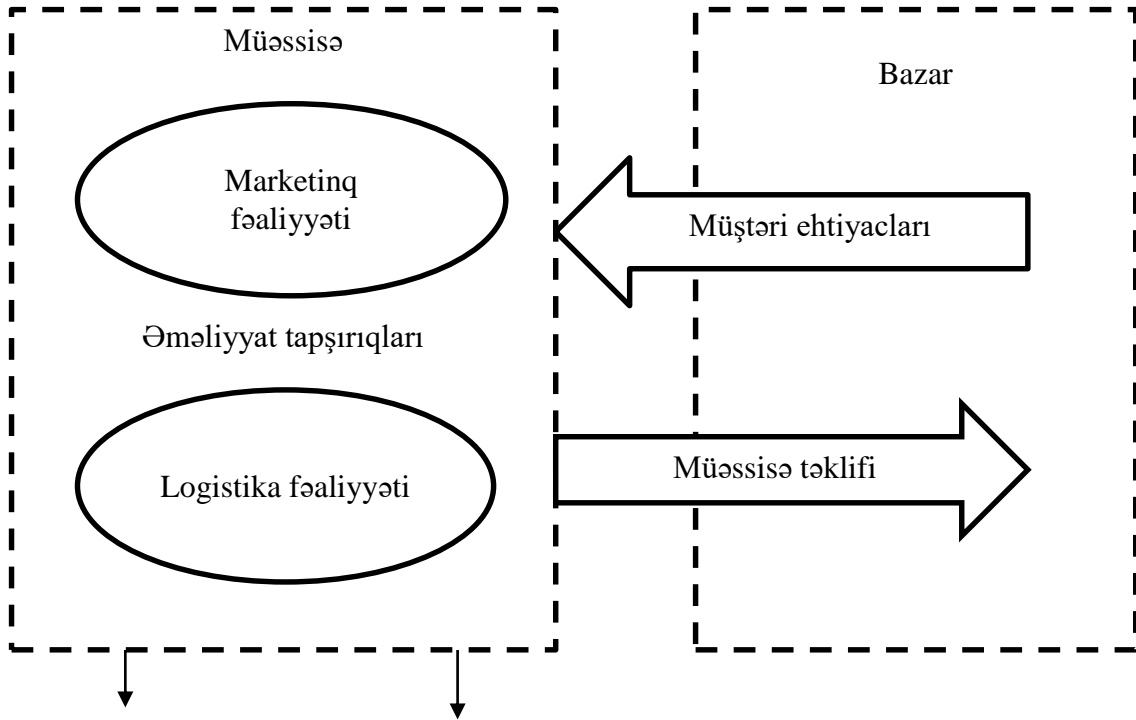
3. Etibarlılığın aşağı olması: Logistika sistemlərinə vaxtında qulluq edilmədikdə və yenilənmədikdə onların etibarlılığı azala bilər. Bu, malların vaxtında çatdırılmaması və xərclərin artması ilə nəticələnə bilər.

4. Tərəflər arasında qeyri-kafi ünsiyyət: Logistika çox vaxt malların mağazalara və ya istehlakçılara çatdırılmasını əhatə edir. Tərəflər bir-biri ilə effektiv ünsiyyət qurmasalar, bu, malların çatdırılması prosesində gecikmələrə və digər problemlərə səbəb ola bilər.

Müasir müəssisələrin ən vacib problemlərindən biri logistika fəaliyyətinin səmərəli təşkilidir. Logistika sisteminin təşkili və nəzarəti müəssisələrə imkan verir:

- yüksək likvidliyi və gəlirliliyi təmin etmək;
- istehsal müəssisələrinin xammalla təmin edilməsinin tələb olunan səviyyəsini saxlamaq;
- xammalın emalı və məhsulların satışını təşviq etmək.

Logistika fəaliyyətinin müəssisənin ümumi təsərrüfat sistemində yeri şəkil 2-də göstərilmişdir. Şəkil 2-də təqdim olunan marketing və logistika fəaliyyətinin qarşılıqlı əlaqə sistemində müəssisənin marketing şöbələri axın proseslərini təşkilati olaraq planlaşdırır, logistika şöbələri isə onların qiymətləndirilməsi və təkmilləşdirilməsində bilavasitə iştirak edir. Buradan belə nəticə çıxır ki, ümumi iqtisadi sistemin tərkib elementi kimi logistika fəaliyyətinin əsas funksiyası müştərilərə marketing xidmətləri ilə müəyyən edilmiş alqı-satqı şərtlərinin öz vasitələri və üsulları ilə daim təmin etməkdən ibarətdir [3, s.24].



Şəkil 2. Müəssisənin ümumi təsərrüfat sistemində logistika fəaliyyətinin yeri

Nəqliyyat logistikasının ölkənin iqtisadi sistemdə rolunun yüksəldilməsi üçün, ilk öncə, onun müəssisələrin inkişafında rolunu qiymətləndirmək lazımdır. Bunun üçün aşağıdakı vəzifələr tədqiq edilməlidir:

- ölkənin nəqliyyat logistikasının inkişaf tendensiyalarını nəzərdən keçirmək;
- nəqliyyat logistikası sahəsində müəssisələrin üzləşdiyi cari problemləri və riskləri işıqlandırmaq;
- ölkədə nəqliyyat logistikası sahəsində müəssisələrin iqtisadi təhlükəsizlik sisteminin səmərəliliyinin artırılması üçün mümkün istiqamətlər təklif etmək.

Nəqliyyat logistikasının güclü tərəflərindən biri nəqliyyat xidmətlərinin yüksək səviyyəsi hesab olunur ki, bu da nəqliyyat strukturlarının aktiv işləməsi ilə deyil, daha çox

yüklərin daşınması, satışı və çatdırılması ilə xarakterizə olunur. Nəqliyyat-logistika sistemi nəqliyyat proseslərini optimallaşdırmaqla yükdaşımaların səmərəli təşkili vəzifələrini reallaşdırmağa imkan verir [1, s.53].

Azərbaycanda nəqliyyat-logistika sisteminin potensiallarından səmərəli istifadə etmək məqsədilə həmin sistemin fəaliyyətini maliyyələşdirmək, rəqabətqabiliyyətli və ixrac yönümlü məhsulların istehsalına nail olmaq vacibdir. Maliyyələşdirmənin intensivliyi ölkədə bu sektorun rolunu gücləndirə, yüksək texnologiyalı nəqliyyat infrastrukturunu yarada, iqtisadiyyatın müxtəlif sahələrinin fəaliyyətini daha məhsuldar modelləşdirə, yeni artım mənbələrinin yaradılması məqsədilə əlavə potensial yarada bilər [5, s.68].

Nəqliyyat-logistika sistemlərinin səmərəliliyi onların avtomatlaşdırılması səviyyəsindən asılıdır. Nəqliyyat logistikasının avtomatlaşdırılması yükdaşımaları idarə etmək və optimallaşdırmaq üçün müasir texnologiyaların tətbiqidir. Bu, yükün hərəkətini, onun yerini və çatdırılma vəziyyətini real vaxt rejimində izləməyə imkan verən program təminatı vasitəsilə reallaşdırıla bilər. Bundan əlavə, avtomatlaşdırma marşrutların, təchizat zəncirlərinin və nəqliyyat infrastrukturunun resurslarının optimallaşdırılması üçün müxtəlif alqoritmlər və sistemləri əhatə edir. Bu, yüklərin daşınması üçün vaxt və xərcləri azaltmağa, tədarük zəncirinin ümumi səmərəliliyini artırmağa və müştərilərə xidmət səviyyəsini yüksəltməyə imkan verir.

Nəqliyyat logistikasının avtomatlaşdırılması bütövlükdə müəssisələrin səmərəliliyini artırma və keyfiyyətini yaxşılaşdırmağa imkan verir. Onun köməyi ilə sifarişin yerinə yetirilmə müddətini, daşıma xərclərini azaltmaq, müştərilərlə ünsiyyəti yaxşılaşdırmaq və nəqliyyat resurslarından istifadəni optimallaşdırmaq olar. Bundan əlavə, nəqliyyat logistikasının avtomatlaşdırılması malların çatdırılması zamanı yarana biləcək problemlərə operativ reaksiya verməyə və onların qarşısını almağa imkan verir ki, bu da müştərilərə xidmət səviyyəsini yaxşılaşdırır və onların loyallığının artmasına kömək edir.

Ədəbiyyat

1. Hüseynova M.S. Azərbaycanın sosial-iqtisadi inkişafında nəqliyyat-logistika sistemlərinin rolunun qiymətləndirilməsi. Azərbaycan Respublikasının sosial-iqtisadi inkişafının aktual problemləri. Respublika elmi konfrans. Sumqayıt Dövlət Universiteti, 20-21 oktyabr 2022, s.51-54
2. Бавин, В. Д. Современные проблемы развития логистики и пути их решения / В. Д. Бавин, И. С. Щетинина // Актуальные проблемы развития экономики и управления в условиях новой реальности: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Москва, 22 февраля 2023. – С. 50-60
3. Кривоносов Н.А. Логистика: проблемы и решения // Инновации и инвестиции. – 2015. – №2. – С.21–27.
4. Савин, Г. В. Роль логистики в исследовании транспортно-логистических систем / Г. В. Савин // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2019. – Т. 9, № 11-1. – С. 419-426
5. Huseynova, M. S. The need for financing of the transport and logistics sector in Azerbaijan / M. S. Huseynova, A. V. Taghiyeva // Scientific News. Series for Social and Humanitarian Studies. – 2023. – Vol. 19, No. 1. – P. 66-70

İNVESTİSİYALARIN STİMULLAŞDIRILMASINDA VERGİ ALƏTLƏRİNİN ROLU

Xülasə

Məqalədə, investisiyaların stimullaşdırma mexanizmi araşdırılmış, stimullaşdırmanın maliyyə və qeyri-maliyyə alətləri təsnifləşdirilmişdir. Həmçinin ümumilikdə investisiya mühitinin yaxşılaşdırılması və yerli məhsul istehsalçılarının dəstəklənməsi üçün vergi stimullaşdırılması üzrə vergi güzəştləri, müddətli vergidən azadolmalar, təşviq proqramları çərçivəsində vergilərin ödənilməsindəki güzəştlər və investisiya vergi krediti kimi metodlar araşdırılmış və onların təkmilləşdirilməsi üçün müəyyən təkliflər verilmişdir.

Açar sözlər: vergi, investisiya, vergi güzəştləri, stimullaşdırma, sənaye, maliyyə, qeyri-maliyyə.

Summary

The article examines the mechanism of investment incentives, classifies financial and non-financial instruments of incentives. Methods such as tax incentives to improve the investment climate and support local producers in general, tax exemptions for a period of time, tax incentives under incentive programs, and investment tax credit were also explored and some suggestions were made for their improvement.

Key words: taxes, investment, tax incentives, incentives, industry, finance, non-finance.

İqtisadiyyatın inkişafının müxtəlif mərhələlərində investisiya qoyuluşu proseslərinin stimullaşdırılma xüsusiyyətləri sənaye istehsalatının özünə xas cəhətləri və onun sahə strukturu ilə də müəyyən olunur. Investisiyaların stimullaşdırılması onu özəl sahibkarlıq üçün daha səmərəli edir. Əsas kapitalla investisiyalar bazar stimullarının köməyi ilə reallaşdırılır.

İnvestisiyaların stimullaşdırma mexanizmi mürəkkəb struktura malikdir və onun elementlərini ayrı-ayrı meyarlar üzrə təsnifləşdirmək olar. Bu baxımdan həmin elementlərin təsir xarakterinə görə təsnifatını aparmaq olar. Birinci meyar üzrə maliyyə və qeyri-maliyyə aləti ayrılır. Belə yanaşma əsasında hər bir istiqamət üzrə ayrılan alətlərin strukturu konkret şəraitdə tətbiq olunan mexanizmin özünün xüsusiyyət-lərindən asılı olaraq dəyişir. Ümumi şəkildə göstərilən yanaşma əsasında alətlər aşağıdakı sxemə uyğun ayrılı bilər.

Stimullaşdırmanın maliyyə mexanizmi əsas kapitalla investisiya qoyuluşunu həyata keçirən subyektlərin pul vasitəsilə məqsədli formada təmin olunması və ya onların investisiya vasitələrinə, habelə investisiya təyinatlı istehsal vasitələrinin əldə edilməsinə çəkilən məsrəflərin ixtisar olunmasına yönəldilir.

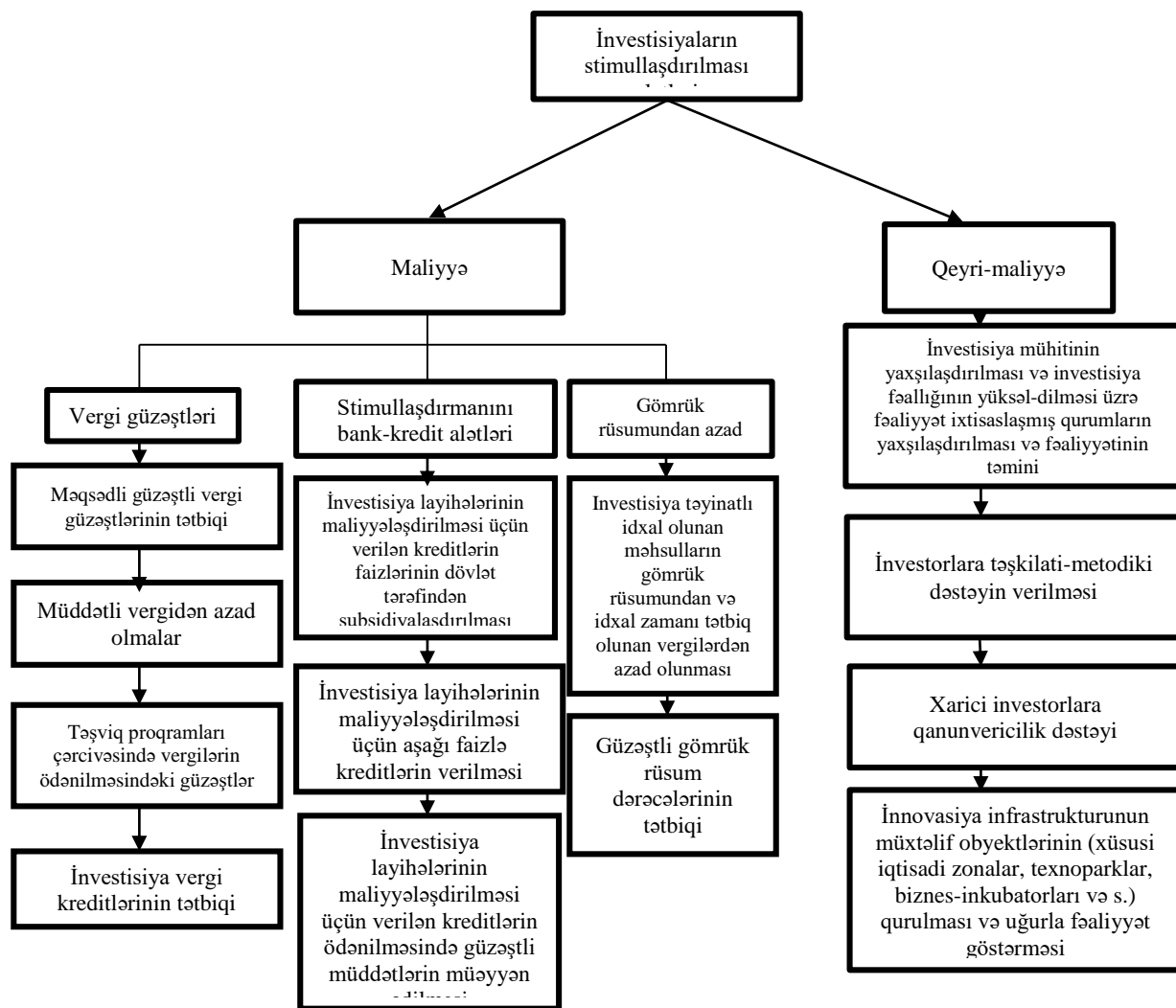
İnvestisiyaların stimullaşdırılmasının maliyyə alətləri geniş tərkibli vasitələri əhatə edir. Bunların sistemli şəkildə aydınlaşdırılması baxımından vergi güzəştləri, bank-kredit alətləri vasitəsilə stimullaşdırılmasını və gömrük sahəsində tətbiq olunan stimullaşdırıcı alətləri ayırmaq olar.

İnvestorlara maliyyə dəstəyinin verilməsi və onların vergi baxımından stimullaşdırılması ilə bağlı tədbirlərə vergi güzəştləri, investisiya layihələri kreditlərin faiz dərəcəsi hissəsinin kompensasiyası, investisiya vergi kreditləri, verginin möhlətli ödənişi, dövlət zamanətlərinin verilməsi daxildir.

Emal sənayesinin inkişaf etdirilməsinin vacib elementlərindən biri vergi güzəştləridir. Vergi güzəştlərinin tətbiqi əsas kapitalla investisiyaların artması, və sənaye istehsalının

həcmnin yüksəlməsi üçün əhəmiyyətlidir. Bununla yanaşı, vergi güzəştləri sahibkarlığın və investisiya fəaliyyətinin inkişafı üçün stimulaşdırır.

Məqsədli vergi güzəştlərinin tətbiqi sənayenin inkişafını stimullaşdırmaq, o cümlədən emal sənayesinin zəif inkişaf etmiş sahələrini inkişaf etdirmək, bu sahədə investisiya qoyuluşları üçün əlverişli şərait yaratmaq, həmçinin ölkənin ixrac potensialını genişləndirməyə nail olmaqdır [3].



Sxem.1. İnvestisiyaların stimullaşdırılması alətlərinin strukturu

Dünya təcrübəsində vergi güzəştlərinin müddətli vergidən azadolmalar alətindən geniş istifadə olunur. Bu güzəşt iqtisadiyyatın xüsusi sahələrinin stimullaşdırılması üçün əlverişli hesab olunur. Belə ki, bu vergi güzəşti müəyyən olunmuş normativ sənədlərə əsaslanaraq xüsusi sənaye sahələrində tətbiq olunur və bu zaman həmin sənaye sahələri normativ sənəddə nəzərdə tutulmuş müddətə bir və ya bir neçə vergi ödənişlərindən azad olunur.

Təşviq proqramları çərçivəsində istifadə olunan vergi güzəştləri də ölkəmizdə geniş istifadə olunmağa başlamışdır. Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 18 yanvar 2016-cı il tarixli Fərmanının təsdiqi ilə "İnvestisiyanın təşviq sənədi"nin verilməsi qaydalarına əsasən investisiya təşviqi sənədini almış investorlar üçün qeyd edilən istiqamətlərdə güzəştlərin tətbiqi nəzərdə tutulur. Bununla bağlı məsələlərə işin sonrakı bölmələrində baxılır. Onu da

qeyd etmək istərdik ki, bu güzəştlərin tətbiqi sənayenin xüsusi əhəmiyyətli sahələrinə investisiyaların təşviq edilməsi prosesini sürətləndirilməsində mühüm vasitədir .

Vergi kreditinin daha çox tətbiq olunan növü investisiya vergi kreditidir. Investisiya vergi kreditinin başlıca fərqləndirici cəhəti onun daha uzun müddətə (1-5 ilə) verilməsidir. Investisiya məqsədli vergi kreditlərinin verilməsinin əsasları adi möhlət hüququndan fərqlənir. Bu, müəssisəyə müəyyən edilmiş müddət və həddlər daxilində dövlət büdcəsinə ödəniləcək vergilərin və ödənişlərin azaldılmasına icazə hüququdur. Bir çox hallarda bu vergi güzəştindən istifadə üçün müəssisə üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edən problemin həllində iştirak etməlidir. Məsələn: bu zaman müəssisə yeni texnologiya almış və bu texnologiya ətraf mühitdə tullantıların azaldılmasına kömək edəcək və ya ixracyönümlü istehsalın stimullaşdırılmasına xidmət edəcək. Bu halda dövlət müəssisəyə investisiya vergi kreditini almağa icazə verir. Müəssisələr kənar borclara getmədən daxili resursları hesabına investisiya qoyuluşlarını həyata keçirir və bu da müəssisənin müəssisədaxili imkanlarının müəssisə daxili imkanlarını yüksəldilməsinə şərait yaradır.

Qeyd etmək lazımdır ki, Kanadada Elmi-Tədqiqat və təcrübə, İsveçdə isə ixracyönümlü istehsal sahələrinə həmin növ vergi krediti tətbiq edilir [6]. ABŞ-da investisiya vergi kreditinə deyəndə sürətli amortizasiya da aid edilir.

Müasir inkişaf mərhələsində investisiya vergi kreditinin tətbiqi, ölkədə investiya mühitinin yaxşılaşdırılmasına, müasir texnologiyaların tətbiqinə, istehsal fondlarının yenilənməsinə, rəqabət qabiliyyətli istehsalın və xidmətlərin göstərilməsinə şərait yaradır.

Investisiya qoyuluşları ilə bağlı stimullara vergilərin təsirini araşdırarkən, N.Q.Menkyu iki əhəmiyyətli faktoru qeyd edir: korporasiyaların mənfəətləri üzrə vergilərdə dəyişikliklər və investisiya vergi krediti. Onun fikrincə, korporasiyanın mənfəət vergisi, investisiya qoyuluşu ilə bağlı stimulları zəiflədir, belə ki, vergi şamil olunan mənfəətin həcmi müəyyən olunarkən, kapital məhsulu alınan zaman onun üçün ödənilən qiymət əsasında müəyyənləşdirilən amortizasiya həcmi əsas götürülür. Belə ki, üçün bir çox hallarda bu ölkələr nisbətən yüksək infilyasiya prosesləri səciyyəvi olmuşdur [6].

Bununla bağlı olaraq, yuxarıda qeyd olunduğu kimi, vergi dərəcəsinin azaldılması, bütün hallarda investisiya fəallığının stimullaşdırılmasının effektiv vasitəsi sayılmır. Bu baxımdan, məqsədli xarakter daşımayan hər bir vergi güzəşti ləğv olunmalı və mümkün olduğu qədər investisiya kreditlərindən, sürətləndirilmiş amortizasiyadan və kapital qoyuluşlarının həyata keçirilməsini əsas etibarilə müəyyənləşdirən digər tədbirlərdən geniş istifadə olunmalıdır. Eyni zamanda, vergi ödənişindən yayınmanın “boz” sxemlərini istisna etmək məqsədilə vergi sisteminin təkmilləşdirilməsinə davam edilməlidir [1].

Investisiyaların stimullaşdırma alətlərindən daha geniş istifadə olunanı bank-kredit alətləri hesab olunur. Bu alətlərin tətbiqi emal sənayesinin inkişafı üçün yeni imkanlar açır. Bu alətlərin zəruri səviyyədə olması üçün ölkədə inkişaf etmiş bank-kredit sistemi olmalıdır. Digər tərəfdən həmin istiqamətdə real stimullaşdırıcı tədbirlərin həyata keçirilməsi üçün dövlətin maliyyə imkanlarının olması əsas şərt hesab olunur.

Investisiya layihələrinin maliyyələş-dirilməsi üçün verilən kreditlərin faizlərinin dövlət tərəfindən subsidiyalaşdırılması investisiyaların stimullaşdırılmasının əsas bank-kredit alətlərindən biri hesab olunur.

Ölkəmizdəki bankların yüksək faiz dərəcəsi tətbiq etməsi investorların kredit resurslarına çıxışını məhdudlaşdırır. Kredit faiz dərəcələrinin azaldılması investorların bu imkanlardan daha geniş istifadə imkanlarını genişləndirəcəkdir.

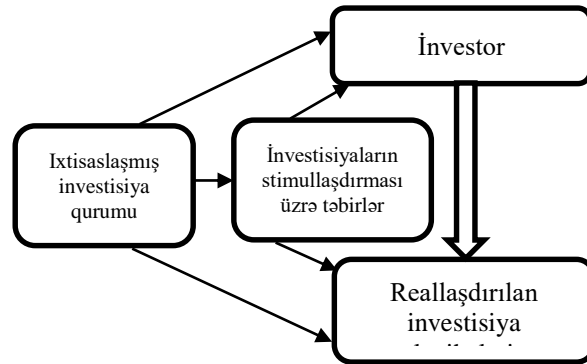
Investisiya layihələrinin maliyyələş-dirilməsi üçün verilən kreditlərin ödənilməsində güzəştli müddətlərin müəyyən edilməsi emal sənayesinin daha konkret istiqamətləri üzrə və ya regionlar üzrə investisiyaların təşviqi tədbirlərinin həyata keçirilməsi üçün səmərəli hesab edilir.

Investisiyaların stimullaşdırılması alətləri içərisində mühüm əhəmiyyət kəsb edən vasitələrindən biri gömrük alətləri hesab olunur. Emal sənayesinə əsas kapitalla investisiyaları stimullaşdırmaq üçün investisiya təyinatlı məhsulların gömrük rüsumundan azad olması,

həmcinin həmin məhsulların vergilərdən azad olması investisiyaların stimullaşdırılmasında əsas şərtlərdən hesab olunur.

Bununla yanaşı, güzəştli gömrük dərəcələrinin tətbiqi də emal sənayesi sahələrinə investisiya qoyuluşlarının stimullaşdırılmasının yüksəldilməsinə şərait yaradır.

İnvestisiyaların qeyri-maliyyə stimullaşdırma alətlərinə prioritet sahələrdə investisiya layihələrinin hazırlanması və həyata keçirilməsi prosesinə dövlət dəstəyinin verilməsi, texnoparklar, biznes-inkubatorları, xüsusi iqtisadi zonaların təşkili aiddir.



Sxem 2. İnvestisiya siyasəti üzrə ixtisaslaşmış investisiya qurumunun fəaliyyət sxemi.

Dövlət hakimiyyət və yerli özünüidarəetmə orqanları tərkibində investisiya siyasəti üzrə çoxfunksiyalı mərkəz və ya koordinasiya şurası formasında ixtisaslaşdırılmış qurumların yaradılması da qeyri-maliyyə stimullaşdırma alətinə aid edilir (Sxem 2.).

Belə qurumların fəaliyyəti müvafiq stimullaşdırma tədbirlərinin hazırlanması və həyata keçirilməsini sürətləndirməyə imkan yaradır. Bu isə, öz növbəsində investisiya şərtlərinin yaxşılaşdırılmasını sürətləndirir və son nəticədə investorların vəsait qoyuluşu ilə bağlı qərarlarının qəbuluna müsbət təsir göstərir.

Əsas kapitalla investisiyaların stimullaşdırılmasının qeyri-maliyyə alətləri sırasında xarici investorlar üçün qanunvericilik dəstəyinin yaradılması mühüm yer tutur. Dövlət müstəqilliyi şəraitində respublikamızda xarici investorların cəlb edilməsi və səmərəli fəaliyyətinə imkan verən, qanunvericilik bazası yaradılıb. Bundan əlavə, son illərdə Azərbaycan hökuməti ilə xarici dövlətlər arasında investisiyaların təşviqi və qarşılıqlı qorunması ilə bağlı 60-dan çox saziş imzalanıb. Avropa İttifaqının 23 üzv ölkəsi ilə respublikamız arasında ikiqat vergitutma aradan qaldırılıb. Bunlar Azərbaycanın beynəlxalq aləmdə etibarlı tərəfdaş kimi tanınmasına kömək edir, ölkəmizin investisiya qoyuluşu baxımından cəlbediciliyini artırır.

Qeyri-maliyyə stimullaşdırma aləti kimi, sənaye infrastrukturunun müxtəlif obyektlərinin (xüsusi iqtisadi zonalar, texnoparklar, biznes-inkubatorları və s.) qurulması və uğurla fəaliyyət göstərməsi üçün dövlət və özəl əməkdaşlığın səmərəli formalarının tətbiqi mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Sənaye parklarının yaradılması ölkə iqtisadiyyatının, xüsusilə qeyri-neft sektorunun inkişafına, iqtisadiyyatın modernləşməsinə, innovativ və elmtutumlu iqtisadiyyatın formalaşmasına, yüksək texnologiyalar əsasında rəqabətqabiliyyətli sənaye istehsalının genişləndirilməsinə, investisiya mühitinin cəlbediciliyinin artmasına, sahibkarlığın dəstəklənməsinə, ölkənin ixrac qabiliyyətinin genişlənməsinə, eləcə də məşğulluq səviyyəsinin yüksəlməsinə əhəmiyyətli təsir göstərmişdir.

Hazırda ölkədə müxtəlif təyinatlı sənaye parklarının və sənaye məhəllələrinin yaradılması (Sumqayıt Kimya Sənaye, Balaxanı Sənaye Parkı və Yüksək Texnologiyalar parkı, Qaradağ Sənaye Parkı, Mingəçevir Sənaye Parkı, Pirallahı Sənaye Parkı, Mingəçevir

Yüksək Sənaye Parkı) və fəaliyyəti əsas kapitalla investisiyaların stimullaşdırılmasında mühüm rol oynayır.

İnvestisiya fəallığının yüksək səviyyəsinə, investisiyaların stimullaşdırılması üzrə maliyyə və qeyri-maliyyə stimullaşdırma alətlərindən birgə və səmərəli istifadə etməklə nail oluna bilər.

İnvestisiya layihələrinin həyata keçirilməsi üçün birbaşa stimullaşdırma metodu olan büdcə kreditlərinin verilməsindən bank sisteminin fəaliyyətinin zəif olduğu hallarda istifadə olunur.

Bununla yanaşı, investisiya layihələrinin ekspertizasının aparılması və maliyyələşdirilməsi qərarlarının qəbulu həmcinin investisiya layihələri üzrə standartların hazırlanması, təsdiq olunması və onlara riayət olunmasına nəzarətin genişləndirilməsi də birbaşa stimullaşdırma metodundan da istifadə olunur.

Hal-hazırda Azərbaycanda, böyük layihələrin və strateji əhəmiyyətli proqramların, eləcə də müxtəlif tipli infrastruktur layihələrinin həyata keçirilməsinə yüksək tələbatın olması ilə əlaqədar, investisiyaların birbaşa dövlət stimullaşdırılması forması üstünlük təşkil edir. Burada, Respublikanın kapital bazarının lazımi səviyyədə inkişaf etməməsi və yerli investordlarda investisiya resurslarının çatışmamazlığı əhəmiyyətli rol oynayır.

Əsas kapitalla investisiyaların stimullaşdırılmasının yaxşılaşdırılması üzrə həyata keçirilən tədbirlər son nəticədə investisiya fəallığının artması ilə nəticələnir.

İnvestisiya fəallığı, ölkənin müəyyən ərazisinin obyektiv xarakteristikasıdır və 3 səviyyədə: mikro, mezo və makro səviyyələrdə öz təsirini göstərən çoxsaylı müxtəlif amillərin təsiri altında dəyişə bilər.

- **İnvestisiya fəallığı investisiya fəaliyyətinin sistemli səviyyəsidir. Bura təkcə investisiyaların istifadəsi və cəlb olunması ilə bağlı proseslər deyil, eləcə də ölkənin sosial-iqtisadi vəziyyətinə müsbət təsir göstərən müəyyən nəticələrin əldə olunması da daxildir.**

- **İnvestisiya fəallığı, iqtisadiyyatın dövlət tənzimlənməsi, müxtəlif bazar mexanizmləri kimi amillərin və daxili təsərrüfat idarəetməsinin təsiri altında formalaşır.**

- **İqtisadi kateqoriya olaraq investisiya fəallığı, iqtisadi-təşkilati münasibətlərin cəmini ifadə edir. Bu münasibətlər cəlb olunan investisiyaların həcmnin artırılmasına, eləcə də onların strukturunun təkmilləşdirilməsinə, investisiya qoyuluşlarının perspektiv sahələrinin genişləndirilməsinə və ölkənin sosial-iqtisadi sisteminin əsas göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasına təminat verir.**

Hal-hazırda potensial investordlara “nöqtə” təsiri, başqa sözlə, investisiya fəallığının stimullaşdırılması üzrə dolayı formanın tətbiqi getdikcə daha çox effektiv sayılır. Bu halda, bütün iqtisadiyyatın və ya onun ayrı-ayrı sahələrinin inkişafına adi təsir yox, cəlb olunmalarında dövlətin də marağı olan potensial investordlara təsir məqsədəuyğun hesab olunur [2].

Qeyd olunmalıdır ki, müasir şəraitdə investisiya fəallığının artırılması yalnız investisiya fəaliyyətinin bütün subyektlərinin uzlaşdırılmış addımları sayəsində mümkündür. Bu subyektlərə dövlət hakimiyyət və idarəetmə orqanlarını, sahibkarlıq fəaliyyəti subyektlərini, investisiya institutlarını aid etmək olar. Bu halda, dövlət hakimiyyət və idarəetmə orqanlarına böyük səlahiyyətlər verilmişdir. Belə ki, onların fəaliyyət dairəsinə, investisiya fəaliyyətinin dövlət tənzimlənməsi üzrə müxtəlif təşkilati və iqtisadi metodların tətbiq imkanı daxildir ki, bu metodlardan da vaxtında və düzgün istifadə investisiya fəallığının artırılmasına imkan yaradır.

Bu alətlərin səmərəli istifadəsi üçün rəqəmsallaşmanın həyata keçirilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu istiqamətdə qabaqcıl ölkələrin təcrübəsini öyrənmək məqsədəuyğun olardı.

Ədəbiyyat siyahısı

1. “Hüquqi şəxslərin mənfəətindən və gəlirlərin ayrı-ayrı növlərindən vergilər haqqında” Qanun-1991
2. Azərbaycan Respublikası Vergi məəcəlləsi, Bakı-1992
3. Azərbaycan Respublikası Vergi məəcəlləsi, Bakı-2015
4. Kochard L.E., Rittereiser C.M. Foundation and Endowment Investing: Philosophies and Strategies of Top Investors and Institutions, Wiley, 2008. – 320 p

RİSKLƏRİN İDARƏ EDİLMƏSİ METODU KİMİ SİĞORTA

Köçərli Hicran Rafiq qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti

Maliyyə və mühasibat uçotu kafedrasının baş müəllimi

e-mail: samira_seyidova@inbox.ru

Xülasə

Risqlərin idarə edilməsinin əsas vasitələrindən biri sığortadır. Risqlərin idarə edilməsi ümumiyyətlə sığorta şirkətlərinin sığortalılara təqdim etdiyi bir xidmət kimi qəbul edilsə də, sığorta şirkətlərinin əhatə etdiyi biznes riskləri və hansı formada olması barədə ən azı şirkət rəsmiləri qədər özlərini tanıması və sığortalaması vacibdir. Struktur risk isə ehtimaldan asılı olmayaraq riskin baş vermə ehtimalı və hər dəfə baş verdikdə quruma vuracağı zərərlə hesablanıla bilər. Riskin aşkarlanması və aradan qaldırılması üsulları sektordan sektora və quruma görə dəyişə bilər.

Məqələdə risklərin idarə edilməsinin sığorta sistemindəki rolu və xüsusiyyətlərinə diqqət yetirilmişdir. Eyni zamanda riskin olduğu yerdə, bölgədə qaçınılmaz olan risklərin idarə edilməsi mərhələləri mühüm rol oynayan amil kimi ön plana çəkilmişdir.

Açar sözlər: risk, sığorta sistemi, risklərin idarə edilməsi, itkilər, sığorta şirkətləri, effektiv idarə etmə, planlaşdırma.

Risqlərin idarə edilməsi müəssisələrə öz risklərini ən optimal və iqtisadi səviyyədə qiymətləndirməyə və risklərdən ən az təsirlənməyə imkan verən üsullar məcmusudur. Müəssisələrdə risklərin effektiv idarə edilməsi təhlükəyə məruz qalma ehtimalını azaldır və beləliklə, onlara sabitlik şəraitində əməliyyatlarını davam etdirməyə imkan verir. Risqlərin idarə edilməsi bizneslərin fəaliyyət sahələrində qarşılaşa biləcəkləri riskləri görmələrini və bu riskləri hesablamasını təmin etmək məqsədi daşıyan qərara dəstək sistemidir. Prinsipcə, risklərin idarə edilməsi itkilərin qarşısını almaq məqsədi daşıyır, eyni zamanda digər mövcud imkanları təhlil etməkdir. Alıcı olan sığorta şirkətləri də fərdlərin və müəssisələrin daşdığı və ötürülməsi lazım olan riskləri bilməlidir.

Risqlərin idarə edilməsində vacib olan sektora, korporativ mədəniyyətə, risk dərəcəsinə, işçilərə və əhəmiyyət verdikləri dəyərlərə uyğun bir struktur yaratmaqdır. Risqlərin düzgün idarə edilməsi, bu məqsədlə sərf olunan vaxt və resurslardan səmərəli istifadəni təmin etməklə, qurumun ehtiyaclarına tez və uyğun həllər təqdim edəcəkdir. Risqlərin idarə edilməsi, ümumiyyətlə mənfəət halı, yəni təhlükə kimi qəbul edilən risklərdən qaçmaq üçün öyrənmə və planlaşdırma fəaliyyətlərini, təsirə məruz qalmamaq üçün imkanları nəzərə alaraq tədbirləri ehtiva edən bir intizam olaraq meydana çıxmışdır [1, s.169].

Riskin olduğu yerdə bölgədə qaçınılmaz olan risklərin idarə edilməsi iki mühüm mərhələdən ibarətdir.

1. Riskin aşkarlanması. Mövcud vəziyyətin araşdırılması və sığortalanan aktivlərin məxfilik, bütövlüyü və əlçatanlıq komponentlərinə təhlükə yarada biləcək təhdidlərin

müəyyən edilməsi və bu təhlükələrin istifadə edə biləcəyi zəif nöqtələrin, yəni riskin aşkarlanması birinci mərhələdir. Riskin Müalicəsi Risk qəbul etmək istəyindən asılı olaraq riskin müalicəsi riskin idarə edilməsinin ikinci mərhələsini təşkil edir.

2. Risk aradan qaldırılmasında. Bu mərhələ dörd fərqli üsul var: riskdən qaçmaq, riski azaltmaq, riski bölüşdürmək və riski ötürmək. Riskdən yayınma. Riskdən yayınma, riskə səbəb olan təhlükənin aradan qaldırılması ilə riskin tam aradan qaldırılmasıdır. Əgər risk çox qısa müddət ərzində belə qəbul edilməzdirsə, riskə səbəb olan hərəkəti etməmək daha məqsədəuyğundur. Riskin azaldılması. Riskin azaldılması müvafiq təhlükənin baş vermə ehtimalının və ya baş verdikdə onun quruma mənfəətinin azaldılması deməkdir. Təcrübədə itkilərin baş verməsinin qarşısı alınarkən, itkilərin dəyən ziyanı digər üsullarla azalda bilər.

Riskin bölüşdürülməsi: Riskin bölüşdürülməsi sığortada əsas prinsip sayılan çoxlu sayda qanuna əsaslanaraq qeyd edilir. Hazırda şirkətlərin aşağıda qısaca qeyd olunan risklərin bölüşdürülməsi strategiyalarını nəzərə alaraq sığorta şirkətləri ilə birgə işləməsi tendensiyası mövcuddur. Risk transferi. Riskin mövcudluğunu qəbul etmək və outsorsing və ya sığorta kimi üsullarla müvafiq riski başqasına ötürmək. Sığorta sisteminin fəaliyyətində iki əsas xüsusiyyət mövcuddur. Zərər ehtimalının vahid qrupa ötürülməsi və bu qrupa daxil olanlar tərəfindən baş verəcək zərərin bölüşdürülməsidir [2, s.605].

Risk fəlsəfəsini qurarkən riskdən çəkinən şirkət sığorta, təkrarsığorta, törəmə alətlər və ya bu məhsulların qarışığı da daxil olmaqla müxtəlif alətlərdən biri vasitəsilə mümkün zərərlərin təsirini yaymağa çalışır. Şirkətin ötürəcəyi riskin miqdarı onun ümumi tolerantlığından, əldə etmək istədiyi spesifik faydalardan və ümumi dəyərindən asılıdır. Bu, ümumiyyətlə, xərc təhlili çərçivəsində qərar verilir. Sığorta şirkəti ümumiyyətlə müəyyən limitlər daxilində risklərin zərər ehtimalını və onlarla bağlı baş verə biləcək zərərin səviyyəsini qiymətləndirə bilər. Müqavilənin sığorta müqaviləsi kimi təsnif edilməsi üçün sığortalı ümumiyyətlə sığorta olunan fayda nümayiş etdirməlidir.

Başqa sözlə, iqtisadi itki baş verdiyini və göstərilən hadisə baş verərsə, ona zərər dəydiyini sübut etməlidir. Sığorta olunan fayda anlayışı spekulyasiya və subyektiv riskləri azaltmaq üçün istifadə olunur. Sığorta şirkəti sığortalının özü olmaqla təkrarsığorta yolu ilə qorunmaq istəyə bilər; Eynilə, təkrarsığorta olunan tərəf retrosessiya (təkrarsığorta) müqaviləsi vasitəsilə digər təkrarsığorta olunan tərəfdən müdafiə istəyə bilər. Şirkət tam sığorta (daha yüksək mükafat müqabilində bütün mümkün zərərlərin ödənilməsi) və ya qismən sığorta (daha az risk mükafatı müqabilində baş verə biləcək bəzi zərərlərin ödənilməsi) tələb edə bilər. Ümumiyyətlə, risklərin ötürülməsi və aradan qaldırılması sığorta və təkrar bazarlar vasitəsilə baş verir.

Risklərin ötürülməsi metodu kimi sığorta mexanizmi sığortalı tərəfdən zərərdən sonra yenidən investisiya üçün maliyyələşdirmə xərclərini sığorta haqqının ödənilməsi müqabilində sığorta şirkətinə köçürür. Bu, həm də qazancın sabitliyini təmin edir və bunlar ən çox dəyərə nail olmaq üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Sektorun etibarlılığı və davamlılığı baxımından riskin ötürüldüyü sığorta şirkəti müəyyən səlahiyyətlərə malik olmalıdır. Sığorta şirkətləri öz maliyyə strukturlarını və riskin vəziyyətini nəzərə alaraq üzərinə götürdükləri riskin bir hissəsini müxtəlif üsul və alətlərlə köçürürlər.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Чернова Г.В. Страхование: Учебник / Г.В.Чернова. М.: Проспект, 2009, 432 с.
2. Страхование. Учебник/ С.Б.Ермасов, Н.В.Ермасова. -3-е изд. Перераб. И доп. М.: Издательство Юрайт, Высшее Сığorta işi 414 образование. 2010, 703 с.

СТРАХОВАНИЕ КАК МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

Кочарли Хиджран Рафиг

Кафедра финансов и бухгалтерского учета, старший преподаватель

Резюме

Одним из основных средств управления рисками является страхование. Хотя управление рисками обычно рассматривается как услуга, предоставляемая страховыми компаниями держателям полисов, важно, чтобы страховые компании знали и страховали себя, по крайней мере, в такой же степени, как и должностные лица компаний, о бизнес-рисках, которые они покрывают, и о том, какую форму они принимают. Структурный риск можно рассчитать по вероятности возникновения риска независимо от вероятности и ущерба, который он нанесет учреждению каждый раз, когда он возникнет. Методы обнаружения и смягчения рисков могут различаться от сектора к сектору и от учреждения к учреждению.

В статье рассмотрены роль и особенности управления рисками в системе страхования. При этом там, где существует риск, в качестве фактора, играющего важную роль, выделены неизбежные в регионе этапы управления рисками.

Ключевые слова: риск, система страхования, управление рисками, убытки, страховые компании, эффективный менеджмент, планирование.

INSURANCE AS A METHOD OF RISK MANAGEMENT

Kocharli Hijran Rafiq

Department of Finance and Accounting, Senior Lecturer

Summary

One of the main means of risk management is insurance. Although risk management is generally viewed as a service provided by insurance companies to policyholders, it is important that insurance companies are aware of and insure themselves, at least to the same extent as company officers, about the business risks they cover and the what form they take. Structural risk can be calculated by the likelihood of a risk occurring, regardless of the likelihood and damage it will cause to the institution each time it occurs. Methods for identifying and mitigating risks may vary from sector to sector and from institution to institution.

The article discusses the role and features of risk management in the insurance system. At the same time, where risk exists, the inevitable stages of risk management in the region are highlighted as a factor that plays an important role.

Key words: risk, insurance system, risk management, losses, insurance companies, effective management, planning.

Qasımova Zülfüyə Mirzə qızı
Sumqayıt Dövlət Universiteti, baş müəllim
<https://orcid.org/0000-0001-9568-3120>
qasimovazulfiyya75@gmail.com
Tağıyeva Aidə Valeh qızı
Sumqayıt Dövlət Universiteti, assistent
<https://orcid.org/0000-0001-8635-9652>
aidatagiyeva02@gmail.com

KİÇİK VƏ ORTA SAHİBKARLIĞIN ÖLKƏNİN DAVAMLİ İQTİSADİ İNKİŞAFDA ROLUNUN ARTIRILMASI İSTİQAMƏTLƏRİ

Xülasə: Məqalədə ölkənin sosial-iqtisadi inkişafda kiçik və orta sahibkarlığın rolu tədqiq edilmiş, onun inkişaf etdirilməsinin məqsəd və vəzifələri aydınlaşdırılmışdır. Kiçik və orta sahibkarlığın rəqabət üstünlükləri müəyyən edilmişdir. Kiçik və orta müəssisələrin iri müəssisələrə nisbətən əsas üstünlükləri və çatışmazlıqları nəzərdən keçirilmişdir. Dövlət Statistika Komitəsinin statistik məlumatlar bazasından istifadə edilməklə Azərbaycanda kiçik və orta sahibkarlığın inkişaf səviyyəsi qiymətləndirilmişdir. Kiçik və orta sahibkarlığın ölkənin dayanıqlı inkişafda rolunu artırmaq üçün tövsiyə xarakterli təkliflər irəli sürülmüşdür.

Açar sözlər: kiçik və orta sahibkarlıq, dövlət dəstəyi, məhsul və xidmətlər, investisiya, innovasiya

Резюме: В статье изучена роль малого и среднего предпринимательства в социально-экономическом развитии страны, уточнены цели и задачи его развития. Определены конкурентные преимущества малого и среднего бизнеса. Рассмотрены основные преимущества и недостатки малого и среднего бизнеса по сравнению с крупными предприятиями.

Уровень развития малого и среднего предпринимательства в Азербайджане оценивался с использованием статистической базы данных Госкомстата. Выдвинуты рекомендации по повышению роли малого и среднего предпринимательства в устойчивом развитии страны.

Ключевые слова: малое и среднее предпринимательство, государственная поддержка, продукты и услуги, инвестиции, инновации

Kiçik və orta sahibkarlıq (KOS) olmadan bazar iqtisadiyyatı fəaliyyət göstərə və inkişaf edə bilməz. KOS iqtisadi fəaliyyətin vacib bir hissəsidir. Ölkənin davamlı iqtisadi inkişafında vacib amil kimi çıxış edir. İnkişaf etmiş ölkələrdə bu sektor ÜDM-in əhəmiyyətli hissəsini təşkil edir. Sənayenin rəqabət qabiliyyətinin, dövlət büdcəsinə vergi ödənişlərinin artması, əhalinin rifahı onun inkişaf səviyyəsindən və dövlət dəstəyindən asılıdır. Bu fəaliyyət növünün inkişafı ümumilikdə ölkənin və bölgələrin sosial-iqtisadi vəziyyətini müəyyənləşdirir. Yalnız müasir iqtisadiyyatın davamlı inkişafına əhəmiyyətli töhfə vermir, həmçinin müstəqil bir sektor kimi inkişaf edir, sosial-iqtisadi əhəmiyyəti durmadan artır. Bütün bu qeyd edilənlərə əsasən deyə bilərik ki, kiçik və orta sahibkarlıq subyektlərinin rolunu düzgün qiymətləndirmək, onların əhəmiyyətli texniki, istehsal və sosial-iqtisadi potensiallarını nəzərə almaq bu fəaliyyət növünün inkişaf etdirilməsində başlıca şərtidir.

KOS-un milli iqtisadiyyatda rolu iqtisadi, sosial və siyasi funksiyalar ilə müəyyən edilir. Bu sektorun iqtisadi funksiyası ÜDM-in artımına kömək edir, iqtisadiyyatın strukturuna təsir göstərir və rəqabət mühiti yaradır. Məhz bu sahə ölkənin modernləşməsinə və xammaldan asılılığından azaldılmasına kömək edir. KOS-un sosial funksiyası əhalinin məşğulluq problemlərini həll etməkdə və ən az sosial müdafiəsi olan təbəqələrini iqtisadi fəaliyyətə cəlb etməkdə özünü göstərir. Hətta tənəzzül dövründə belə bu müəssisələr əhalinin

gəlir mənbələrini qorumağa, artırmağa və bununla sosial sabitliyin təmin olunmasına kömək edir. Siyasi funksiyası cəmiyyətdə müstəqil bir təsərrüfat subyektləri qrupu formalaşdırmaqda özünü göstərir. Bu funksiyalara əsaslanaraq deyə bilərik ki, kiçik və orta sahibkarlığın iqtisadiyyatda rolu dəyişən bazar şərtlərinə tez uyğunlaşma qabiliyyəti, ÜDM-in əhəmiyyətli bir hissəsini istehsal etmək, məşğulluğu təmin etmək, əhalinin rifah halının artmasına kömək etmək və sosial sabitliyi təmin etmək qabiliyyəti ilə müəyyən edilir [2].

KOS üzrə inkişaf strategiyasının əsas məqsədi bazarın uyğun keyfiyyətli mallarla doymasını təmin edə bilən çevik və rəqabətli iqtisadiyyatın yaradılması, istehsalın texnoloji yenilənmə sürətinin, əhalinin sabit məşğulluğunun və həyat keyfiyyətinin artırılmasıdır. İnkişaf strategiyasının əsas məqsədinə uyğun qarşıya aşağıdakı vəzifələr qoyulur:

- KOS-un dövlət tənzimlənməsinin keyfiyyətinin artırılması;
- sahibkarlıq fəaliyyətinin inkişafının stimullaşdırılması;
- dövlət dəstəyi növləri barədə təsərrüfat subyektlərinin məlumatlandırılması;
- vergi və qeyri-vergi ödənişləri sahəsində siyasətin təkmilləşdirilməsi;
- insan resurslarının rolunun gücləndirilməsi.

KOS bir sıra mühüm sosial-iqtisadi vəzifələri də yerinə yetirir.

- bütün səviyyələrdə büdcənin formalaşmasında iştirak edir;

- bütün səviyyələrdə büdcələrə vergi ödəmələrindən əlavə iqtisadi sektoru inkişaf etdirir, əlavə iş yerləri yaradır və rəqabətin inkişafına kömək edir:

- elmi intensiv texnoloji istehsal sahələrinə investisiya qoyaraq, dövlətin innovativ iqtisadiyyatının inkişafında mühüm funksiyanı yerinə yetirir;

- yeni iş yerlərinin açılmasına, əhalinin məşğulluğunun təmin olunmasına kömək edir, işsizliyin azalmasına öz töhfəsini verir;

- gəncləri, mühacirləri və s. kimi əhali qruplarının məşğulluğunu təmin etməklə onların bu müəssisələrdə təcrübə, bilik qazanmasına, karyera yüksəlişinə və özünü reallaşdırmağa şərait yaradır.

Dövlət KOS-un inkişafında maraqlı olmalıdır. Azərbaycanda bu tip sahibkarlığın inkişafı aşağıdakı şərtlərə görə böyük milli iqtisadi əhəmiyyətə malikdir:

- ölkə bazarlarını mal və xidmətlərlə doldurmağa və əhalinin həmin mal və xidmətlərlə olan tələbatını tam şəkildə təmin etməyə imkan verir;

- bu fəaliyyət növünün yaradılması böyük investisiyalar tələb etmir;

- antiinhisar siyasətinin və rəqabət mühitinin təmin edilməsinin ən təsirli sahələrindən biri kimi çıxış edir;

- idarə olunması daha asandır, kompleks idarəetmə strukturları yaratmağa ehtiyac yoxdur;

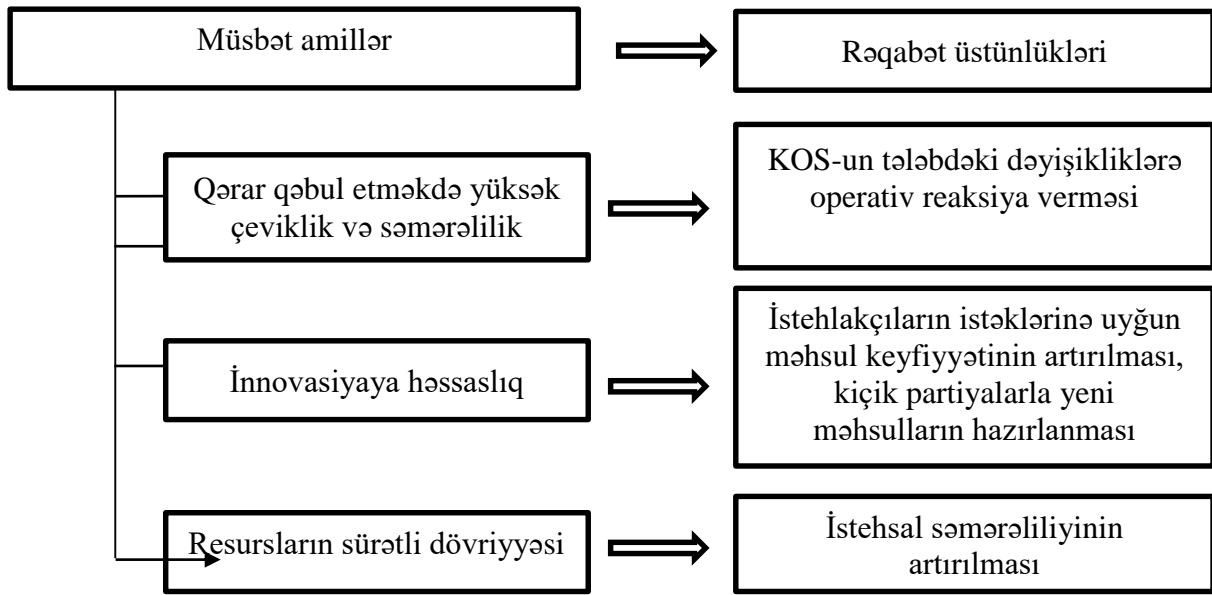
- yeni texnologiyaları daha sürətli və ucuz şəkildə yenidən təchiz edə, tətbiq edə və sınaqdan keçirə, istehsalın qismən və ya tam avtomatlaşdırılmasını həyata keçirə, avtomatlaşdırılmış və əl əməyinin optimal birləşməsinə nail ola bilər;

- işsizlik problemini böyük ölçüdə həll etməyə və ya azaltmağa imkan verir;

- iqtisadiyyatın davamlı inkişafını sabitləşdirmək mümkündür.

Əhalinin məşğulluğunda böyük müəssisələrə nisbətən daha çox artıma kömək edir və bununla da peşəkar kadrların hazırlanmasına və praktik biliklərin yayılmasına kömək edir. Bəzi ölkələrdəki böyük müəssisələrlə müqayisədə həm sayı baxımından, həm də məhsul istehsalındakı payları baxımından üstünlük təşkil edirlər.

Müasir şəraitdə kiçik və orta sahibkarlığın ən vacib üstünlüyü innovasiya prosesində fəal iştirak, məhsul və xidmətlər istehsalında ən yeni texnologiyaların tətbiq edilməsidir. Digər bir üstünlüyü dəyişən bazar şərtlərinə tez uyğunlaşma qabiliyyətidir [3]. Kiçik və orta sahibkarlıq bir çox cəhətdən iri müəssisələrin həyatı fəaliyyətini, rəqabət qabiliyyətlərini artırır. Bu onun əhəmiyyətli rəqabət üstünlüklərinə malik olduğunu göstərir. Bu üstünlükləri aşağıdakı şəkil vasitəsilə daha aydın görə bilərik.



Şəkil 1. KOS-un rəqabət üstünlükləri

Çox vaxt kiçik və orta müəssisələrdə böyük müəssisələrə nisbətən yerli maddi və əmək ehtiyatlarından geniş istifadə edilir. Bütün bunlarla yanaşı, KOS-un mənfə cəhətləri də vardır ki, bunların arasında ən əsasları aşağıdakılardır:

- daha yüksək risk səviyyəsi, bazar mövqeyinin yüksək dərəcədə qeyri-sabitliyi;
- iri şirkətlərdən asılılıq;
- öz işini idarə etməkdə çatışmazlıqlar;
- menecerlərin zəif sərəştəsi;
- iş şəraitindəki dəyişikliklərə qarşı həssaslığın artması;
- əlavə borc vəsaiti və kredit almaqda çətinliklər və s.

KOS subyektlərinin fəaliyyətindəki çatışmazlıqlar və uğursuzluqlar həm daxili, həm də xarici səbəblərdən onların fəaliyyət şərtləri ilə müəyyən edilir. Maliyyələşdirmə problemləri müəssisələrə geniş miqyasda yeniliklər etməyə, xarici müəssisələrlə rəqabət aparmağa, müasir innovativ layihələr həyata keçirməyə və yeni məhsullarını bazara təqdim etməyə imkan vermir. Ona görə də KOS-un inkişafı sahəsində ən vacib vəzifələrdən biri maliyyə dəstəyinin genişləndirilməsidir. KOS-un innovativ fəaliyyətinin genişləndirilməsi iqtisadiyyatın maliyyə sektorunun dövlət tənzimlənməsinin inkişaf etdirilməsini tələb edir. Ümumiyyətlə, bu sahibkarlıq subyektləri üçün maliyyələşdirmə mənbələrinin yaxşılaşdırılması ölkənin institusional, iqtisadi, təşkilati, informasiya və digər komponentlərlə yanaşı, innovativ iqtisadiyyatın formalaşması sistemindəki tədbirlər kompleksinin yalnız bir hissəsidir [4].

Bankdan kredit almağın çətinliyi sahibkarların əsas problemlərindən biridir. Buna görə də öz işini qurarkən və hər hansı bir bankdan kredit almaq problemləri ilə qarşılaşarkən frənçayzinq, lizinq, vençur maliyyələşdirmə kimi maliyyə mənbələrinə diqqət yetirmək lazımdır. Lakin KOS-a maliyyə dəstəyinin genişləndirilməsi onların problemlərinin tam həlli demək deyil. Həmçinin, onların ümumi iş mühitini də yaxşılaşdırmaq lazımdır. Yüksək keyfiyyətli nəzarətin və dövlət dəstəyinin tətbiqi ilə kiçik və orta sahibkarlığın səmərəli inkişafına nail olmaq mümkündür ki, bunun nəticəsi həm ölkə daxilində, həm də dünya bazarında iqtisadi vəziyyətin yaxşılaşdırılmasında göstərəcəkdir.

Ümumiyyətlə, KOS-un inkişafına dövlət dəstəyinin mövcud mexanizmləri kimi dövlət və regional proqramlar, qrantlar, subsidiyalar, investisiyalar, kreditlər və s. çıxış edir.

KOS-un vəziyyətinin və fəaliyyətinin təhlili ölkənin inkişaf səviyyəsinin müəyyənləşdirilməsində vacib cəhətdir. Aşağıdakı cədvəl vasitəsilə Azərbaycanda KOS-un inkişaf səviyyəsini qiymətləndirmək olar.

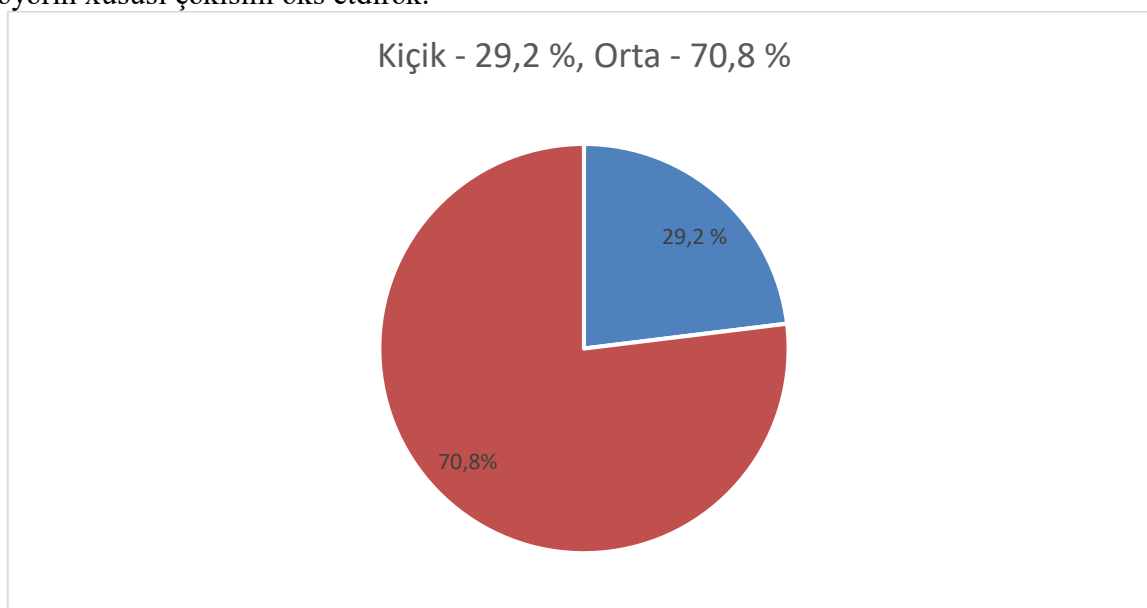
2021-ci ildə Azərbaycanda KOS fəaliyyəti üzrə əsas göstəricilər [1]

	Cəmi	Kiçik	Orta
Yaradılmış əlavə dəyər, milyon manat	8165,3	2384,3	5781,0
İşçilərin sayı, min nəfər	317	102,2	214,8
Orta aylıq nominal əmək haqqı, manat	1276,5	528,2	748,3
Əsas kapitala investisiyalar, milyon manat	1681,5	892,7	788,8
Məhsul buraxılışı, milyon manat	9735	6856	2879

Cədvəldən görüldüyü kimi, 2021-ci ildə kiçik və orta müəssisələr üzrə məhsul buraxılışının həcmi 9735 milyon manat təşkil etmişdir ki, bunun da 2879 milyon manatı və yaxud 29,6 %-i orta müəssisələrin, 6856 milyon manatı və yaxud 70,4 %-i isə kiçik müəssisələrin payına düşür. İşçilərin sayının 214,8 min nəfəri və yaxud 67,76 %-i orta müəssisələrin, 102,2 min nəfəri və yaxud 32,24 %-i isə kiçik müəssisələrin payına düşür.

Cədvəl

Aşağıdakı şəkil vasitəsilə 2021-ci ildə kiçik və orta sahibkarlıq üzrə yaradılmış əlavə dəyərin xüsusi çəkisini əks etdirək.



Şəkil. 2021-ci ildə KOS üzrə yaradılmış əlavə dəyərin xüsusi çəkisi

Yeni kiçik və orta müəssisələrin yaradılması və mövcud olanların inkişafı üçün vacib şərt bu tip müəssisələri dəstəkləyən dövlət siyasətinin səmərəli həyata keçirilməsidir. Ona görə də bu sahədə dövlət strategiyasının hazırlanması zəruri şərtidir. Qeyd edək ki, müasir dünyada kiçik və orta sahibkarlığa dövlət dəstəyinin iki əsas forması meydana çıxmışdır. Birincisi, geniş dövlət tənzimlənməsidir. İkincisi, məhdud dövlət tənzimlənməsi və azad rəqabət üçün bazar şərtlərinin yaradılmasıdır. Dövlət tənzimlənməsi kiçik və orta sahibkarlığın effektiv inkişafı üçün ən vacib şərtidir. Dövlət və regional səviyyələrdə həyata keçirilən uzun və qısamüddətli proqramlar kiçik və orta sahibkarlara dövlət dəstəyinin əsas təşkilati forması kimi çıxış edir.

Kiçik və orta müəssisələr ölkə iqtisadiyyatının modernləşdirilməsi prosesində xüsusi rol oynamalıdır. Kiçik və orta sahibkarlar tərəfindən bu rolu yerinə yetirmək üçün dövlət hərtərəfli və sistemli tədbirlər görməlidir. Sahibkarlıq subyektləri üçün əlverişli şəraitin yaradılması, inzibati maneələrin aradan qaldırılması, maliyyə və əmlak dəstəyinin göstərilməsi dövlətin, eləcə də regional hakimiyyət orqanlarının fəaliyyətində əsas prioritetlərdəndir [5].

Nəticə

Nəticə olaraq deyə bilərik ki, KOS-un ölkənin dayanıqlı inkişafda rolunu artırmaq üçün aşağıdakı istiqamətlərdə tədbirlərin görülməsi məqsədəuyğundur:

1. Kiçik və orta sahibkarlığın inkişafı və fəaliyyət göstərməsini təmin etmək üçün yerli və xarici investorları cəlb etmək məqsədilə iqtisadi strategiyanın hazırlanması.
 2. Bu sahədə çalışan təşkilatlar üçün güzəştli vergi rejimindən istifadə edilməsi.
 3. Bu tip müəssisələrin istehsal bazasının formalaşması və fəaliyyətinin davam etdirilməsi üçün lizinq əməliyyatları sisteminin tətbiqi.
 4. Sahibkarlıq subyektlərinin xarici iqtisadi fəaliyyətinin inkişafındakı amillərin müəyyənləşdirilməsi.
 5. Sahibkarlıq strukturlarında işləmək üçün kadrların hazırlanması və yenidən hazırlanması.
 6. Əlverişli infrastruktur yaratmaqla sahibkarlıq fəaliyyətinin uğurlu inkişafı üçün şəraitin formalaşdırılması.
 7. Kiçik və orta sahibkarların fəaliyyətinə informasiya, qanunvericilik və tənzimləmə dəstəyinin göstərilməsi.
 8. Sahibkarlıq strukturlarında investisiya və innovasiya fəaliyyətinin formalaşdırılmasına, yeni texnologiyaların və ixtiraların inkişafına kömək göstərilməsi.
- Bütün bu tədbirlərin reallaşması ölkənin dayanıqlı inkişafını təmin etməklə yanaşı, dövlət büdcəsinin gəlirlərinin, ÜDM-in həcminin artması, əhəlinin məşğulluq səviyyəsinin və həyat keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması kimi problemlərin həllinə kömək edər.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Azərbaycanda mikro, kiçik və orta sahibkarlıq. Statistiki məcmuə, Bakı, 2022, 218 s.
2. Бектембаева З.А., Арзаева М.Ж. Малый и средний бизнес – источник устойчивого экономического развития. Идеи и идеалы, 2013, № 4 (18), т. 2, с. 19-23
3. Савичев А.А. Факторы и условия устойчивого развития малого и среднего предпринимательства. Вестник университета, 2015, №4, с.144-149
4. Корнилова О.А. Источники финансирования малого и среднего предпринимательства: банковское кредитование. «Символ науки, 2016, №5, с.137-138
5. Царев В.Е. Государственная поддержка малого и среднего бизнеса: недостатки и механизмы // Молодой ученый, 2015, № 24 (104), с. 610-614.

UDC: 658.51

Quliyev R. H.
İqtisad üzrə fəlsəfə doktoru, professor
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
ORCID ID:0000-0003-2045-5363
E-mail: quliyev.r.1948@mail.ru

SƏNAYE MÜƏSSİSƏLƏRİNDƏ İQTİSADI SƏMƏRƏLİK

Xülasə: Sənaye müəssisələrində iqtisadi səmərəlik çox vacib məsələ olaraq, onların əsas məqsədinə - istehsal xərclərini endirməklə mənfəətin əldə edilməsinə xidmət edir. Təcrübədə iqtisadi səmərəliyin yüksəldilməsinin bir sıra yolları və vasitələri vardır ki, müəssisə onlardan istifadə edərək, iqtisadi səmərəliyi yüksəldir və məqsədinə çatır. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, deyilən yollar və vasitələr müəssisənin xüsusiyyətindən asılı olaraq istifadə edilir. Bu vasitələrin istifadəsinin səviyyəsindən asılı olaraq, müəssisənin işinin son nəticələri, yəni onun səmərəliyi bəlli olunur.

Açar sözlər: Səmərəlik. Xərclər. Mənfəət. Məhsuldarlıq. Rentabellik.

UDC: 658.51

Гулиев Р.Г.
Доктор философии по экономике, профессор
Азербайджанский университет архитектуры и строительства
ORCID ID:0000-0003-2045-5363
E-mail: quliyev.r.1948@mail.ru

Экономическая эффективность на промышленных предприятиях.

Резюме: Вопрос экономической эффективности в промышленном производстве, основополагающий вопрос экономики промышленного производства, т. к. вся его деятельность направлена на получение прибыли через максимальное снижение затрат, т.е. повышение эффективности производства. На практике используется целый ряд средств, направленных на повышение эффективности производства, использование этих средств зависит от специфики и особенностей производства на конкретном предприятии. От уровня использования этих средств, зависят конечные результаты производства, т.е. его эффективность..

Ключевые слова: Эффективность. Расходы. Прибыль. Производительность. Рентабельность.

Müasir dövüdə iqtisadiyyatın inkişafı yeni texnologiyalar əsasında mümkündür. Bu zamanın tələbidir və iqtisadiyyatın bütün sahələrinə, o cümlədən sənayeye sahəsinə şamil edilir və bunun konkret məqsədi iqtisadi səmərəliyin yüksəldilməsidir. Sənayeye iqtisadiyyatın baza sahəsi olduğuna görə, burada iqtisadi səmərəliyin yüksəldilməsi xüsusi əhəmiyyətə malikdir.

Səmərəlik, başqa göstəricilər kimi, iqtisadi proseslərin bir tərəfini deyil, ümumilikdə, onları xarakterizə edir. Bu proseslərin nəticələrini ümumiləşdirilmiş şəkildə

qiymətləndirsək, iqtisadi səmərəliyin tərifini belə vermək olar: minimum məsrəflərlə - maksimum mənfəət.

Müəssisələrdə istehsal olunmuş məhsulun dəyəri iki hissədən ibarətdir – istehsal xərcləri və mənfəət. İqtisadi səmərəliyin tərifində məhsulun dəyərinin hər iki hissəsi əks etdirilir. Bu, o deməkdir ki, səmərəlik, istehsal prosesinin nəticələrini, dar çərçivədə deyil, ümumilikdə xarakterizə edir və qiymətləndirir[2]. Məsələn bundadır ki, istehsalın gedişi, bir tərəfdən, çəkilən xərclərlə, digər tərəfdən, əldə edilə biləcək mənfəətlə müşayiət olunur.

Məlum olduğu kimi, hər bir istehsal müəssisəsinin məqsədi yüksək mənfəət əldə etməkdir. Buna nail olmaq üçün, müəssisə ya istehsalın həcmi artırmalıdır (ekstensiv yol) və ya, istehsal xərclərini aşağı salmalıdır (intensiv yol). Müəssisə, hər iki yoldan istifadə edə bilər, lakin ikinci yol, daha da, əlverişli, qənaətlidir. İstehsal xərclərinin aşağı salınmasının intensiv yolu əmək məhsuldarlığının yüksəldilməsidir. Bu yolda, müəssisə, bir sıra texniki, texnoloji, təşkilati tədbirlər həyata keçirməlidir ki, bura aşağıdakılar aid edilə bilər:

1. istehsalın texniki və texnoloji səviyyəsinin yüksəldilməsi,
2. işçilərin ixtisas və peşəkarlıq səviyyələrinin qaldırılması,
3. istehsalın və əməyin təşkilinin təkmilləşdirilməsi,
4. istehsalın idarə etmə üsullarının təkmilləşdirilməsi və s.

Bu tədbirlər istehsal prosesini təkmilləşdirir, onun səviyyəsini yüksəldir, əmək məhsuldarlığı artır və, nəticədə, istehsal xərcləri aşağı salınır və mövcud bazar qiymətləri şəraitində, müəssisənin mənfəəti artır, və müəssisə öz məqsədinə çatır.

Görülən tədbirlər, qeyd edildiyi kimi, istehsalın intensivləşdirilməsinə yönəldilir və nəticədə, müəssisənin yekun göstəriciləri yaxşılaşır, başqa sözlə desək, istehsal optimallaşır, daha da, səmərəli olur. Beləliklə, iqtisadi səmərəliyin yüksəldilməsinin əsaslı yolu, istehsal prosesinin intensivləşdirilməsidir[3]. İntensivləşdirmə ekstensivləşdirməyə nisbətən, istehsal prosesinin son nəticələrini daha da, yaxşılaşdırır və bu, nisbətən az məsrəflərlə həyata keçirilir. Lakin, bir sıra hallarda, yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, müəssisənin iş göstəricilərinin yaxşılaşdırılması istehsalın inkişafının hər iki yolundan - həm onun ekstensivləşdirilməsindən, həm də intensivləşdirilməsindən istifadə edilir. Həlləbətə, buradada üstünlük istehsalın intensivləşdirilməsinə verilir ki, çünki burada çəkilən xərclər nisbətən azdır..

Yuxarıda iqtisadi səmərəliyin tərifini ümumi şəkildə verdik. Lakin, bu tərifə detallaşdırılmış formada da vermək olar ki, bu da iqtisadi səmərəlik anlayışının özündə cəmləşdirdiyi göstəricilərin məcmusudur[5]. Bu göstəricilər aşağıdakılardır:

- əmək məhsuldarlığı;
- məhsulun maya dəyərinin aşağı salınmasının səviyyəsi;
- rentabellik səviyyəsi;
- fondverimi və fondtutumu göstəriciləri;
- məhsulun keyfiyyəti.

Bu göstəricilərlə sənaye müəssisəsinin fəaliyyətinin son nəticələrini qiymətləndirirlər və onların yaxşılaşdırılması, istehsalın intensivləşdirilməsinə yönəldilən, müəssisədə aparılan təşkilatçılıq və idarəçilik işinin durmadan inkişafına və təkmilləşdirilməsinə səbəb olur. Müəssisə səmərəsiz işlərsə elə müəssisənin heç bir əhəmiyyəti yoxdur. Elə müəssisə varsa, bağlanmalıdır. Dövlətin nöqtəyi nəzərindən, belə müəssisənin məhsuluna ehtiyac varsa, o onu özü maliyyələşdirir, başqa sözlə desək, elə müəssisə dövlətin dotasiyası əsasında fəaliyyət göstərir.

Nəticə: İqtisadi səmərəlik istehsal müəssisəsinin fəaliyyətinin bir nəticəsi olaraq, onun səviyyəsini nümayiş etdirir. Buna görə müəssisə bütün səylərini və imkanlarını

səfərbər edib, bu səviyyəni mümkün olan dərəcədə yüksəltməlidir. Başqa sözlə desək istehsalçı çəkdiyi xərcləri minimuma endirib, əldə etdiyi mənfəəti maksimum dərəcədə yüksəltməlidir və öz məqsədinə çatmalıdır.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Автотранспортные предприятия: нормативное регулирование деятельности. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Современная экономика и право, 2002. – 456 с.
2. **Адамов В.Е., Ильенкова С.Д., Сиротина Т.П.** Экономика и статистика фирм: Учебник / Под ред. С.Д. Ильенковой. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 240 с.
3. **Бакаев А.А.** Экономико-математические модели планирования и проектирования транспортных систем. - К.: Техніка, 1973. – 110 с.
4. **Громов Н.Н., Персианов В.А.** Управление на транспорте: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 336 с.
5. **Романенко И.В.** Экономика предприятия. – 2-е изд., доп. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 280 с.

Quliyeva Cahan Niftalı qızı
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
İqtisadi nəzəriyyə və marketing kafedrasının müəllimi
cahan.quliyeva0901@mail.ru

TİKİNTİ İQTİSADİYYATINDA MATERIAL RESURLARINA QƏNAƏT HESABINA ƏTRAF MÜHİTİN QORUNMASI

Xülasə. Tikinti iqtisadiyyatında material resurslarının qənaətli istifadəsi və ətraf mühitin qorunması çox əhəmiyyətli məsələlərdir. Bu, sürətli inkişaf edən tikinti sənayesinin ətraf mühitin pozulmasını azaltmaq və daha çevik, yaşayışlı bina materialları istifadə etməklə enerji və resurslarını saxlamağı məqsədlə edilən bir addımdır. Buna nail olmaq üçün tikintilərdə material resurslarının qənaətli istifadəsi tikinti materiallarının effektiv istifadəsi üçün inkişaf etmiş inşaat texnologiyalarını və təchizatını istifadə etmək, material tullantılarını minimuma endirmək ətraf mühitin qorunması üçün əhəmiyyətlidir. Ətraf mühitin qorunması, planetimizdə yaşayan hər kəsin və yaşayan növlərin sağlamlığı üçün vacibdir. İnsanlar və digər canlılar ətraf mühiti və təbii resursları tələb edir.

Açar sözlər: enerji, infrastruktur, xərc, israf, intellektual avadanlıq,

Yenilənən və effektiv materiallar istifadə edən tikintilər ətraf mühitin pozulmasını azaltmağa kömək edir. Tikintilər üçün effektiv tədbirlər inşaat materiallarının istehsalından tikintilərin işlənilib təmirinədək energetik effektivlik tədbirləri tikinti iqtisadiyyatında qazancları artırmaq və ətraf mühiti qorumaq üçün əhəmiyyətlidir. Tikinti prosesində meydana gələn atqıların düzgün idarə olunması və təkmilləşdirilməsi ətraf mühitin təbii resurslarına olan təsirini azaltmağa kömək edir. Tikintilər üçün "işarələr" və "qəzaları azaltmaq" tədbirləri, tikinti sahəsində işarələr və təhlükəsizlik tədbirləri tətbiq edilməsi ətraf mühiti qorumağa yardım edir və işçilərin təhlükəsizliyini artırır. Bunlar tikinti iqtisadiyyatında material resurslarına qənaət hesabına ətraf mühitin qorunması üçün

əhəmiyyətli addımlardır. Bu, tikinti sənayesinin davam edən və ətraf mühiti qoruyan bir formada inkişaf etməsinə yardım edir.

Tikinti sahəsində ətraf mühitin qorunması ilə bağlı bir çox problemlər mövcuddur. Tikinti layihələri zamanı çox sayda material atıq yaranır. Bu atıqların düzgün idarə olunmaması və təkmilləşdirmə olmadan atıqlar ambar sahələrində çox yer tutur və ətraf mühitə təsir edir. Tikintilər geniş enerji istifadə edirlər və bina materiallarının istehsalı, transportu, təmizlənməsi və işlənilib təmiri enerji resurslarının istifadəsini tələb edir. Bu tikinti çevrəsinə təsir edir. Tikintilər zamanı su istismarı çox yüksəkdir və su ehtiyatlarına ziyan vurur. Ayrıca, tikinti sahəsində işlər zamanı yağıntı suyunun ölçüsüz yığılması və tullantılar suda çirklənməyə səbəb ola bilər. Tikinti sahələrində işlər zamanı tullantılar təbii mühitə zərər gətirə bilər. Bu, tikinti sahəsində ətraf mühitin qorunması ilə bağlı maraqlı problemlərin sadəcə bir neçəsidir. Tikinti sənayesi, bu məsələlərin həllinə nail olmaq üçün davamlı texnologiyalar və proseslər tətbiq etməyə, tullantıların idarə olunmasına daha böyük diqqət yetirməyə çalışır. Material resurslarına qənaət cəmiyyət və iqtisadi sistemlərə qarşı alternativ bir məntiqi şəkildir. Bu, material resursları səmərəli və effektiv şəkildə istifadə etmək və əlavə sənayenin azaldılması məqsədilə daha çox əmək və inkişaf tətbiq etmək deməkdir. Material resurslarına qənaət, çevik və davamlı inkişafın önəmli bir hissəsidir və dünyamızın təbii sərvətlərini daha da sürətli tükətmək əvəzinə onları qorumağa çalışır. Bu təbii ehtiyatların əhəmiyyətini anlamağa kömək edir.

Tikinti iqtisadiyyatında ətraf mühitin qorunması, bir çox səmərəli təcrübələrə malikdir. Bu səmərəliliyin bəzi əsas aspektlərinə ətraf mühitin qorunması üçün inkişaf etmiş texnologiyalar və materiallar, energetik effektiv tikintilərin inşasını tələb edir. Bu, tikinti materiallarının və enerji resurslarının daha qənaətli istifadəsi deməkdir. Daha az enerji istifadəsi, tikintilərin işlənməsinin yaxşı idarə olunmasını təmin edir və sərf edilmiş enerji resursları azaldır. Davamlı materiallar istifadə etmək tikinti şirkətlərinin rəqabətçiliyini artırır. Bu materiallar daha davamlıdır, və tikintilərin ömür müddətini artırır. Bu, tikinti iqtisadiyyatına uzunmüddətli qazanclar gətirir. İdarəetmə və səlahiyyətləndirilmə tikinti layihələrinin ətraf mühitin qorunması üçün qanunvericiliyə və standartlara əməl etməsinə tələb edilir. Bu, qurumların daha yaxşı idarəetmə və səlahiyyətləndirilməsi üçün bir şans yaradır və təhlükəsiz tikintilərin inşasına kömək edir. Ətraf mühitin qorunması üçün xidmətlər və məhsullar təmin edən şirkətlər və orqanlar inkişaf etmişdir. Bu, yeni iş sahələrinin yaranmasına, istehsal və sənayenin diversifikasiyasına və iş yaradılmasına səbəb olur. Yaşayışlı tikintilər, tikinti sahəsində yenilikçi fikirlər və texnologiyaların inkişaf etməsinə səbəb ola bilər. Bu, mənzillərin daha qazanclı və yaşayışlı olmasına kömək edir, enerji xərclərini azaldır və yaşayış mühitini təmiz və sağlam edir. Ətraf mühitin qorunması ilə bağlı bu səmərəliliklər tikinti iqtisadiyyatına ciddi bir potensial və faydalı inkişaf sahəsi təmin edir.

Tikinti iqtisadiyyatında ətraf mühitin qorunması, son illər içində böyük inkişaf qazanmış və müasir texnologiya, standartlar və praktikaların tətbiqi ilə daha böyük tətbiq edilməkdədir. Bu inkişafın bir sıra əsas aspektləri var. Tikinti sahəsində davamlı və yenilənən materiallar, daha effektiv olmaq və tikintilərin ömür müddətini artırmaq üçün inkişaf etmişdir. Bu materiallar effektivliklə, davamlılıqla və daha az tullantı yaratmaqla xarakterizə edilir. İnşaat texnologiyaları, təchizatı inkişaf edir, eyni zamanda daha çevik və effektiv inşa proseslərini təşkil edir. Bu, material və resursların qənaətli istifadəsini və işlənməsinin daha sərfəli idarə olunmasını təmin edir. Effektiv və ya yaşayışlı binaların inkişafı artır. Bu binalar daha az enerji istifadə edir, ətraf mühitə daha az təsir edir və sahiblərinə enerji xərcini azaldır. Standartlar və təhlükəsizlik tədbirləri tikinti sahəsində yüksək səviyyədə tətbiq edilir. Bu, tikinti layihələrində işlərin daha təhlükəsiz və ətraf mühiti qoruyan bir şəkildə aparılmasına yardım edir. Tikinti sahəsində işçilərin ətraf mühiti və özlərini qorumaq üçün təlimatlar, təhlükəsizlik tədbirləri və işarələr tətbiq edilir. Eyni zamanda bu sahədə təbii mühitə təsir minimalizə edən layihələr və tikinti praktikaları inkişaf

etmişdir. Qeyd edilənlər ətraf mühiti qoruyur və təbii resursları saxlayır. Bu inkişaf, tikinti iqtisadiyyatının davamlı bir şəkildə inkişaf etməsinə yardım edir. Bununla birlikdə, tədqiqat və nəzarət əhəmiyyətli olsa da, ətraf mühitin qorunması üçün daha çox inkişaf və fəaliyyətlərin həyata keçirilməsinə həmişə ehtiyac var.

Tikinti iqtisadiyyatında materiallardan istifadəni effektiv və sürətli şəkildə artırmaq üçün elmi yeniliyə bir sıra mümkün yollar vardır. Bunlara aid edilir: - Materialların keyfiyyətinin artırılması: Materialların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması və daha dayanıqlı və inkişaf etmiş materialların istifadəsi yeni texnologiyalar və alətlər tətbiq etməni tələb edir. - İntellektual avadanlıqlar: İntellektual avadanlıqlar və sensorlar materialların saxlanma və istifadə prosesini monitoring etməyə kömək edir, bu da israfı azaldır. - Material idarə olunmasının avtomatlaşdırılması: - Materialların sifarişi, çatdırılması və idarə olunması proseslərinin avtomatlaşdırılması, işçilərin vaxt və ehtiyat materialları idarə etməyə daha çox diqqət yetirməsinə kömək edir. - Sürətli çatdırılma və təhlükəsizlik: Materialların sürətli çatdırılması və təhlükəsiz bir şəkildə tikinti sahəsinə çatdırılması üçün yeni logistika texnologiyaları və tədbirlər tətbiq edilməlidir. -Yenidən işlənmə: Material sərfi azaltmaq və materialların yenidən işlənməsi üçün daha çox texnologiyalardan istifadə edilməlidir. Elmi yeniliyin tikinti sahəsində materialların effektiv istifadəsini artırmağa kömək etdiyi bir çox yolu və tədqiqatları mövcuddur. Bu yeniliyin effektivlik və sürətli tikintini təmin etmək üçün əhəmiyyətli rolu var.

Ətraf mühitin qorunması bir sıra məqsədlərə nail olmağı hədəfləyir. Təbii güzəştlərin qorunması amili meşələr, göllər, nehir və gölməçələr, dağlar, bioloji çeşmələr və sairə kimi təbii gözəlliklərin qorunması ətraf mühitin təbii keyfiyyətini qorumağa kömək edir. Təmiz hava və su insan sağlamlığı və ənənəvi tərəqqi üçün vacibdir. Ətraf mühitin qorunması hava və su təmizliyini təmin etməyə yardım edir. Təbii resursların sürətli sərfi material israfını azaldır və təbii güzəştləri qorumağa kömək edir. Ətraf mühitin qorunması sərfəkarlığı artırmağa və insanların sağlamlığını qorumağa kömək edir. Təmiz hava və su təmin edilərkən enerji sərfi azalır və keyfiyyətli həyat şəraiti yaradılır. Ətraf mühitin qorunması ictimai imici artırmağa kömək edir. İş yaratmaq və insanları sağlam və təmiz şəraitlərdə yaşamağa cəlb etmək üçün yeni iş yerləri yaratmağa kömək edir.

Nəticə. Tikinti sahəsində ətraf mühitin qorunması praktik əhəmiyyətə malikdir. Tikinti layihələri, ətraf mühiti təsirləyir. Bina, yol və infrastruktur tikintisi ətraf mühitin formalaşmasında böyük rol oynayır. Qırıcı tikinti təsirləri ətraf mühiti pozur və təbii güzəştlərin məhv olmasına səbəb olur. Sərfəli resursların idarə olunması, ətraf mühitin qorunulması, material və enerji sərfi azaltmağa kömək edir. Materialların, suyun və enerjinin sərfi azaldıldıqda, ekologiya və sahibkarlıq sahəsində qazanclar artırılmağa başlayır. Qlobal iqlim dəyişikliyinə azaldılması da inşaat sahəsinin enerji sərfi, karbon nəqarətinin artmasına səbəb ola bilər. Daha çox qaynarlıq enerjisi effektiv istifadə edilərək və qüvvəli izolyasiya texnologiyaları tətbiq edilərək tikinti layihələrində karbon ayıbını azaltmaq mümkündür. Tikinti sahəsində tikililər, qırıcı təsirlərə səbəb ola bilər. Tikinti prosesində ətraf mühiti qorumaq və təbii resursları saxlamaq üçün dərin sürətli texnologiyalardan istifadə etmək lazımdır. Bir çox ölkədə tikinti layihələri üçün çevrə mühit standartları mövcuddur. Bu standartlar, tikinti şirkətlərinin ətraf mühiti qorumaq və sürətli olaraq təmir etmələrinə kömək edir. Tikinti sahəsində ətraf mühitin qorunulması praktik əhəmiyyətə sahibdir və uzunmüddətli planlaşdırma və layihə idarə etmə proseslərinin əlaqəli tərzilə başa çıxmağı tələb edir. Bu, təbii ətraf mühitin və insanların sağlamlığının qorunması üçün əhəmiyyətli bir addımı təşkil edir.

Ədəbiyyat siyahısı:

1. Vəliyev T., Məmmədov N. İqtisadiyyatın əsasları. Bakı: Maarif, 2002
2. Göyçaylı Ş., İsmayılov T. Təbiətdən istifadənin İqtisadi və Ekoloji Əsasları. Bakı-2006

3. Əhmədov, Q. Ekologiya sağlam həyat tərzinin vacib şərtidir /Q.Əhmədov //Azərbaycan.-2006

4. Quliyev T.S. Təbiətdən istifadənin və ətraf mühitin mühafizəsinin iqtisadiyyatı. Bakı-2008.

5. Bayramov K.B. Təbiətdən istifadənin İqtisadi və Ekoloji Problemləri. Bakı-2011.

6. Cəfərova R.M. Təbiətdən istifadənin İqtisadiyyatı. Bakı-2014

Quluzadə Şaiq Ramiz oğlu
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, b.müəllim
ORCID ID: 0000-0002-9241-4424
E-mail: shaiq-quluzade@mail.ru

Mehdiyeva Təranə Firuz qızı
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, müəllim
ORCID ID: 0000-0002-7371-9134
E-mail: mehdiyeva.terane65@mail.ru

TİKINTI TƏŞKİLATLARININ TƏŞKİLATI-TEXNIKI ETİBARLILIĞININ YÜKSƏLDİLMƏSİ PROBLEMLƏRİ

Tikinti şirkətinin qiymətləndirilməsində mühüm amil tikinti şirkətinin fəaliyyətində yaranan səmərəliliyin statistik xüsusiyyətlərini və təşkilati riskləri nəzərə alan təşkilati və texnoloji etibarlılığının göstəricisidir. Təşkilati və texnoloji etibarlılığı müəyyən etmək üçün mövcud üsullar sənayenin xüsusiyyətlərinə, müəyyən növ obyektlərin tikinti xüsusiyyətlərinə və s. başqaları. Təşkilati və texnoloji etibarlılığın artmasına təsir edən tədbirlər paketi hazırlayarkən, müəyyən bir şirkətə tətbiq edilən tədbirlərin effektivliyini nəzərə almaq lazımdır. Təşkilati və texnoloji etibarlılığı artırmaq üçün bir plan formalaşdırarkən fərdi yanaşmanın zəruriliyi barədə nəticə çıxarılır.

Açar sözlər: *təşkilati-texnoloji etibarlıq, təşkilati struktur, müəssisənin iqtisadi səmərəliliyi, risklərin idarə edilməsi, tikinti təşkilatları.*

PROBLEMS OF INCREASING ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL RELIABILITY OF CONSTRUCTION COMPANIES.

Abstract: An important factor in the evaluation of a construction company is an indicator of its organizational and technological reliability that takes into account statistical characteristics of efficiency and organizational risks arising in construction company operation. Existing methods to determine organizational and technological reliability are based on the specifics of the industry, construction features of certain types of objects, etc. However, the studies show the need to consider individual characteristics of the company, features of the region it operates in and others. When developing a package of measures affecting the increase in organizational and technological reliability it is necessary to consider the effectiveness of measures as applied to a particular company. A conclusion is derived on the need for an individual approach when forming a plan to increase organizational and technological reliability.

Key words: *organizational and technological reliability of construction; construction system engineering; organizational structure; structural measures; economic efficiency of a construction company.*

Tikinti təşkilatının fəaliyyətinin qiymətləndirilməsinin mühüm amili işin səmərəliliyinin statistik səciyyələri və tikinti şirkətinin fəaliyyəti prosesində yaranan təşkilati riskləri nəzərə alan onun təşkilati-texnoloji etibarlılığı göstəricisidir. Təşkilati-texnoloji etibarlılığı müəyyən edən mövcud üsullar sahəvi xüsusiyyətlərə, obyektlərin ayrı-ayrı növlərinin inşası və s. əsaslanır, halbuki tədqiqatlar göstərir ki, təşkilatın fərdi xüsusiyyətlərinin, onun fəaliyyətdə olduğu regionun xüsusiyyətinin və s. nəzərə alınması vacibdir. Təşkilati-texnoloji etibarlılığın yüksəldilməsinə təsir edən tədbirlər kompleksinin işlənilib hazırlanmasında konkret təşkilata tətbiq edilən tədbirlərin səmərəliliyinin hesabına alınması vacibdir. Təşkilati-texnoloji etibarlılığın yüksəldilməsi planının tərtibi zamanı fərdi yanaşmanın vacibliyi barədə nəticələr mövcuddur.

Tikinti təşkilatının fəaliyyətinin qiymətləndirilməsinin mürəkkəbliyinin əsas səbəbi təsadüfi amillərin təsirinə görə müəssisənin fəaliyyətini səciyyələndirən planlaşdırılmış və faktiki vəziyyətlərin mümkün uyğunsuzluğudur. Nəticədə tikinti prosesinin həyata keçirilməsində plan geriləmələri əmələ gəlir ki, onlar da ya istehlak olunan resursların həcmində lokal artırılması (bu da tikintinin smeta dəyərinin artmasına gətirib çıxarır) hesabına, ya da tikinti müddətinin artırılması (bu da öz növbəsində insan resurslarının artmış sərfinə və obyektin səmərəli istismarı başlanğıc müddətinin geri çəkilməsinə görə smeta dəyərinin artmasına gətirib çıxarır) hesabına aradan qaldırıla bilər.

Tikinti təşkilatlarının inkişafının istiqamətlərinin planlaşdırılması prosesində verilmiş nəticələrə nail olmaq üsulu ilə yanaşı inkişafın səmərəli meyllənmələrinin və tikinti müəssisəsinin fəaliyyətinin təkmilləşdirilməsi növlərinin müəyyənləşdirilməsi aktuallaşır. Hər bir təşkilat müəyyən miqdarda imkan və resurslara malikdir. Ən yaxşı nəticəyə nail olmaq üçün mövcud resurslardan səmərəli istifadə nəzərdə tutulan çərçivədə inkişaf istiqamətlərinin seçimi hər bir müəssisə üçün fərdi olan mövcud məhdudiyyətlər nəzərə alınmaqla həyata keçirilməlidir.

Ən mühüm amillərdən biri təşkilatın mövcud olduğu real vəziyyəti bilavasitə əks etdirən bir sıra səciyyələri seçimidir. Bu səciyyələr obyektiv olmalı, dəyişiklik və inkişafın nəticələrini əks etdirməlidir. Onlar təşkilatın həm ümumi kompleks, həm də xüsusi vəziyyətini təqdim etməlidirlər. Beləliklə, istənilən inkişaf edən tikinti təşkilatı üçün təşkilatın fəaliyyətinin təhlilini aparmaq üçün göstəricilərin, həmçinin inkişaf və təkmilləşdirmənin bütövlükdə tikinti təşkilatının fəaliyyətinin ən yaxşı nəticələrinə gətirib çıxaracaq istiqamətlərinin müəyyən edilməsinin aktuallığıdır.

Tikinti təşkilatları öz fəaliyyətlərini müxtəlif xarici vəziyyətlərdə həyata keçirir, müxtəlif maliyyə dövryyəsinə, texniki təchizat səviyyəsinə malik olurlar. İstehsalat prosesinin aparıldığı iqlim şəraiti nəzərə çarpacaq dərəcədə fərqlənir. Buna baxmayaraq aparılan təhlil göstərir ki, universal səciyyə daşıyan nəticələr mövcuddur, onların tədqiqinin nəticələri əksər tikinti təşkilatlarında istifadə edilə bilər. Tikinti təşkilatlarının fəaliyyətinin belə kompleks göstəricilərindən biri etibarlılıqdır. Etibarlılığın qiymətləndirilməsinin universal üsullarının işlənilib hazırlanması, təşkilatın fəaliyyətinin təkmilləşdirilməsi və eyni zamanda ən böyük iqtisadi təsir ilə ən kiçik sərfiyyat üsullarının istifadə edilməsi bazasında etibarlılığın yüksəldilməsi üçün istiqamətlərin müəyyənləşdirilməsi – inkişaf edən tikinti təşkilatları üçün ən aktual məsələlərdən biridir.

Bazarın yeni tikinti təşkilatları ilə dolması və onlar arasında rəqabətin kəskinləşməsi ilə müflis olmuş və bağlanmış şirkətlərin sayının artması baş verir. Bununla əlaqədar tikinti təşkilatının etibarlılığının təmin edilməsi məsələsinin həlli onlar üçün ciddi əhəmiyyət kəsb edir. Etibarlılıq məsələsinə bir çox təşkilatlar kifayət qədər diqqət yetirir, lakin müasir şərait etibarlılığın yüksəldilməsinə müəyyən tələblər irəli sürür. İstənilən tikinti təşkilatının son məqsədi mənfəətin artırılması və etibarlı funksional strukturun yaradılmasıdır.

Təşkilatın etibarlılığı kimi uzun müddət ərzində təşkilatın sabit fəaliyyət imkanı başa düşülür. Təşkilatın vəziyyət göstəricilərindən biri təşkilati-texnoloji etibarlılıq (TTE) səviyyəsidir. Onun dəyişməsi əsasında təşkilatın inkişafı meyllərini, həmçinin qoyulmuş vəsaitlərdən gəliri izləmək olar. Təşkilatın fəaliyyətinin təkmilləşməsinə bu və ya digər

vəsaitlərin qoyuluşunun iqtisadi səmərəliliyi belə qoyuluşlardan gəliri qiymətləndirməyə imkan verir. TTE idarəetmə strukturunun, texniki təchizatın səviyyəsi, düzgün seçilmiş texnologiyalar, nəzarət üsulları və qərarların qəbulu ilə sıx bağlıdır. Bu göstəricidən təşkilatın iqtisadi və maliyyə sabitliliyi asılıdır. Tikintinin TTE-ği planlaşdırılmış göstəricilərə nail olmaq dəqiqliyini, sərmayə-tikinti tsiklinin bütün mərhələlərində baş verən əsas problemləri aşkar etmək, ümumi etibarlılığa təsir göstərən bu və ya digər bölmələrin işini qiymətləndirmək, nəzərə çarpmayan lakin daimi problemlərdən dəyən zərərin qiymətləndirilməsini müəyyən etmək imkanını yaradır. Bu göstərici minimal xərc və qısa müddətdə yüksək nəticə əldə etmək üçün təkmilləşdirmə aparması məqsədə uyğun olan istiqamətləri aşkar etməyə imkan verir. TTE təşkilatın fəaliyyətinə həm bütövlükdə, həm də ilin müəyyən vaxtında və ya müəyyən şəraitlərdə ən çox təsir edən amillərin reytingini tərtib etməyə imkan verir.

Tikinti təşkilatının fəaliyyətinin qiymətləndirilməsində mürəkkəbliliyin əsas səbəbi təsadüfi amillərin təsirinə görə planlaşdırılmış və faktiki vəziyyətlərin mümkün uyğunsuzluğudur. Əldə edilmiş fərziyələrə görə nəticə çıxarmaq olar ki, tikinti, planlaşdırılmış və faktiki vəziyyətlərin uyğunsuzluğuna gətirib çıxaran hadisələrin mümkün yaranması ilə müxtəlif amillərin təsirinə məruz qalan fəaliyyət kimi nəzərdən keçirilə bilər. Nəticədə tikintinin plan geriləməsi meydana gəlir ki, bu geriləmə ya tikintinin smeta dəyərini artıran resursların lokal artırılması, ya da insan resurslarının artıq sərfi və tikinti planlaşdırılmış müddətinin pozulmasına görə tikintinin smeta dəyərinin artmasına gətirib çıxaran tikinti müddətlərinin uzaldılması hesabına aradan qaldırıla bilər.

Tikintiyə çoxlu sayda qarşılıqlı fəaliyyət və elementlərin mövcud olduğu mürəkkəb sistem kimi baxılmalıdır. Tikinti sistemlərinə təsadüfi amillərin, həmçinin işlərin intensivliyinin azaldılmasına və deməli onun yerinə yetirilmə müddətlərinin artmasına gətirib çıxaran işdə müxtəlif qüsurların təsirlərinə görə fəaliyyətin qismən dayandırılması xasdır. Belə ki, qüsurlar müxtəlif səbəblərdən və tikintinin müxtəlif səviyyələrində baş verə bilər, belə hadisələr aşağıdakı kimi nəzərdən keçirilə bilər:

– texnoloji qüsurlar – faktiki parametrlərin layihə parametrlərindən sapmasına səbəb olan tikinti prosesinin tam və ya qismən kəsilməsi;

– təşkilati qüsurlar – hadisə olub, onun nəticəsində tikinti-quraşdırma işlərinin planlaşdırılmış həcmələrinin yerinə yetirilməsinin müəyyən olunmuş müddətlərinin pozulması.

Tikinti istehsalının təşkilindəki qüsurlar mütləq prosesin tam dayandırılması ilə bağlı deyil. İşlərin istehsalı prosesində öz-özünə aradan qalxan və ya tikinti-quraşdırma təşkilatlarının müvafiq xidmətləri tərəfindən ləğv edilən qismən qüsurlar səciyyəvi pozuntulardır. Əgər bu nəticələr tikinti təşkilatının fəaliyyətinin nəticələrinə nəzərə çarpmıyacaq dərəcədə təsir göstərsə, onda bu pozuntu qüsurlar hesab edilə bilər.

Tikinti proseslərində qüsurlar işlərin istehsalını, həmçinin onlar arasındakı qarşılıqlı təsiri poza çoxlu sayda və müxtəlif təşkilati-texnoloji amillərin təsiri nəticəsində yaranır. Belə qarşılıqlı təsirlərin tədqiqi hər bir amilin tikintinin təşkilinin layihələndirilməsi sahəsində tikinti prosesinin fəaliyyətinə, konstruksiyaların hazırlanması, onların nəqli, bina və qurğuların inşasına təsirinin öyrənilməsi ilə bağlıdır və tikinti sisteminin fəaliyyətinin bütün mərhələlərində sistemli nəzərdən keçirilmə tələb edir.

Belə tədqiqatın mürəkkəbliliyi qüsurları onun funksional xüsusiyyətlərini nəzərə çarpmıyacaq dərəcədə müəyyən edən və tikinti prosesinin gedərək pozan qiymətdə hansısa bir son parametr dəyişməsi kimi nəzərdən keçirməyə vadar edir.

Böyük miqdarda ardıcıl və paralel bağlı elementlər ilə (briqadalar, maşınlar, mexanizmlər, nəqliyyat vasitələri, tikinti baş podratçı və subpodratçı təşkilatların təchizatçıları və s.) müəyyən olunan tikinti istehsalının mürəkkəbliliyi tikinti istehsalına həm səciyyə, həm də onların təsirinin nəticəsinə görə qüsurların çox saylı səbəblərinə gətirib çıxarır.

Yaşayış-mülki tikintidəki qüsurların səbəblərini bir neçə qrupa bölmək olar.

Texniki: yükqaldıran maşınların, mexanizmlərin, nəqliyyat vasitələrinin, kiçik mexanikləşmə vasitələrinin sınıması; müvəqqəti mühəndis şəbəkələri və kommunikasiyalarının (elektrik təchizatı, su təchizatı, istilik təchizatı, yolların şəbəkəsi); materialların, detalların, konstruksiyaların, yarımfabrikatların, həmçinin yerinə yetirilmiş işlərin aşağı keyfiyyəti; tikinti prosesində layihə həllərinin dəyişdirilməsi; ölçmə və nəzarət vasitələrinin, alət və ləvazimatların olmaması və ya sınıması.

Texnoloji: işlərin istehsalının qəbul olunmuş texnologiyasının pozulması; çıxdaşın ləğv edilməsi, keyfiyyətsiz yerinə yetirilmiş işlərin yenidən yerinə yetirilməsi; texnologiyaların layihələndirilməsinin çatışmamazlıqları, yanğın təhlükəsizliliyi qaydaları, yanğına qarşı tədbirlərin pozulması; öncədən nəzərdə tutulmayan işlərin meydana çıxması; manqa və briqadaların say və ya ixtisaslaşmış tərkibinin, işlərin istehsalının səmərəli üsullarının dəyişməsi.

Təşkilati: meydançanın, işlər cəbhəsinin təqdim edilməsi və ya hazırlanması müddətlərinə əməl olunmaması; layihə sənədləri ilə vaxtında təmin olunmama; tikintidə iştirak edən hər hansı bir təşkilatın işlərinin razılaşdırılmış müddətlərinin pozulması; material, məmulat, konstruksiya, yarımfabrikatlar, avadanlıqların olmaması; işlərin planlaşdırılmış ardıcılığının dəyişdirilməsi; hesablayıcı texnikada səhvlər; lazımi resursların olmaması və ya onların təchizatı müddətlərinin pozulması; tələb olunan ixtisas və ya dərəcəli fəhlələrin olmaması.

İdarəetmə: qərarların vaxtında qəbul edilməməsi və onların icraçılara çatdırılmaması; istehsalat rabitəsinin olmaması və ya onun zədələnməsi; planlaşdırma və idarəetmə səhvləri; obyektiv olmayan və ya düzgün olmayan məlumatın alınması; idarəetmə strukturunun çatışmamazlıqları; operativ planlaşdırma və idarəetmənin mükkəməl olmaması; dispetçer xidməti, idarəetmə aparatının olmaması və ya yararsızlığı; rəhbərlik və iradə həllərinin uyğunsuzluğu; il ərzində planın əsaslaşdırılmamış düzəlişləri.

Sosial: icraçıların iş buraxmaları və ya iş gecikmələri; işlə tam təmin olunma halında istehsalat tapşırığının yerinə yetirilməməsi; icraçıların aşağı ixtisaslaşma dərəcəsi; material, alət, avadanlıqların bilərəkdən zay edilməsi və ya oğurlanması; fəhlə və RTİ-lərin işlərin vaxtında və keyfiyyətlə yerinə yetirilməsində marağın olmaması; fəhlələrin normal məişət şəraitləri və qidalanma ilə təmin edilməməsi.

İqlim: əlverişsiz atmosfer hadisələri – qar yağıntısı, buzlaşma, 6 baldan yuxarı külək, leysan, Selsi ilə -25 dərəcədən aşağı saxta; təbii fəlakətlər.

Qüsurların yaranmasının bütün səbəblərinin kompleks təhlilini apararaq, biz belə bir nəticəyə gəlirik ki, tikinti sonradan fəaliyyətdə qüsurların səbəbləri olan müxtəlif amillərin təsirinə məruz qalan sistem kimi nəzərdən keçirilməlidir. Tikinti prosesində sistemin faktiki vəziyyətinin planlaşdırıldığından fərqli ola bilməsi ilə əlaqədar olaraq son nəticəni təhlil etmək mənə kəsb edir – planlaşdırılmış keyfiyyət ilə vaxtında obyektin tikintisi.

ƏDƏBİYYAT

1. S.A.Fərzəliyev Tikintidə idarəetmə- dərslik Bakı- 2015 il səh.248.
2. T.P.Abdullayev Tikinti investisiya layihələrinin idarə edilməsi –dərslik Bakı -2009 il səh.200.
3. П.Б. Жарнеров Повышение организационно-технологической надежности строительства за счет структурных мероприятий. Вестник МГСУ 2013г стр. 196.

*Kanan Hasanov K. (author) - Doctoral student,
Azerbaijan University of Architecture and Construction
ORCID 0000-0002-5219-7066
e-mail: kanan.hasanov@azmiu.edu.az
Supervisor: Konul Agayeva (scientific supervisor)
PhD, Assos. Prof.- UNEC & AZUAC*

BUILDING A SMART AND SUSTAINABLE FUTURE: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES FOR SMART CITIES AND SMART BUILDINGS IN AZERBAIJAN

Abstract. *The development of smart cities and smart buildings has been a major focus of research and development in recent years. This paper aims to explore the advancements and applications of smart buildings and smart cities in Azerbaijan. The paper starts with an introduction to the concept of smart buildings and smart cities and their importance in the context of sustainable development. The paper then discusses the current status of smart building and smart city development in Azerbaijan, including government initiatives, private sector investments, and academic research. The paper also examines the challenges and opportunities for the development of smart buildings and smart cities in Azerbaijan, including technological, financial, and cultural barriers. Finally, the paper concludes with recommendations for future research and development in the field of smart buildings and smart cities in Azerbaijan.*

Qısa icmal. *Ağıllı şəhərlərin və ağıllı binaların inkişafı son illərdə tədqiqat və inkişafın əsas diqqət mərkəzində olmuşdur. Bu məqalə Azərbaycanda ağıllı binaların və ağıllı şəhərlərin inkişafı və tətbiqlərini araşdırmaq məqsədi daşıyır. Məqalə ağıllı binalar və ağıllı şəhərlər konsepsiyasına və onların davamlı inkişaf kontekstində əhəmiyyətinə girişlə başlayır. Daha sonra məqalədə Azərbaycanda ağıllı bina və ağıllı şəhərin inkişafının mövcud vəziyyəti, o cümlədən hökumət təşəbbüsləri, özəl sektor investisiyaları və akademik tədqiqatlar müzakirə olunur. Sənəddə həmçinin texnoloji, maliyyə və mədəni maneələr də daxil olmaqla, Azərbaycanda ağıllı binaların və ağıllı şəhərlərin inkişafı üçün çətinliklər və imkanlar araşdırılır. Nəhayət, məqalə Azərbaycanda ağıllı binalar və ağıllı şəhərlər sahəsində gələcək tədqiqat və inkişaf üçün tövsiyələrlə yekunlaşır.*

Keywords: *Smart cities, Smart buildings, Azerbaijan, Sustainable development, Energy efficiency, Urban planning, Policy, Stakeholder collaboration, Capacity building, Education, Political leadership, Infrastructure, Quality of life, Technology implementation, Challenges, Opportunities.*

INTRODUCTION

The concept of smart cities and smart buildings has gained significant attention in recent years as a means of creating sustainable and efficient urban environments. Azerbaijan, with its rapidly growing population and urbanization, is no exception in this regard. In this paper, we explore the opportunities and challenges that smart cities and smart buildings present in Azerbaijan and how they can contribute to building a sustainable future for the country. We also discuss the role of human resources in the implementation of smart technologies and the potential for rebuilding Karabakh using smart city concepts.

A. Smart Cities And Smart Buildings: Concepts And Definitions

Smart cities are defined as urban areas that leverage advanced technologies, including the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), and big data analytics, to improve the quality of life of their citizens, enhance sustainability, and optimize urban services [1]. Smart buildings, on the other hand, refer to structures that use automated systems to manage and control their operations, such as lighting, heating, ventilation, and air conditioning (HVAC), as well as security and access control systems [2].

B. State of the Art: Smart Cities and Smart Buildings in Azerbaijan

Azerbaijan has made significant progress in recent years towards developing smart cities and smart buildings. The country has launched several initiatives to create smart cities, including the Baku Smart City project, which aims to use advanced technologies to improve the quality of life of citizens and enhance sustainability. The project includes initiatives such as smart traffic management, smart waste management, and smart lighting systems [3].

In addition, Azerbaijan has also made progress in implementing smart building technologies. The Green Building Council Azerbaijan has launched several initiatives to promote sustainable building practices, including LEED certification, which provides a framework for assessing the environmental performance of buildings [4].

BENEFITS OF SMART CITIES AND SMART BUILDINGS

Smart cities and smart buildings offer several benefits to Azerbaijan, including improved energy efficiency, enhanced security, and optimized urban services. Smart technologies can help reduce energy consumption in buildings by up to 30% through the use of automated lighting and HVAC systems [5]. Additionally, smart technologies can enhance security in cities through the use of surveillance cameras and access control systems.

A. Challenges and Obstacles for Smart Cities and Smart Buildings

Despite the benefits of smart cities and smart buildings, there are several challenges that must be addressed to ensure successful implementation. One of the major challenges is the lack of skilled human resources to develop and implement smart technologies. The shortage of trained personnel in Azerbaijan's technology sector is a significant barrier to the implementation of smart city and smart building initiatives.

Another challenge is the lack of infrastructure to support smart technologies. Many buildings in Azerbaijan lack the necessary infrastructure to support automated systems, such as sensors and control systems. Additionally, the high cost of implementing smart technologies can be a significant barrier, particularly for smaller cities and buildings.

B. Best Practices and Success Factors

To ensure successful implementation of smart city and smart building initiatives, several best practices and success factors must be considered. One of the key success factors is the involvement of stakeholders, including government agencies, private sector entities, and citizens. Collaboration and cooperation among stakeholders can help overcome barriers to implementation and ensure the sustainability of initiatives.

C. Smart Building Technologies in Azerbaijan

Azerbaijan has made significant strides in adopting smart building technologies to optimize energy efficiency and enhance occupant comfort. One such example is the Baku White City, a sustainable urban development project that incorporates smart building technologies. The project, which began in 2012, aims to create a modern urban space that meets the highest standards of sustainability and energy efficiency [6].

The Baku White City project includes several buildings equipped with the latest smart technologies, such as smart lighting and HVAC systems, occupancy sensors, and automated shading devices. These technologies enable the buildings to adjust lighting, temperature, and ventilation based on occupancy patterns, resulting in reduced energy consumption and improved occupant comfort [7].

In addition to the Baku White City project, several other smart building projects are underway in Azerbaijan. For instance, the Azerbaijan Technical University (AzTU) has launched a project to design and build a smart building that will be energy efficient and environmentally friendly [8]. The smart building will incorporate several innovative technologies, such as building-integrated photovoltaic (BIPV) systems, energy storage, and geothermal heating and cooling systems.

CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

Despite the numerous benefits that smart cities and smart buildings offer, there are also several challenges that must be addressed to fully realize their potential in Azerbaijan. One of the most significant challenges is the lack of a clear regulatory framework and standards for smart city development [9]. Without clear guidelines, there is a risk of inconsistent and inefficient implementation of smart city technologies.

Another challenge is the high upfront cost of implementing smart city and smart building technologies, which can be a barrier to adoption for some developers and building owners [8]. However, the long-term benefits of reduced energy consumption, increased comfort, and improved quality of life for residents and workers can outweigh the initial costs.

Moreover, there is a need for skilled human resources to design, implement, and maintain smart city and smart building technologies. This requires investment in education and training programs to ensure that there are enough skilled professionals to support the development of smart cities and buildings in Azerbaijan.

Opportunity	Description
Investment in Infrastructure	Investing in the necessary infrastructure, such as sensors and control systems, can enable the implementation of smart building and smart city technologies.
Collaboration between Public and Private Sectors	Collaboration between government agencies and private sector entities can promote the development and implementation of smart technologies in cities and buildings.
Education and Training Programs	Implementing education and training programs can help address the shortage of skilled human resources in Azerbaijan's technology sector and increase awareness of the benefits of smart technologies.

Political Leadership	Strong political leadership can help drive the adoption of smart technologies and provide the necessary support for their implementation.
Increased Public Awareness	Raising public awareness of the benefits of smart technologies can increase demand and support for their implementation in cities and buildings.
Capacity Building	Capacity building initiatives can help build the necessary skills and knowledge for the development and implementation of smart technologies in Azerbaijan.
Use of Renewable Energy Sources	The use of renewable energy sources, such as solar and wind power, can help reduce energy consumption and promote sustainability in smart buildings and smart cities.
Innovative Financing Models	Innovative financing models, such as public-private partnerships, can provide the necessary funding for the implementation of smart technologies in cities and buildings.
Use of Big Data Analytics	The use of big data analytics can help optimize urban services and improve decision-making in smart cities.
Integration of Smart Technologies in Urban Planning	The integration of smart technologies in urban planning can help ensure that smart cities and smart buildings are designed and built to optimize energy efficiency, sustainability, and quality of life.

Table 1. Possible list of opportunities – developed by author.

On the other hand, there are several opportunities for Azerbaijan to capitalize on the benefits of smart city and smart building technologies. One such opportunity is the rebuilding of Karabakh, which was damaged during the recent conflict. The reconstruction provides a unique opportunity to incorporate smart building technologies into the rebuilding process to ensure that the new buildings are sustainable, energy-efficient, and equipped with the latest smart technologies [10].

CONCLUSION

In conclusion, smart cities and smart buildings are critical components of building a sustainable future in Azerbaijan. By adopting smart city and smart building technologies, Azerbaijan can reduce energy consumption, improve occupant comfort and quality of life, and promote sustainable development. However, there are also several challenges that must be addressed, such as the lack of clear regulatory frameworks and standards, the high upfront costs, and the need for skilled human resources. Nonetheless, the opportunities presented by smart cities and smart buildings, such as the rebuilding of Karabakh, provide a unique chance to realize the full potential of smart technologies in Azerbaijan. By investing in smart city and smart building technologies, Azerbaijan can build a more sustainable and prosperous future for its citizens.

Category	Key Challenges	Key Opportunities
Recruitment and Selection	Limited pool of qualified candidates, high turnover rates	Leveraging technology to expand recruitment pool, providing training and development opportunities to retain employees

Category	Key Challenges	Key Opportunities
Performance Management	Inconsistent performance evaluations, lack of alignment with company goals	Implementing a more structured and consistent performance evaluation process, incorporating ongoing feedback and coaching
Employee Engagement and Retention	Limited opportunities for career advancement, inadequate work-life balance	Offering flexible work arrangements, creating a culture of employee recognition and appreciation
Diversity and Inclusion	Lack of diversity in the workplace, unconscious bias in hiring and promotions	Implementing diversity and inclusion training, promoting a culture of inclusivity and diversity at all levels of the organization
HR Technology	Limited budget for HR technology, lack of integration between different HR systems	Investing in user-friendly and cost-effective HR technology solutions, integrating different HR systems to streamline processes

Table 2. Key challenges & opportunities – developed by author.

REFERENCES

- [1] United Nations. (2018). World Urbanization Prospects 2018. Retrieved from <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>
- [2] Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of urban technology*, 18(2), 65-82.
- [3] Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2009). Smart cities in Europe. Serie Research Memoranda 0048, VU University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics.
- [4] The World Bank. (2020). Azerbaijan: Towards Sustainable Urbanization. Retrieved from <https://www.worldbank.org/en/country/azerbaijan/publication/azerbaijan-towards-sustainable-urbanization>
- [5] Anwar, S., Zaman, K., & Ali, S. (2019). Smart cities: Concepts, features, and need for development. *Journal of urban management*, 8(1), 1-10.
- [6] International Renewable Energy Agency. (2019). Renewable Energy Statistics 2019. Retrieved from <https://www.irena.org/publications/2019/Jul/Renewable-energy-statistics-2019>
- [7] National Bureau of Statistics of the Republic of Azerbaijan. (2020). Labour Force Survey. Retrieved from <https://www.stat.gov.az/source/labour/?lang=en>
- [8] PwC. (2018). Building a smart city. Retrieved from <https://www.pwc.com/gx/en/industries/government-public-services/publications/assets/pwc-building-a-smart-city.pdf>
- [9] Al Nuaimi, E., Alneyadi, A., Mohamed, N., & Al-Jaroodi, J. (2015). Applications of big data to smart cities. *Journal of Internet Services and Applications*, 6(1), 1-15.
- [10] United Nations. (2020). Human Development Report 2020. Retrieved from <http://hdr.undp.org/sites/default/files>

EKO-ŞƏHƏRLƏRDƏ NƏQLİYYATIN İDARƏ EDİLMƏSİ

Magistr, Məmmədov İbrahim Yaqub oğlu

Azərbaycan Respublikasının Dövlət Şəhərsalma və Arxitektura Komitəsi Aparatının
Şəhərsalma nəzarəti şöbəsinin məsləhətçisi ibrahim.mammadov.azmiu@gmail.com

Xülasə: Təqdim olunmuş elmi məqalədə son dövrlərin aktual mövzusunə çevrilmiş eko-şəhərlərdə nəqliyyatın idarə edilməsinin öyrənilməsidir. Aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki, şəhərsalmada layihələndirilmə zamanı eko-şəhərlərdə nəqliyyatın idarə edilməsi geniş tətbiq sahəsinə malikdir.

Açar sözləri: şəhər, eko-şəhərlər, nəqliyyat, velosiped, texnologiya.

Summary: In the presented scientific article, it is the study of transport management in eco-cities, which has become a topical topic of recent times. Conducted studies have shown that traffic management in eco-cities has wide applications during urban planning.

Key words: city, eco-cities, transport, bicycle, technology.

Dünya əhalisinin təqribən 50%-nin şəhərlərdə yaşadığını nəzərə alsaq, şəhərlərin inkişaf siyasətlərinin nə qədər əhəmiyyətli olduğu bizə aydın görünür. Müasir dünyada şəhərlərin inkişafı və sürətlə artan insan nüfuzu nəqliyyat sistemində böyük tələbat yaratmışdır. Nəqliyyat, hər bir şəhər cəmiyyətinin və iqtisadiyyatının mühüm bir hissəsidir. Eləcə də, nəqliyyatın effektiv idarə olunması və ətraf mühiti qorumaq da əhəmiyyətli vəzifələrdən biridir. Eko-şəhərlər, bu məsələni həll etmək üçün innovativ yollar və texnologiyalardan istifadə edir. Bu məqalədə, eko-şəhərlərdə nəqliyyatın idarə olunması mövzusu barədə məlumat verəcəm.

Eko-şəhərlərin layihələndirilməsi zamanı, yanacaq istifadəsini azaltmaq və hava tullantılarını azaltmaq məqsədi ilə nəqliyyat sistemlərinin elektrifikasiyasına böyük diqqət yetirilir. Elektrikli avtomobillər və avtobuslar eko-şəhərlərdə günü-gündən artmaqdadır. Elektrikli nəqliyyat, hava tullantılarının azalmasına və təbii mühiti qorumağa kömək edir. Eko-şəhərlər, ətraf mühiti qorumaq və təbii ehtiyatları qorumaq məqsədi ilə nəqliyyatın idarə olunmasında yeni təcrübələri tətbiq edirlər. Bu şəhərlər layihələndirilərkən, yaşayış ərazilərində çoxlu parklar yerləşdirilir. Beləliklə ətraf mühiti qorumaq və insanlar üçün təbii mühiti təmin edərək layihələndirirlər. Eko-şəhərlə layihələndirilərkən, nəqliyyat sistemlərinin idarə olunması üçün ən son texnologiyalardan istifadə edilir. Eko-şəhərlər, nəqliyyat və hərəkətin monitorinqi üçün effektiv sistemlərə sahibdirlər. GPS və sürücüsüz nəqliyyat texnologiyaları, nəqliyyatı idarə etmək və sürücülərə yolları göstərmək üçün istifadə edilir. Bu, nəqliyyatın daha sürətli və effektiv olmasını təmin edir. Nəqliyyatın verə biləcəyi zərərlərdən ətraf mühitin qorunması eko-şəhərlər üçün əsas prioritetlərdən biridir.

Hər şəhər öz spesifik eko-nəqliyyat strategiyalarını və məqsədlərini qorumaq üçün müxtəlif təcrübələrdən istifadə edir. Gəlin müxtəlif iqlim zonalarında yerləşən eko-şəhərlərin nəqliyyat strategiyalarına göz gəzdirik.

1. **Kopenhagen, Danimarka:** Kopenhagen "Velosiped Şəhəri" kimi tanınır. Kopenhagendə ən çox istifadə edilən nəqliyyat vasitəsi velosipedlərdir. Şəhərdə geniş velosiped yolları və parklama sahələri mövcuddur [1]. Velosiped ətraf mühiti qoruyur və şəhərdə yarana biləcək böyük tıxacları əhəmiyyətli dərəcədə azaldır.



Şək.1. Kopenhagen, Danimarka [1]

3. **Sinqapur, Sinqapur:** Sinqapur şəhərsalmada ən son texnologiyarın istifadəsində tərəqqi edən şəhərlərdən biridir [2]. Şəhərdə sürücüsüz avtomobillər üstünlük göstərir. Həmçinin Sinqapurda sürücüsüz elektrikli taksi xidmətidə vardır.



Şək.2. Sinqapur, Sinqapur [2]

3. **Amsterdam, Hollandiya:** Amsterdam da şəhər nəqliyyatında velosipedlərə çox böyük önəm verirlər. Şəhər, velosiped yolları, velosiped parklama sahələri və velosipedlə gedilə bilən nəqliyyat vasitələri olan kanalları ilə məşhurdur [3].



Şək.3. Amsterdam, Hollandiya [3]

4. **Stokholm, İsveç:** Stokholm, təmiz hava və su istifadə etmək üçün sərnişinlərinin ictimai nəqliyyat vasitələrinə əlçatanlığını təmin etməyə imkan verən nəqliyyat strategiyasından istifadə etməkdədir [4].



Şək.4. Stokholm, İsveç [4]

5. **Oslo, Norveç:** Oslo, elektrikli nəqliyyatın və əlçatan nəqliyyat xidmətlərinin təşviq edildiyi bir şəhərdir. Elektrikli avtomobillər, velospedlər və hərəkətə əlçatan elektrikli scooterlərdən istifadə etmək üçün geniş imkanlar təqdim edir [5].



Şək.5. Oslo, Norveç [5]

6. **Yokohama, Yaponiya:** Yokohama, sürətli və tranzit tramvay sistemləri ilə tənzimlənmiş bir nəqliyyat şəhəri kimi tanınır. Yeraltı və yerüstü nəqliyyat xidmətləri, tıxac sıxıntılarını azaltmaq və şəhərin ətraf mühitini qorumağa kömək edir [6].



Şək.6. Yokohama, Yaponiya [6]

7. **Kuritiba, Braziliya:** Kuritiba, şəhəri salınından etibarən ictimai nəqliyyat və ətraf mühiti qorumağa fokuslanmış bir şəhər olmuşdur. BRT (bus rapid transit) sistemi, sürətli və səfərə imkan verir [7].



Şək.7. Kuritiba, Braziliya [7]

Yuxarıda sadaladığım sadəcə bir neçə nümunədir və dünyada daha çox eko-şəhərlər vardır və onların hər birinin öz nəqliyyat strategiyaları mövcuddur. Hər biri özünün spesifik problemlərinə istiqamətlənmiş inkişaf etmiş tədqiqat metodlarından və praktikalarından istifadə edir.

Nəticə olaraq deyə bilərik ki, eko-şəhərlərin nəqliyyat sahəsində innovativ yollar tətbiq etdiyini və ictimai nəqliyyatın təbii və ictimai mühitə təsirini minimuma endirdiyini göstərir. Bu nəqliyyat strategiyaları, dahada əlçatan və sağlam şəhərlərin inkişafına kömək edir.

ƏDƏBİYYAT

1. "Eco-Mobility in the 21st Century: A Sustainable Transportation Planning Paradigm" - Ralph Buehler and John Pucher
2. Pucher, J., Dill, J., & Handy, S. (2010). Infrastructure, Programs, and Policies to Increase Bicycling: An International Review. *Preventive Medicine*, 50(Suppl 1), S106-S125.3.
3. "The Guardian - Environment Section"
4. "ICLEI - Local Governments for Sustainability" - ICLEI, beynəlxalq eko-şəhərlərin inkişafı ilə bağlı məqalə

MƏMMƏDOVA FİDAN ƏLİAĞA

İ.ü.f.d., Dosent, **MƏMMƏDOVA FİDAN ƏLİAĞA**
i.ü.f.d., Dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
ORCID ID: 0000-0002-1284-7562
fidanmammadova.edu@gmail.com

CƏBRAYILOVA SƏADƏT ALLAHVERDİ

Magistrant, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
ORCID ID: 0009-0003-9734-6840
seadet.cebrayilova@bk.ru

İNNOVASİYALARIN ÖLKƏNİN İQTİSADI İNKİŞAFINDA ROLU VƏ TƏTBİQİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Xülasə

İnnovasiyalı inkişaf ölkənin rəqabətli mövqeyinə nail olunmasında strateji uğura, inkişafın sabitliyini şərtləndirən amilə çevrilir. Məqalə innovativ inkişaf strategiyasının formalaşdırılması məqsədi ilə innovasiyalı fəaliyyətinin təşkili və təkmilləşdirilməsi istiqamətlərini tədqiq etmək məqsədini ehtiva edir. Yeni iqtisadi münasibətlər sisteminin əsas

xarakterik xüsusiyyəti kimi uzunmüddətli iqtisadi artımı təmin edən amil olan innovasiyalı proseslərin intensivləşməsi tədqiqatın əsasını təşkil edir. İnnovasiyalı inkişaf strategiyasının hazırlanmasında innovativ potensialın reallaşdırılması ilə əlaqədar müvafiq təklif və tövsiyələr ümumiləşdirilmiş formada təqdim olunur.

Açar sözlər: innovasiyalı inkişaf, rəqabət, iqtisadi siyasət, strategiya, biznes fəaliyyəti.

МАМЕДОВА ФИДАН АЛИАГА

*Д.ф.э., Доцент, Азербайджанского Архитектурно-Строительного
Университет*

ORCID ID: 0000-0002-1284-7562

fidanmammadova.edu@gmail.com

ДЖАБРАЙИЛОВА СААДАТ АЛЛАХВЕРДИ

Магистрант, Азербайджанского Архитектурно-Строительного Университет

ORCID ID: 0009-0003-9734-6840

seadet.cebrayilova@bk.ru

РОЛЬ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИЙ В ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ СТРАНЫ

Резюме

Иновационное развитие становится стратегическим успехом в достижении конкурентоспособности страны, фактором, определяющим стабильность развития. Статья содержит цель исследования направлений организации и совершенствования инновационной деятельности с целью формирования стратегии инновационного развития. В основу исследования положена интенсификация инновационных процессов, являющаяся фактором обеспечения долгосрочного экономического роста, как основная характеристика системы новых экономических отношений. Соответствующие предложения и рекомендации, связанные с реализацией инновационного потенциала при подготовке стратегии инновационного развития, представлены в обобщенном виде.

Ключевые слова: инновационное развитие, конкуренция, экономическая политика, стратегия, деловая активность.

MAMMDOVA FIDAN ALIAQA

Ph.D., Associate Professor, Azerbaijan University of Architecture and Construction

ORCID ID: 0000-0002-1284-7562

fidanmammadova.edu@gmail.com

JABRAYILOVA SEADET ALLAHVERDI

Master student, Azerbaijan University of Architecture and Construction

ORCID ID: 0009-0003-9734-6840

seadet.cebrayilova@bk.ru

THE ROLE AND APPLICATION CHARACTERISTICS OF INNOVATIONS IN THE ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE COUNTRY

Abstract

Innovative development becomes a strategic success in achieving the country's competitive position, a factor determining the stability of development. The article contains the purpose of researching the directions of organization and improvement of innovative activity with the aim of forming an innovative development strategy. The intensification of

innovation processes, which is a factor ensuring long-term economic growth, as the main characteristic of the system of new economic relations, forms the basis of the research. Relevant proposals and recommendations related to the realization of innovative potential in the preparation of the innovative development strategy are presented in a summarized form.

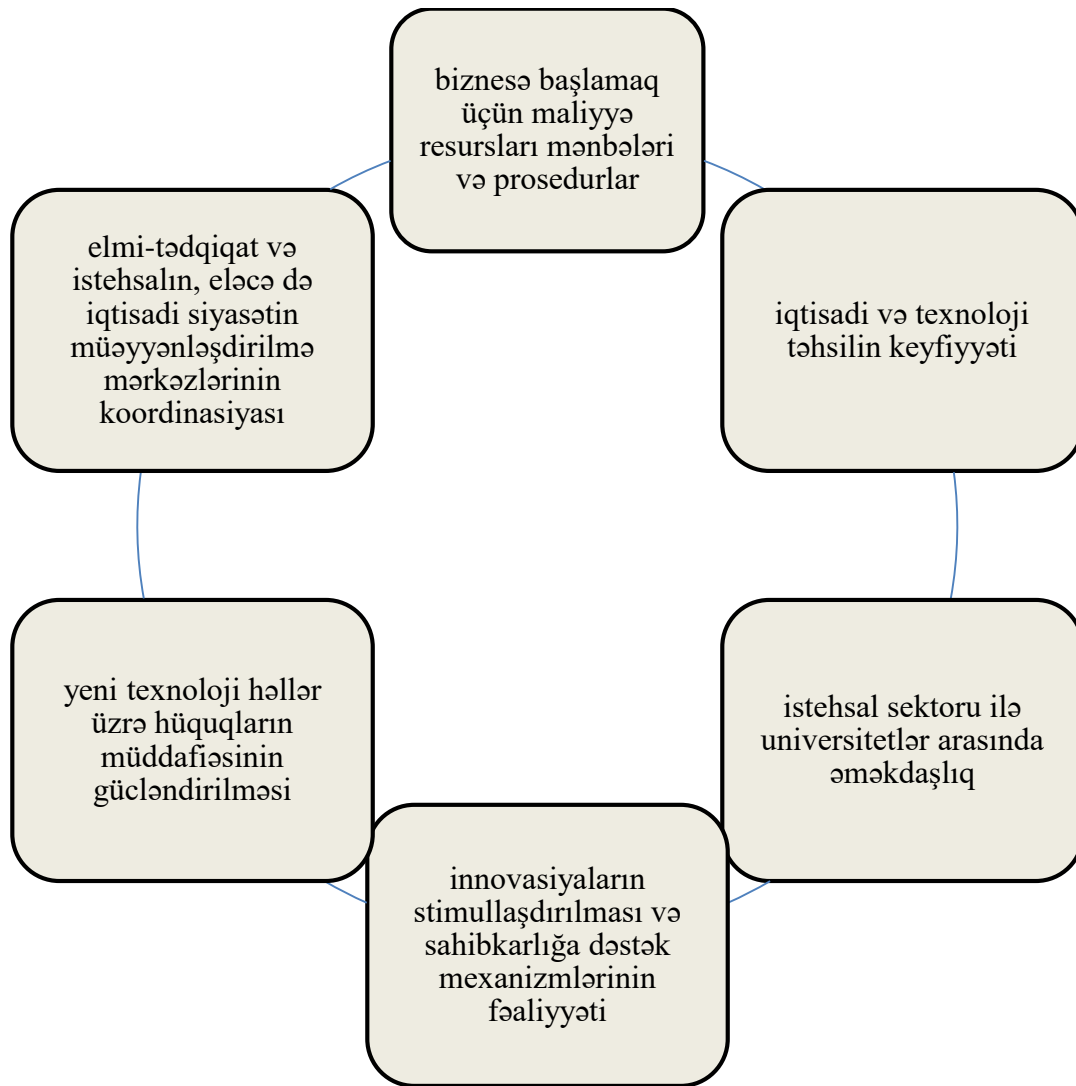
Key words: innovative development, competition, economic policy, strategy, business activity

İnnovasiyalı iqtisadi inkişaf strategiyası formalaşdırılarkən təkcə innovasiya sahəsinin imkanlarını deyil, həm də fəaliyyətin bütün istiqamətlərində innovasiyaların cari istehsalı üçün resursların kifayət qədər olmasını təhlil etmək lazımdır. Bununla belə, nəzəri və praktiki xüsusiyyətlərə baxmayaraq, innovasiyalı inkişaf strategiyasının formalaşdırılması məsələləri müvafiq strategiyanın səmərəli formalaşdırılmasını və həyata keçirilməsini təmin edən amilləri, eləcə də onun inkişaf prinsiplərini nəzərə almaqla əlavə tədqiqatların aparılmasını tələb edir.

Əlbəttə ki, innovasiyaları formalaşdırmaq və onları uğurla təqdim etmək qabiliyyəti perspektiv dövrdə hər bir dövlətin daxili və beynəlxalq səviyyədə rəqabət qabiliyyətinin müəyyən edilməsində həlledici amil kimi rol oynayacaqdır. Bu baxımdan sosial - iqtisadi, eləcə də texnoloji sahədə idarəetmə qərarlarının qəbul edilməsi prosesində iştirak edən şəxslər və iqtisadi subyektlər innovasiyalı fəaliyyətin ümumi iqtisadi tərəqqinin və rifahın əsas hərəkətverici qüvvəsi, o cümlədən ətraf mühit və sağlamlıq kimi sahələrdə global çağırışlara cavab vermək üçün potensial amil olduğu barədə məlumatları nəzərə almaqla fəaliyyəti təşkil etməlidir. İqtisadi siyasətin formalaşmasında innovasiya nəinki mərkəzi mövqedədir, o həm də koordinasiyalı, ardıcıl yanaşmanı stimullaşdırır.

Hazırda hər bir ölkənin mikro və makro aspektdən innovasiyalı iqtisadi inkişaf göstəriciləri onun rəqabət qabiliyyətinin və milli tərəqqisinin həlledici amilidir. Ölkənin rəqabət qabiliyyəti ayrı-ayrı müəssisələrin rəqabət qabiliyyəti əsasında inkişaf edir. Hər bir müəssisə rəqabət üstünlüyü əldə etmək üçün öz strategiyasını tətbiq edir [4, s. 3]. Bununla belə, uğurlu şirkətlərin təkamül və inkişafı nümunəsi oxşar olur, çünki iqtisadi subyektlər innovasiyaya əsaslanan rəqabət üstünlükləri formalaşdırır. Rəqabət üçün münbit platforma ölkədə infrastrukturun innovasiyalı inkişaf imkanlarını artıran strategiyanı formalaşdırmaq, innovasiyalı fəaliyyətə dəstək mexanizmlərini təkmilləşdirmək, eləcə də səmərəliliyi artırmaq məqsədilə əlverişli mühitin təsiri ilə mümkün olur [1, s. 22].

Bundan əlavə, innovasiyalı iqtisadi inkişaf müasir dövrdə aktuallığını qoruyan mühüm sahədə, iqlim dəyişikliyi və davamlı inkişaf məsələlərinin təmin olunmasında qarşıya çıxan çatışmazlıqların həll edilməsində istifadə etmək üçün vacibdir. Lakin innovasiyalı inkişaf sahəsində məqsədyönlü tədbirlər görülməsinə və innovasiyalı inkişaf naminə islahatlar keçirilməsinə baxmayaraq, bu sahədə fəaliyyəti tam şəkildə aktivləşdirməyə müəyyən səbəblərə görə mümkün olmur. İnnovasiyalı iqtisadi inkişafda strateji üstünlüklərin əldə edilməsi məqsədilə təkmilləşdirilməsi tələb olunan əsas fəaliyyət istiqamətləri sxem 1-də ümumiləşdirilmiş formada təqdim olunur.



Sxem 1. İnnovasiyalı iqtisadi inkişafın təkmilləşdirilməsinin əsas fəaliyyət istiqamətləri
Mənbə: müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir

Yuxarıda sadalanan istiqamətlərdə Azərbaycanda əhəmiyyətli işlər görülür. Lakin təbii olaraq daimi təkmilləşdirmələr kəskin rəqabət şəraitində yeganə həll yoludur. Bundan başqa ölkə iqtisadiyyatının xüsusiyyəti iqtisadi inkişafda innovasiyaların rolunu strateji olaraq nəzərə almağı tələb edir. Belə ki, bir çox sahələrdə qloballaşmanın və yeni texnologiyaların, xüsusən də informasiya və kommunikasiya texnologiyalarının təqdim etdiyi yeni imkanlara baxmayaraq, son illərdə karbohidrogen resurslarından əlavə sahələrdə məhsuldarlıq göstəricilərində daha çox irəliləyiş əldə etmək olar.

Ölkədə iqtisadi inkişafın intensivləşdirilməsi birmənalı olaraq innovasiyalı inkişaf strategiyasının düzgün formalaşdırılmasından asılıdır. Strategiya innovativ fəaliyyətin həyata keçirildiyi tənzimləyici və institusional bazanı davamlı olaraq təkmilləşdirməklə və beynəlxalq tələblərə uyğunlaşdırmaqla uğurlu ola bilər [5, s. 20]. Bu kontekstdə, ümumi biznes mühitindən tutmuş, xüsusilə də sənaye sahələrində, o cümlədən beynəlxalq ticarətdə iştirak səviyyəsinin və beynəlxalq investisiyaların ölkəyə cəlb edilməsinin, maliyyə bazarlarında aktivliyin artırılması labüddür. İnvestisiya-innovasiya layihələrinin hər biri dərinlən öyrənilməli, iqtisadi və texniki olaraq elmi yanaşma ilə əsaslandırılmalı, maliyyə mənbələri üzrə proqnozlar və gözlənilən nəticələr hazırlanmalı, zəruri, praktiki fəaliyyət alətləri işlənərək tətbiq olunmalıdır [2, s. 27]. Bu da qeyd etdiyimiz kimi innovasiyalı

fəaliyyət strategiyasının tam şəkildə reallaşdırılması üçün dövlət siyasətinin və normativ-hüquqi bazanın islahatlarla yenidən nəzərdən keçirilməsindən asılıdır.

Müəyyən olunduğu kimi, iqtisadi proseslərin bütün hallarında rəqabət qabiliyyətinin artırılması innovasiya ilə bağlıdır, bütün ölkələr və ayrı-ayrı müəssisələr arasında əlaqələndirilmiş və səmərəli bilik mübadiləsi ilə tədqiqat, eləcə də biliklərin genişləndirilməsi üçün vahid məkanın yaradılması zərurəti müəyyən edilir. Məsələ təkcə texnologiyaların tədqiqi və inkişafının, əqli mülkiyyət hüquqlarının qorunmasının dəstəklənməsinə ehtiyac olmasında deyil, həmçinin innovasiyaların yayılmasının və tətbiqinin təmin edilməsinin zəruriliyindədir. Gözlənilən iqtisadi effektin əldə edilməsi innovasiyaların tətbiq edilməsi ilə qarşıya qoyulan məqsədlərə nail olunması deməkdir. Tətbiq olunan innovasiyalar iqtisadi inkişafda dinamikliyə səbəb olur, ölkə iqtisadiyyatında keyfiyyətin yeni səviyyəsinə keçməyə və ölkədə istehsal imkanlarının yüksəlməsinə gətirib çıxarır [3, s. 183]. Bunun üçün səmərəli innovasiya sistemini inkişaf etdirmək və idarə etmək üçün məqsədyönlü dövlət tədbirləri hazırlamaq lazımdır.

Ölkədə iqtisadi aktivliyin dinamikliyinin artırılması istiqamətində, eləcə də məşğulluq, emal sənayesinin imkanlarının reallaşdırılması, yerli məhsulların ixrac keyfiyyətlərinə cavab verməsi və ixracın həcmünün yüksəldilməsi iqtisadi siyasətdə innovasiyaların tətbiqinin stimullaşdırılması ilə sıx bağlıdır. Xüsusilə, nüvəfiq dövlət qurumları innovasiyaların təşviqində daha birbaşa rol oynaya bilərlər. Onlar əsas da elmə və fundamental tədqiqatlara dövlət sərəmaysi iqtisadi, informasiya kommunikasiya texnologiyaları, o cümlədən müxtəlif ümumi təyinatlı texnologiyaların inkişaf etdirilməsində və beləliklə, perspektiv dövrdə innovasiyaların tətbiqinə daha çox imkan yaratmaqda mühüm rol oynaya bilər. Bu, elm və tədqiqatlara dövlət investisiyalarının idarə edilməsi və maliyyələşdirilməsində islahatların aparılmasının, eləcə də özəl sektorda innovativ fəaliyyətə dövlət dəstəyinin vacibliyi ilə müəyyən edilir.

Nəticə

Beləliklə, dünyada baş verən iqtisadi inkişaf trendlərindən geri qalmamaq üçün yeganə mümkün həll yolu innovasiyalı iqtisadi inkişaf strategiyasının formalaşdırılması yolu ilə qarşıya çıxan bütün çatışmazlıqların öhdəsindən gəlməkdir. Burada mühüm fəaliyyət istiqaməti elmi tədqiqatlarla inteqrasiya olunmuş innovativ sahibkarlığı inkişaf etdirmək, onlar arasında əlaqə yaratmaq, bundan ölkədə makroiqtisadi sabitliyə nail olunmasında lazımi qaydada istifadə etməkdir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı

1. Əliyeva N. Regional iqtisadiyyatın infrastrukturunun innovativ inkişaf istiqamətləri, İpək Yolu, №3, 2021, səh. 21-28.
2. Mahmudova L. F. Azərbaycanda strateji innovasiya fəaliyyətinin investisiyamaliyyə təminatının aktual məsələləri, Audit № 4, Cild 26, 2019, səh. 24-36.
3. Rəsulova Ü.R. Sənayedə innovasiya fəaliyyətinin nəzəri və praktiki aspektləri, UNEC Elmi Xəbərləri, İl 7, Cild 7, - yanvar - mart, 2019, - səh. 182- 194.
4. Zavidna L., Makarenko P. M., Strategy of Innovative Development as an Element to Activate Innovative Activities of Companies, Academy of Strategic Management Journal, 2019 Vol: 18 Issue: 4, p. 5
5. Гужина Г. Н., Гужин А. А. Роль инноваций в экономическом развитии, “Инновации И Инвестиции” - 2020. № 1 – с. 18-22.

Мамедов Джейхун Джаид оглы – старший преподаватель, кафедра
Технология
строительного производства, организации и управления, AzMIU,
jeyhun_59@mail.ru

Балагёзов Ахмед Мамед оглы – доцент, кафедра Технология
строительного производства, организации и управления, AzMIU,
ebelegozov@mail.ru

ВРЕМЕННОЕ КРЕПЛЕНИЕ СТЕНОК ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ГРУНТА.

Annotation

The work of temporarily securing the walls of excavations in limited construction conditions is an important aspect in urban development and existing infrastructure. About the problems that arise when constructing pits and trenches with vertical walls, especially in soils of various types. The need for a temporary fastening system is highlighted to prevent the collapse of vertical walls at great depths. Various methods of temporary fastening are discussed, cautioning about the difficulties and labor involved in their implementation. It is emphasized that the choice of method and type of fastening should be justified technically and economically, and they should be used only in cases where other methods, such as slopes or alternative underground communications, are not applicable. The work also covers the use of continuous fences made of wooden or metal sheet piling to secure excavations in difficult hydrogeological conditions. Depending on the depth and conditions of the excavation, various types of wall fastening are offered, including a spacer (horizontal frame) fastening, emphasizing its use in shallow trenches with dry or slightly moist soils.

Ключевые слова: выемка, шпунт, грунт, стойка, распорка.

При возведении подземной части зданий и сооружений особое требование предъявляется к откосам и стенкам выемок типа траншеи и котлована, а также конструкции крепления зависят от гидрогеологических условий и за стесненности стройплощадки конструкции подземной части возводимого здания и сооружения

Вертикальные стенки земляных выемок в грунтах естественной влажности при отсутствии грунтовых вод допускается без крепления при глубине выемок [1; 2; 3; 4]:

- в песчаных и крупнообломочных грунтах не более 1м;
- в супесях – 1,25м;
- в глинах и суглинках – 1,5м;
- в особо плотных грунтах – 2м;

При устройстве котлованов и траншей в стеснённых условиях городской застройки, на территории действующих предприятий и в других случаях, когда не представляется возможным разрабатывать выемку с откосами, её устраивают с вертикальными стенками, чтобы избежать их обрушения

В зависимости от вида и состояния грунта временные крепления стенок грунтовых сооружений должны быть прочными и устойчивыми, надежно воспринимать давление от грунта, легко собираться, разбираться и обслуживаться, не стеснять рабочее место рабочих и обеспечивать безопасное ведение строительных работ.

Когда откосы или прокладку подземных коммуникаций невозможно выполнить другими способами, устройство выемки с вертикальными стенками, а также способ и тип крепления должны быть обоснованы с технико-экономической точки зрения. Это

связано с тем, что использование вертикальных стенок выемок требует значительных трудозатрат и усложняет как разработку грунта, так и строительные работы в траншее или котловане.

Для разработки выемок в сложных гидрогеологических условиях используется сплошное ограждение из деревянного или металлического шпунта, которое забивается по всему периметру выемки до начала разработки грунта.

Типы крепления стенок различаются в зависимости от условий производства работ и цели выемки (рис. 1). Наиболее простым типом крепления является стоечно-распорное крепление, показанное на (рис.1,а). Этот тип крепления обычно используется при строительстве траншей в сухих или незначительно влажных грунтах глубиной до четырех метров.

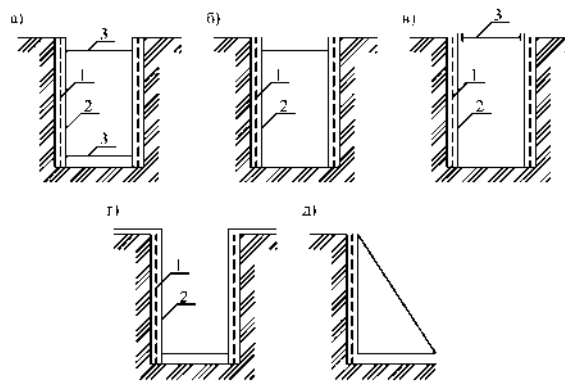


Рис.1. Схемы крепления вертикальных стенок выемок: а – стоечно-распорное; б – консольное; в – консольно-распорное; г – анкерное; д – подкосное; 1 – щиты; 2 – стойка; 3 – распорка

Консольное крепление состоит из стоек-свай, защемленных в грунте на 2–3 м глубже дна выемки. Они служат опорами для щитов, непосредственно воспринимающих давление грунта, таких как доски и бруски. При глубине выемки до 5 м целесообразно применение крепления консольного типа (рис.1, б).

Консольно-распорное крепление используется в траншеях большой глубины. Это крепление отличается от консольного тем, что распорки устанавливаются между стойками перпендикулярно оси траншеи. Следовательно, воспринимаемый стойкой изгибающий момент уменьшается.

Консольно-анкерное крепление используется для крепления стенок глубоких котлованов и траншей большой ширины, когда установка распорок становится затруднительной. (рисунок 1, г)

Подкосное крепление вертикальных стенок может использоваться при отрывке котлованов (рис.1, д). Поскольку подкосы и упоры в котловане мешают выполнению работы, использование этого крепления ограничено.

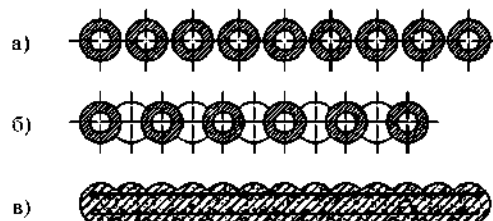


Рис. 2. Виды свайных стенок:

а – из соприкасающихся свай;
б – из пересекающихся свай;
в – бетонные сваи, устраиваемые в земляных сооружениях из пересекающихся скважин.

Хорошо себя оправдывают в строительстве применение свайных конструкций [5], используя следующие технологические схемы устройства стен в грунте (рис.2):

- стены земляных сооружений из соприкасающихся свай (рис.2, а);
- тоже, из пересекающихся свай (рис.2, б);
- набивные бетонные свайные стены из соединяющихся свай. Для этого варианта сперва устраивают скважины заданной глубины по проекту при помощи буровых устройств, а затем их заполняют бетоном.

Индустриальные конструкции должны использоваться для строительства вертикальных стенок траншей глубиной до трех метров. В процессе строительства инженерных коммуникаций используются различные крепления, такие как объемные крепления, шарнирно-винтовые, трубчатые, распорные и другие. Их комплект включает в себя телескопические распорки, металлические стойки и инвентарные деревянные щиты, которые позволяют легко менять габариты крепления в зависимости от размеров траншей. Объемное крепление — это пространственная конструкция, полностью собранная и установленная краном в траншею. По мере надобности он может передвигаться по фронту работы. Индустриальные конструкции крепления легкие и просты в монтаже и демонтаже.

Проект производства работ определяется на основе анализа технико-экономических показателей вариантов. Промышленное оборудование надежно обеспечивает безопасность производства работ, не стесняет рабочего места и должно работать с минимальными трудозатратами и материалоемкостью.

Защита откосов постоянных выемок и насыпей от размыва поверхностным стоком атмосферных осадков осуществляется тщательной планировкой поверхности откосов с последующим их укреплением.

Укрепление откосов может быть достигнуто сплошной укладкой дерны или укладкой его в клетку. В обоих случаях промежутки между полосами засыпают растительным грунтом с посевом многолетних трав. В местах концентрации стока, таких как соединения насыпей с мостами, путепроводами и т. д., для защиты откосов можно использовать бетонные и железобетонные плиты и устройства водоотводных лотков.

Планировка площадок, строительство постоянных земляных сооружений, обратная засыпка траншей и пазух котлованов, подсыпка под полигоны промышленных зданий и другие задачи, требующие уплотнения грунтов.

В результате уплотнения грунта увеличивается его плотность, модуль деформации, водопроницаемость, сопротивление сдвигу и существенно уменьшается осадка грунта в процессе эксплуатации сооружений.

Грунт уплотняется механизированным способом послойно. Толщина слоя зависит от типа грунтоуплотняющих средств и типа грунта. К способам уплотнения связных грунтов относятся укатывание и трамбование, а методы вибрационного и комбинированного воздействия, такие как виброукатывание и вибротрамбование, наиболее эффективны для уплотнения несвязных грунтов.

Катки для укатки могут быть пневмоколесными, кулачковыми или с гладкими вальцами. Пневмоколесные катки, используемые прицепными, полуприцепными и самоходными, широко используются для уплотнения различных грунтов слоями небольшой толщины (до 0,6м).

Трамбование — это процесс, при котором используются различные трамбуемые машины, механические трамбовки и трамбуемые плиты, подвешенные к стреле экскаватора. Этот метод обычно используется для уплотнения связных грунтов. Уплотнение достигается многократными ударами башмака или трамбуемой плиты по слою отсыпанного грунта. Для уплотнения грунта в насыпях используются трамбуемые плиты и машины с максимальной толщиной слоя 0,8-1,5м. Механические трамбовки уплотняют грунт толщиной до 0,5м в непосредственной близости от подземных коммуникаций и конструкций, а также в труднодоступных и ограниченных местах для обратной засыпки пазух и подсыпки под полы. С помощью самоходных вибротрамбовок можно уплотнять связные и несвязные грунты.

Вибрационный метод лучше всего подходит для уплотнения несвязных грунтов, где вибрация значительно снижает силы внутреннего трения между частицами грунта.

Этот метод уплотнения грунта используют подвесные виброплиты, само передвигающиеся и прицепные. В зависимости от массы виброплиты, частоты и амплитуды колебаний толщина уплотняемого слоя варьируется от 0,6 до 2,0 м.

Чтобы повысить эффективность уплотнения грунтов, используются различные методы. Например, виброкатки используют укатки и вибрации, вибротрамбовки используют удар и вибрацию или гидровибрационные установки, используют увлажнение и вибрацию для глубинного уплотнения.

Интенсивность процесса и степень уплотнения грунта во многом зависят от влажности грунта. Идеальная влажность грунта — это то, при котором плотность грунта достигается при минимальных энергозатратах. Она составляет 19-23% для связных грунтов и 8-12% для несвязных грунтов.

В процессе выполнения работ оценивают степень уплотнения грунта. Чтобы измерить плотность грунта, можно измерить объем массы грунта в пробах, взятых из возводимой насыпи, плотномерами, погруженными в грунт, и другими методами, такими как радиоизлучения, ультразвук и другие методы.

Выводы:

1. Мировой строительный опыт показывает, что временное крепление стенок выемок под основание строительного объекта, может быть выполнено в виде металлического шпунта и деревянных щитов с опорными стойками.

2. Шпунтовое ограждение является самым дорогим из существующих в практике строительства способов, но является наиболее надежным, что обеспечивает устойчивое и естественное состояние грунта за пределами строящего объекта. Поэтому рекомендуется применить шпунтовое ограждение при разработке выемок в водонасыщенных грунтах вблизи существующих зданий и сооружений.

3. Тип временного крепления стенок выемок выбирается в зависимости от размеров земляных сооружений, свойств грунта, величины притока грунтовых вод и конкретных условий производства работ строительного участка.

4. Временное крепление стенок выемок должны быть прочными, устойчивыми, легко обслуживаемыми и обеспечивать безопасное ведение земляных работ.

Литература:

1. <https://studfile.net/preview/page5>. Временное крепление откосов выемок
2. <https://www.tech-stroyka.ru>

3. СП45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01.87.

4. Л. Д. Акимова, Н. Г. Аммосов, Г. М. Бадин и др. Технология строительного производства. Ленинград, Стройиздат, 1987.

5. В. В. Кочерженко. Технология возведения подземных сооружений. Москва, ИАСВ, 2000.

Nəsirova Ofelya Adil qızı
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat
Universiteti, dosent
ORCID iD:0000-0002-4974-7688
Ofelya74@bk.ru

İQTISADİYYATIN İDARƏ EDİLMƏSİNİN MÜASİR PROBLEMLƏRİ VƏ PERSPEKTİVLƏRİ

Xülasə: İqtisadiyyatı idarə etmək hər bir ölkə üçün vacib və mürəkkəb məsələdir. İqtisadiyyatın səmərəli idarə edilməsi ölkənin inkişafına, azad iqtisadiyyatın fəaliyyətinə, həyat səviyyəsinin yüksəldilməsinə və sosial sahənin inkişafına təsir göstərir. Hər bir ölkə iqtisadiyyatın idarə edilməsində müasir problemlərlə üzləşir və unikal perspektivlərə malikdir.

Məsələn, inkişaf etməkdə olan ölkənin daha çox investisiyaya və texnologiya miqrasiyasına ehtiyacı ola bilər, inkişaf etmiş ölkə isə innovasiya və rəqabət qabiliyyəti ilə bağlı daha çox problemlərlə üzləşir.

Həmçinin, iqtisadi idarəetmə dəyərlərə, məqsədlərə və siyasətlərə görə dəyişir və müasir çağırışlar və perspektivlər ölkədən ölkəyə fərqli ola bilər.

Bütün bu amilləri nəzərə alaraq, iqtisadiyyatın idarə edilməsi mürəkkəb və müasir problemlər və perspektivləri ehtiva edir və hər bir ölkə öz məqsədinə uyğun strategiyalar müəyyən etməlidir.

Açar sözlər: iqtisadiyyat, rəqabət, müasir problemlər, risk, perspektiv

MODERN PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF ECONOMIC MANAGEMENT

Summary: Managing the economy is an important and complex issue for every country. Effective management of the economy affects the development of the country, the functioning of the free economy, quality of life standards and the development of the social sphere. Each country faces contemporary challenges in managing the economy and has unique perspectives.

For example, a developing country may need more investments and technology migration, while a developed country faces more challenges related to innovation and competitiveness.

Also, economic management varies according to values, goals and policies, and contemporary challenges and perspectives may differ from country to country.

Considering all these factors, managing the economy involves complex and modern problems and perspectives, and each country must determine strategies appropriate to its purpose.

Key words: economy, competition, modern problems, risk, perspective

İqtisadiyyatın idarə edilməsi hər bir ölkə üçün vacib məsələdir və müasir problemlər və perspektivlər müxtəlif ölkələr üçün fərqli ola bilər. Bununla belə, bir çox ümumi problemlər və perspektivlər mövcuddur:

Müasir iqtisadiyyatın idarə edilməsində problemlər:

Böhranları idarə etmək: Maliyyə, maliyyə və iqtisadi böhranlar iqtisadiyyata ciddi təsir göstərə bilər. Hər bir böhranın idarə edilməsi və yumşaldılması iqtisadiyyatın sabitliyini qorumaq üçün vacib məsələdir.[1]

Görünməz risklər: Təhlükəli iqtisadi hadisələr, epidemiyalar, təbii fəlakətlər və digər təsiredici amillər kimi görünməyən risklər iqtisadiyyatın idarə olunması üçün əsas problem yaradır.

Maliyyə sisteminin təhlükəsizliyi: Maliyyə sektorunun təhlükəsizliyi və sistemin korrupsiya, çürümə və digər problemlərdən qorunması mühüm problemdir. Bu, tənzimləyiciləri və müdafiə orqanlarını daha geniş nəzarət və təhlükəsizlik tədbirləri həyata keçirməyə çağırır.

Dünya iqtisadiyyatı ilə əlaqələr: Qlobal iqtisadiyyatın təsiri bir ölkənin iqtisadiyyatını bir çox regionlar və digər ölkələrlə əlaqələndirir. İqtisadiyyatın idarə olunmasında dünya iqtisadiyyatının və digər ölkələrlə ticarətin dəyişməsi, investisiya və digər əlaqələr mühüm rol oynayır.

Texnologiya və innovasiya: Müasir iqtisadi idarəetmə texnologiya və innovasiyaların sürətli inkişafına cavab verməlidir. İqtisadiyyatın digər sahələrə təsiri innovativ biznes və biznesin inkişafını tələb edir.

Müasir İqtisadiyyatın İdarə Edilməsi üzrə Perspektivlər:

İqtisadi inkişaf: İqtisadi inkişaf daha çox iş yerləri yaradır, gəlirləri artırır və insan hüquqlarının qorunmasına kömək edir. İqtisadi inkişafa investisiya qoymaq uzunmüddətli perspektivlər üçün vacibdir.

Müasir iqtisadiyyatın idarə edilməsi, iqtisadi inkişafın vəziyyətini anlamaq, iqtisadi sənayenin və informasiya texnologiyalarının inkişafını nəzarət etmək və daha çox təsirli və sürətli qərarlar vermək üçün müxtəlif perspektivləri tələb edir. İqtisadiyyatın idarə edilməsində perspektivlər aşağıdakılardır:

Rəqəmsal İqtisadiyyat: Rəqəmsal iqtisadiyyat, informasiya texnologiyalarının inkişafı və internetin yayılması ilə birlikdə önə çıxan bir perspektivdir. İqtisadiyyatın rəqəmsallaşdırılması, iqtisadi proseslərin daha effektiv idarə edilməsinə imkan verir. Rəqəmsal iqtisadiyyatda böyük məlumat bazaları və alqoritmlər, iqtisadi inkişafın proqnozlaşdırılmasında və iqtisadi fəaliyyətin monitorinqində istifadə edilir.

İnkişafın İnqilabi Texnologiyalar: İnkişafın inqilabi texnologiyalar, iqtisadiyyatın idarə edilməsində yeni imkanlar yaradır. Bu texnologiyalar, sürətli və dəyişkən iqtisadi sahələrə nüfuz edir. Örnək olaraq, bu, sürücüsüz avtomobillər, istehsalın avtomatlaşdırılması, biotexnologiyalar və daha bir çox sahəni əhatə edir.

Qlobal İşbirlişmə: Dünya iqtisadiyyatı artıq daha çox qlobal bir əməkdaşlığa ehtiyac duyur. Dünya iqtisadi münasibətlərinin idarə edilməsi, beynəlxalq ticarət sahələrində daha çox tərəfdarlıq və işbirlişmə təşkil etmək perspektivini əhatə edir. Bu, iqtisadi nüfuzlu ölkələr və iqtisadi inkişaf etməkdə olan ölkələr arasında əməkdaşlığı təşvik edir.

Zəruriyyətlərin Qorunması: İqtisadiyyatın idarə edilməsində bir başqa perspektiv, zəruriyyətlərin qorunmasıdır. Bu, əsas iqtisadi strukturların və sahələrin qorunmasını və iqtisadi təhlükəsizliyin təmin edilməsini nəzərdə tutur. İqtisadiyyatın nüvə sahələrinin və energetika təchizatının daxilində ənənəvi iqtisadi strukturların qorunması məsələləri bu perspektivə aid edilir.

Sosial Məsuliyyət: İqtisadiyyatın idarə edilməsində sosial məsuliyyət perspektivi də önəmli bir yer tutur. İqtisadi sürətin və məhsuldarlığın artırılması ilə birlikdə, sosial

məsuliyyət və insanların rifahı da nəzərə alınmalıdır. İqtisadiyyatın inkişafı insanların ən yaxşı şəkildə faydalanmasını təmin etməlidir.

Bu perspektivlər, iqtisadiyyatın idarə edilməsində müasir vəziyyəti nəzarət etmək və sürətli qərarlar vermək üçün əhəmiyyətli yolları təmsil edir. İqtisadiyyatın idarə edilməsində bu perspektivlərin birlikdə istifadəsi, daha effektiv və inklüziv bir iqtisadiyyatın inkişafını təmin etmək üçün əhəmiyyətli olacaq.

İnklüziv perspektiv: İqtisadiyyatın idarə edilməsində inklüziv perspektiv ən həssas və həssas insanları müdafiə etməyi mənasız edir. İqtisadiyyatın bütün qrupları əhatə etməsi bir ölkənin sosial inkişafına, ədalətin təmin olunmasına xidmət edir.

Zəruri tələblərə və sürətli dəyişikliklərə cavab vermək: Daha mürəkkəb tələblərə cavab vermək və iqtisadiyyatın idarə edilməsində sürətli dəyişikliklərə uyğunlaşmaq. Aydın strategiya və perspektivin olması vacibdir.

Davamlı iqtisadiyyat və ən canlı prinsiplər uzunmüddətli perspektivlər üçün nəzərə alınır. İqtisadiyyatın təbii ehtiyatlara və ətraf mühitə hörmətlə idarə olunması vacibdir.

Texnologiyadan və innovasiyadan istifadə: İqtisadiyyatın innovativ sahələrinə investisiya qoymaq və texnologiyadan istifadə etmək konkret perspektivlərdə böyük potensiala malikdir.[2]

Bu, yalnız bir neçə problem və perspektivin nümunəsidir və hər bir ölkə öz mühitinə, iqtisadiyyatının inkişaf mərhələsinə və prioritetlərinə görə fərqlənir. İqtisadiyyatı idarə etmək müasir dünyada böyük təcrübədir və yaxşı planlaşdırılmalı və idarə olunmalıdır.

Nəticə:

İqtisadiyyatı idarə etmək, bir ölkənin və ya bir təşkilatın sürətli və sabit inkişafı üçün əhəmiyyətli bir prosesdir. Müasir dünyada, iqtisadiyyatın effektiv şəkildə idarə edilməsi daha da əhəmiyyətli hala gəlir.

İqtisadiyyatın effektiv idarə olunması üçün strateji planlar təyin edilməlidir. Bu planlar bir ölkənin və ya təşkilatın uğurlu inkişafı üçün müəyyən hədəfləri və strategiyaları nəzərdə tutur. Strateji planlar iqtisadi siyasətin keyfiyyətini və inkişafın yollarını müəyyən edir. İqtisadiyyatın effektiv idarə edilməsi üçün iqtisadi səbəbləri izləmək əhəmiyyətlidir. Bu, statistik məlumatların toplanması, təhlil edilməsi və səbəblərin anlaşılması deməkdir. Bu, iqtisadiyyatın mövcud vəziyyətini qiymətləndirmək və planlarda dəyişikliklər etmək üçün əhəmiyyətlidir. Maliyyə idarəsi, iqtisadiyyatın inkişafını təmin edir. Bu, büdcələrin idarə olunması, vergi siyasəti və istehsalın təşviqi kimi müxtəlif sahələri əhatə edir. İqtisadiyyatı effektiv şəkildə idarə etmək üçün texnologiyalardan və innovasiyalardan istifadə etmək əhəmiyyətlidir. Texnologiyalar iqtisadiyyatın sürətli inkişafına və məhsuldarlığın artmasına kömək edir.

İqtisadiyyatın daha da yaxşı idarə edilməsi üçün dərin təhlil edilməlidir. Bu, iqtisadi məsələləri başqa sahələrlə əlaqələndirməyi və bütün perspektivləri nəzərdə tutmağı tələb edir. Əlavə olaraq, iqtisadiyyatın idarə edilməsi müvafiq siyasət və qurumların təyin edilməsini də tələb edir. Effektiv idarəçilik, ölkələrin və təşkilatların inkişafı üçün əhəmiyyətli bir amil vəziyyətindədir.

Ədəbiyyat siyahısı:

1. İnternet resursları
2. A.Ş.Şəkərəliyev. Dünya iqtisadiyyatı və beynəlxalq iqtisadi münasibətlər. B., 1999
3. İ.Ş.Dadaşov. Elmi-texniki tərəqqinin istiqamətləri və onların səmərəliliyi. B., 1992
4. Экономика. Учебник. М., 1999 21. Мировая экономика. Учебник, М., 1999
5. Ломакин В.К. Мировая экономика. М., 1998
6. Кудров В.М. Мировая экономика. М., 1999
7. The world Bank Global Economic Prospects and the Developing Countries. 2002

XÜLASƏ

SƏNAYE SAHƏLƏRİNDƏ KLASTERLƏRİN FORMALAŞDIRILMASI VƏ ONLARIN SƏMƏRƏLİLİK MEYARLARI

Ölkənin və onun müəssisələrinin rəqabətqabiliyyətliliyinin və inkişafının ən səmərəli alətlərindən biri klasterlərdir. Odur ki, klasterlərin formalaşdırılması və onların səmərəlilik meyarlarının müəyyənləşdirilməsi müasir dövrün əsas vəzifələrindən biridir. Qeyd edilənlər baxımından məqalənin mövzusu aktualdır. Məqalədə müəyyənləşdirilmişdir ki, klasterlər təşkilati, iqtisadi və istehsal münasibətlərinin yüksək inkişaf dərəcəsini xarakterizə edir, sənaye sahələri arasında qarşılıqlı əlaqənin optimallaşdırılmasına gətirib çıxarır. Klasterlər sərt rəqabət şəraitində uğurla fəaliyyət göstərə və ayrı-ayrı müəssisələrlə müqayisədə daha yüksək sürətlə inkişaf edə bilir. Məqalədə klasterlərin bu və ya digər üstünlükləri nəzərə alınaraq, onların inkişaf etdirilməsinin, rəqabətqabiliyyətliliyinin və səmərəliliyinin yüksəldilməsinin zəruriliyi əsaslandırılmış, bu istiqamətlərdə tövsiyə xarakterli təkliflər irəli sürülmüşdür.

***Açar sözlər:** klaster, rəqabət, səmərə, müəssisə, istehsal, məhsul*

SUMMARY

FORMATION OF CLUSTERS IN INDUSTRIAL AREAS AND THEIR EFFICIENCY CRITERIA

Clusters are one of the most effective tools of competitiveness and development of the country and its enterprises. Therefore, forming clusters and determining their efficiency criteria is one of the main tasks of the modern era. In terms of what has been mentioned, the topic of the article is relevant. It is determined in the article that clusters characterize a high degree of development of organizational, economic and production relations, leading to optimization of interaction between industries. Clusters can operate successfully in tough competition conditions and develop at a higher speed than individual enterprises. In the article, taking into account one or another advantages of clusters, the necessity of their development, increasing their competitiveness and efficiency is substantiated, and recommendations in these directions are put forward.

***Key words:** cluster, competition, efficiency, enterprise, production, product*

Əsas hissə

Bu gün klasterlər iqtisadiyyatda çox geniş yayılmışdır. Klasterlər 1990-cı illərdə ABŞ və Avropada inkişaf etməyə başlamış və indiyə qədər elm, hökumət və biznes nümayəndələri arasında əsas əlaqələndirici struktura çevrilmişdir. Klasterdə təşkilatların birgə fəaliyyəti bilik, təcrübə mübadiləsi, ümumi investisiya və innovasiya layihələrində iştirak, ümumi problemlərin həlli və s. formalarında özünü göstərir. Münasibətlərin bu xarakteri klasterdə müsbət sinergetik effektlərin yaranmasına, onun bütün iştirakçılarının məhsuldarlığının və rəqabət qabiliyyətinin artmasına təminat verir. Odur ki, klaster mexanizmlərinin müəssisələrin fəaliyyətində səmərəli şəkildə tətbiqi aktual problemlərdən biridir.

Klasterləşmə sənayenin rəqabət qabiliyyətinin artırılması, müəssisələr tərəfindən yeni texnologiyaların inkişafının dəstəklənməsi, təhsil və texnologiyanın davamlı inkişaf etdirilməsi, investisiyaların cəlb edilməsi, ixracın keyfiyyətinin yüksəldilməsi, yeni bazarlara daxilolma, işsizliyin azaldılması və s. kimi məqsədlərə doğru istiqamətlənmə ilə formalaşır [1, s.111].

Klasterləri formalaşdırmaq alqoritmi üç mərhələdə təqdim olunur.

I Mərhələ (ilkin):

- klaster yaratmaq ehtiyacının əsaslandırılması;
- klasterləşmə potensialının qiymətləndirilməsi və klaster təşəbbüslərinin müəyyənləşdirilməsi;
- klaster layihələrinin reallaşdırılması proqramının hazırlanması.

II Mərhələ (əsas):

- klasterin məqsəd və vəzifələrinin müəyyənləşdirilməsi;
- klaster üzvlərinin tərkibinin müəyyənləşdirilməsi;
- klaster üzvləri arasında kommunikasiyaların inkişafı;
- klasterin inkişafı proqramının reallaşdırılması.

III Mərhələ 3 (son):

- klasterin mövcudluğunun səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi;
- klasterin inkişafı proqramının yenilənməsi.

Klasterlərin formalaşması və inkişafı çox xərc tələb edən prosesdir və müəssisələrin bunu reallaşdırmaq imkanı həmişə olmur. Klasterlərin formalaşdırılmasının əsas məqsədi ayrı-ayrı regionların iqtisadiyyatının rəqabət qabiliyyətini artırmaq, xərcləri azaltmaq, məhsul və xidmətlərin keyfiyyətinin yüksəldilməsi hesabına məhsuldarlığı artırmaqdır.

Klasterlərin formalaşdırılması metodologiyası aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir.

I Mərhələ - meyarlara uyğun olaraq klaster təhlili üçün sahələrin seçilməsi.

II Mərhələ - makro səviyyədə seçilmiş sənaye sahələrinin inkişaf tendensiyalarının təhlili. Bu mərhələnin məqsədi klasterin inkişafının mümkün variantlarını (sənarilərini) əsaslandırmaqdır.

III Mərhələ – standart model əsasında klasterin strukturunu formalaşdırmaq üçün onun iqtisadi göstəricilərinin hesablanması, klasterdə xarici və daxili əlaqələrin qurulması. Mərhələnin məqsədi klasterin strukturunu konkretləşdirmək, klasterdəki əlaqələri formalaşdırmaq və təhlil etməkdir.

IV Mərhələ - orta müddətli dövrdə klasterin artım nöqtələrinin müəyyənləşdirilməsi. Bu mərhələnin məqsədi ərazidə klasterin inkişafının effektini maksimum dərəcədə artırmaq, ona daxil olan müəssisələrin böyüməsi üçün investisiya layihələrini əsaslandırmaqdır.

V Mərhələ - uzunmüddətli perspektiv üçün prioritet klasterlərin inkişafı üzrə konkret tədbirlərin əsaslandırılmasıdır.

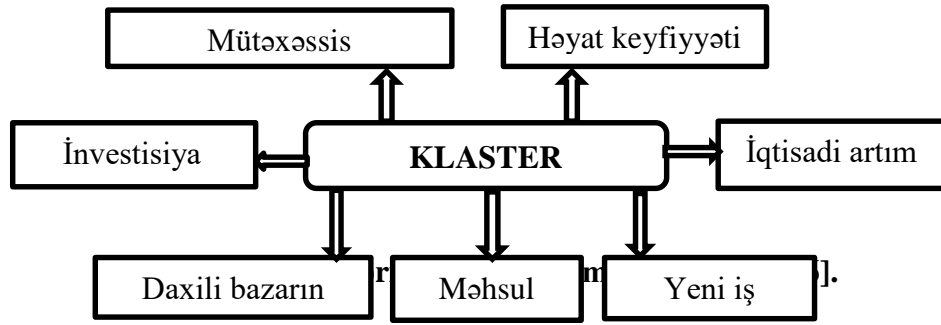
Klasterlərin gələcək inkişafı üçün bir sıra elmi vəzifələr qarşıya qoymaq lazımdır:

1. Klasterin strukturunun və onun əsas elementlərinin əsaslandırılması.
2. Tipik klaster modelinin qurulması.
3. Klasterin effektivliyi meyarlarının seçilməsi.
4. Klasterin riyazi modelinin qurulması.

Fikrimizcə, aşağıdakı göstəricilər klasterin səmərəliliyinin əsas meyarlarındanandır:

- ərazidə iqtisadi artım;
- yeni iş yerlərinin yaradılması;
- əhalinin yaşayışının yaxşılaşdırılması;
- ərzainin daxili bazarının sahə klasterləri tərəfindən istehsal olunan mal və xidmətlərlə doyması;
- klasterlər tərəfindən istehsal olunan məhsulların (xidmətlərin) ixracı;
- əraziyə investorların cəlb edilməsi;
- əraziyə ixtisaslı işçi və mütəxəssislərin cəlb edilməsi.

Bu meyarların hər biri digərlərinə müsbət təsir göstərir və ölkənin inkişafına öz töhfəsini verir. Klasterin səmərəliliyi meyarının qarşılıqlı əlaqəsi şəkildə göstərilmişdir.



Klasterlərin səmərəli şəkildə tətbiqi onların üstünlüklərinin tez bir şəkildə özünü biruzə verməsinə gətirib çıxarar. Klasterlərin əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, onlar sənayenin müxtəlif fəaliyyət sahələrini əhatə edə bilər və bununla da həmin sahələrin inkişafının təşkilatı və iqtisadi dayanıqlığını təmin edə bilərlər. Klasterlərin yaradılmasından əlavə effekt o faktla əldə edilir ki, onlar aşağıdakılara imkan verir:

- məhsulların yaradılmasının əvvəlindən bazar satışına qədər irəliləmiş üçün rəqabət texnologiyası qurmaq;
- zəruri əlavə dəyərə malik yüksək keyfiyyətli və rəqabət qabiliyyətli məhsullar əldə etmək;
- xərclərə qənaət etmək və davamlı satış təmin edən optimal istehsal xərcləri yaratmaq;
- resurs təchizatı, emal, satış və xidmət sahəsində əlaqələrlə birbaşa istehsalı tamamlamaq;
- klasterlərin bütün iştirakçılarının iqtisadi maraqlarını reallaşdırmaq;
- məhsulların bazarda satışına təsir göstərmək;
- resursları idarəetmənin prioritet sahələrində sürətlə cəmləşdirmək, innovasiyaları tətbiq etmək və istehsalda innovativliyin tələb olunan səviyyəsini saxlamaq.

Klasterlərin təşkilatı təcrübəsi göstərir ki, onlar özünü idarə edən və özünü tənzimləyən sistemdir. Onların fəaliyyəti birbaşa və əks iqtisadi əlaqələri və bərabərhüquqlu tərəfdaşlığı dəstəkləməyə, infrastrukturun optimallaşdırılmasına, məhsulların gəlirli bazarlara operativ çıxarılmasını təşkil etməyə; texniki və texnologiyaların təminatının daim modernləşdirilməsinə yönəlib.

Klasterlərin üstünlüklərini nəzərə alaraq, bu sahədə dövlət dəstəyinin göstərilməsini zəruri hesab edirik. Klasterlərin inkişafında dövlət orqanlarının dəstəyinin bir neçə əsas istiqaməti vardır:

1. İnstitusional inkişaf, yəni klasterin strateji planlaşdırılması və müvafiq informasiya sahəsinin formalaşdırılması.
2. Klaster üzvlərinin qarşılıqlı fəaliyyətinin səmərəliliyini artırmaqla onların rəqabət qabiliyyətini təmin edən layihələrin reallaşdırılması.
3. Regionda əlverişli iqtisadi və hüquqi şəraitin yaradılması.
4. Mövcud klasterlərdə biliklərdən səmərəli istifadəyə yönəlmiş strategiyaların hazırlanması və klaster strukturları arasında yeni əməkdaşlıq şəbəkələrinin yaradılması.

Klasterlərin inkişafı onların maliyyələşdirilməsi mənbələrindən çox asılıdır. Odur ki, klasterlərin formalaşmasında maliyyələşmə aktual problemlərdən biridir. Klasterlərin işinin stimullaşdırılması problemlərinin həlli üçün aşağıdakı mənbələrdən klasterə maliyyə dəstəyi təklif etmək olar: dövlət, regional və yerli büdcələrdən, maliyyə və kredit təşkilatlarından vəsaitlər; klaster iştirakçılarından ayırmalar; investor vəsaitləri, qrantlar və s. [3, s.94].

Dünya təcrübəsi göstərir ki, sürətlə inkişaf edən müəssisələr və ya tədqiqat institutları klasterlərin yaranması üçün əsas ola bilər. Klaster strukturunun mövcudluğu regionun və müxtəlif sənaye sahələrinin, o cümlədən, tikintinin, nəqliyyatın, kənd təsərrüfatının və s. sahələrin innovativ fəaliyyətinin qiymətləndirilməsi üçün əsas meyar hesab oluna bilər. Klaster üzvlərinin əməkdaşlığı və ixtisaslaşması onlara rəqabət qabiliyyətinin, fəaliyyətlərinin

səmərəliliyinin və maliyyə sabitliyinin təmin edilməsi kimi bəzi mühüm üstünlüklər əldə etmək imkanı verir.

Klasterlərdən istifadə etməklə müəssisələrin rəqabət qabiliyyətinin artırılmasına kömək etmək olar. Bunun üçün klasterlərin özlərinin rəqabət qabiliyyətliliyini artırmaq lazımdır. Klasterlərin rəqabət qabiliyyətinin artırılmasının prioritet istiqamətləri aşağıdakılar ola bilər:

- tələb olunan ixtisaslara malik kadrların hazırlanması sahəsində kommersiya və təhsil strukturları arasında əməkdaşlığın inkişafı;

- yerli malların xarici bazarlara çıxarılmasını asanlaşdıracaq və regiona rəqibləri, təchizatçıları və istehlakçıları cəlb edəcək klaster subyektləri arasında qarşılıqlı əlaqələrin genişləndirilməsi və dərinləşdirilməsi;

- istehsal proseslərinin və məhsulların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasının açarı olan müxtəlif peşəkar qrupların həvəsləndirilməsinin adekvat üsullarından müəssisədaxili səviyyədə istifadə;

- kiçik və orta yüksək texnologiyalı müəssisələrin fəaliyyəti üçün zəruri olan istehsal infrastrukturunun yaradılması;

- regionların iqtisadiyyatının əlaqəli sahələrinin inkişafı;

- birgə innovasiya və texnologiya mərkəzlərinin yaradılması;

- institusional mühitin təkmilləşdirilməsi (qanunvericiliyin, sertifikatlaşdırma və standartlaşdırma sistemlərinin təkmilləşdirilməsi) və s.

Nəticə

Beləliklə, klasterlər təşkilati, iqtisadi və istehsal münasibətlərinin yüksək inkişaf dərəcəsini xarakterizə edir, təsərrüfat subyektləri arasında qarşılıqlı əlaqənin optimallaşdırılmasına gətirib çıxarır. İnkişaf və əməkdaşlığın birləşməsi klasterin formalaşmasının şəbəkə strukturunu müəyyənləşdirir. Yaranan məhsulların satış bazarları genişlənir və nəticədə klasterin formalaşmasında iştirak edən bütün qurumlar faydalanır. Klaster rəqiblərin fəaliyyətinə adekvat reaksiya verir və bazar oyununda daha güclü iqtisadi addım atmağa qadirdir. Klaster öz üzv təşkilatlarına çevikliyi və müstəqilliyini qorumağa imkan verir. Bu faydaları yalnız müstəqil firmalar istehsal gücünü artırmaq və ittifaqlara qoşulmaqla əldə edə bilərlər. Qeyd olunanlar klasterlərin fəaliyyət mexanizminin daha da təkmilləşdirilməsini və iqtisadi artımı təmin etməyə, resurs bazasının təkmilləşdirilməsi və inkişafına, innovasiya sisteminin reproduktiv strukturunun təkmilləşdirilməsinə, sosial-iqtisadi inkişafın sürətləndirilməsi kimi müsbət sosial-iqtisadi effektlər əldə etməyə imkan verəcəkdir.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Zeynallı L., Zeynallı A. Klaster fəaliyyətinin insan kapitalına və rəqabət qabiliyyətinə təsiri. İpək yolu, № 3, 2019, s.104-115

2. Вязинская-Лысова, Н. А. Кластеры в региональной экономике, их эффективность и подходы организации / Н. А. Вязинская-Лысова // Вопросы региональной экономики. – 2021. – № 1(46). – С. 46-55.

3. Ежакова, Н. В. Значение инновационных кластеров для активизации инновационной деятельности организаций / Н. В. Ежакова // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – 2018. – № 2(60). – С. 92-97

SALAHOV M.Ə.
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti,
professor,
Email: msalahov44@mail.ru

MÜXTƏLİF MÜHƏNDİS BİNA VƏ QURĞULARIN HAVA NƏQLİYYATI (HELİKOPTER KRAN) VASİTƏSİLƏ İNŞASININ PERSPEKTİVLƏRİ

Аннотация. Статья посвящена новой проблеме монтажа при помощи вертолета, инженерного здания и сооружения.

В труднопроходимых гористых, болотистых и лесных местностях, где устойчиво дорог, транспортирование телевизионных и радио опор, материалов к местам установки весьма сложны, экономически невыгодны или технически невозможны, оказалось нецелесообразным применение вертолетов не только для доставки деталей опор на пикеты, но и для их монтажа.

PROSPECTS OF CONSTRUCTION OF VARIOUS ENGINEERING BUILDINGS AND FACILITIES VIA AIR TRANSPORT (HELICOPTERS)

Abstract. The article addresses the emerging challenge of using helicopters for the installation of engineering buildings and structures.

In regions characterized by rugged terrain, such as mountains, swamps, and dense forests, where road access is limited or unstable, the transportation of television and radio supports and installation materials to these sites presents considerable complexity, economic inefficiency, or technical impracticality. This has led to the reconsideration of the use of helicopters, not only for the delivery of support components to designated sites but also for their actual installation.

Açar sözlər: hündür qurğular, elektrik xətlər, müxtəlif idarəetmə, avtomatlıq şəraitdən inkişaf, məsafələr, dayaq

Keywords: high installations, power lines, various controls, development from automatic conditions, support distances

Giriş. Kiçik ölçülü plana nisbətən xeyli hündür olan qurğulara mühəndisi qurğular deyilir. Bu cür qurğular misal olaraq, televiziya və radio 400÷800 m qüllələri 75 m elektrik dayığı, hündürlüyü 100 m olan elektrik ötürücü xətlər və s. göstərmək olar.

Hündürdüyü en kəsiyinin ölçülərindən qat-qat çox olan qurğulara yüksək qurğular deyilir. Belə qurğular əsas etibarilə üfüqi yükləri (binalardan ən başlıcası küləkdir) qəbul etmək üçün işləyir.

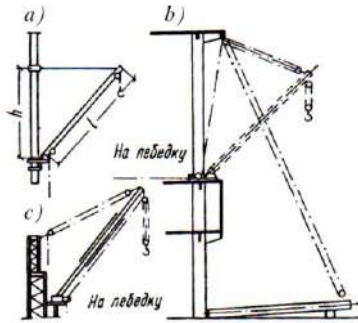
Yüksək qurğulara televiziya, radio qüllələri qurğuların dayaqları və onların antenləri, meteoroloji qüllələr hava elektrik xətlərinin dayaqları və s. üçün deyil, onlar olmasa, tele və radio kommunikasiyanın gələcək inkişafı, elektrik enerjisinin uzaq məsafədə verilməsi mümkün deyil.

Yüksək mühəndis qurğuların inşasında sadə yükqaldırıcı qurğulardan: televiziya, radio elektrik xətləri və s. yerli şəraitdən asılı olaraq yəni bataqlıqlardan, yüksək dağlıq hissədən. Çətin qruntlardan istifadə etmək çətin olduğu üçün müxtəlif hidravlik qaldırıcılardan istifadə olunur.

Misal olaraq ağırlığı 5-200 ton olan yükləri vantalanmış dorluqollu kranlar vasitəsilə quraşdırılmasında geniş istifadə olunur. Dorlu-qollu kranlar bir sıra texnoloji çətinliyi olmasından irəli gələn narahatlığı, iş cəbhəsinin sahəsinin 276 məhdudluğu və onların bir yerdən başqa yerə köçürülməsində çətinliklər yaranır. Bunlarla əlaqədar olaraq, müxtəlif təyinatlı (elektrik xətləri, radio, televiziya qüllələri, dirəklər və binalar) inşasının çətin olan rayonlarda, yol çəkilməsi mümkün olmayan dağ-təpə, çay, bataqlıq və s. yerlərdə bütün dünyada helikopterlə Rusiyada, ABŞ-da, Çində, Koreyada və s. (helikopter kranından) istifadə olunur (şəkil 1, 2, 3). Hal-hazırda bu ölkənin alimləri elmi tədqiqat işləri aparırlar ki, müasir konstruksiyaların quraşdırılması, layihə vəziyyətinə gətirilməsi prosesləri üçün avtomatik, yarımavtomatik avadanlıqlarla təchiz olunması tələb olunur. Helikopter kranının əsas növləri aşağıdakılardır:

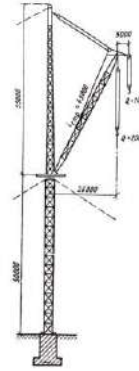
Mİ-4, Mİ-6, Mİ-8, SK-24 və Mİ-10.

Bu kranların içərisinə quraşdırma işlərində texniki və iqtisadi cəhətdən ən əlverişlisi Mİ-10 markalı helikopter kranıdır. Bu kranın üstünlüyü ondan ibarətdir ki, müxtəlif iki yüksəklikdə idarəetmə kabinəsi var, idarə olunması avtomatik yerinə yetirilir, eyni zamanda bu kranlar 5-6 yükqaldırıcı müxtəlif markalı kranları əvəz edir. Helikopter-БК-300 kranı vasitəsilə hündürlüyü 180, 38 və 535 m televiziya qüllələrini, hündürlüyü 90-180 m radio, hündürlüyü 50-120 m olan tüstü bacaları və elektrik xətləri dayaqlarından istifadə olunur. Mühəndis qurğuları əsasən metaldan, dəmir-betondan hazırlanır. Yəni qüllənin aşağı hissəsi dəmir-beton, yuxarı hissəsi isə metaldan olur.



Şəkil 1. Quraşdırma qolları:

- a) daim maillilik bucağı ilə;
- b) dəyişən maillilik bucağı ilə;
- c) qaldırma zamanı vəziyyəti



Şəkil 2. 200t yükqaldırma qabiliyyətinə malik КБ-380 markalı vantalı kran



Şəkil 3. Elektrik xətti dayağının SK-24 markalı helikopterlə nəql olunması



Şəkil 4. Inventar binaların SK-24 helikopterlə nəql olunmuş sxemi

Ancaq qüllə bütöv metaldan hazırlandıqda əlverişli olur, çünki hündürlüyü 150 m olan qüllənin hazırlanması dəmir-betona nisbətən 20-30% ucuz başa gəlir.

Qüllələrin helikopterlərin köməyi ilə calama üsulu ilə quraşdırılması (şəkil 5) maşının yükqaldırma gücünə uyğun olaraq yerinə yetirilir. Hər bir blok tutucularla və blokun məsafədən tuşlanması və layihədə nəzərdə tutulmuş vəziyyətdə quraşdırılmasını təmin edən

fiksəedici quraşdırma cihazları ilə təchiz olunur. Bu işlər üçün xüsusi traverslərdən, məsafədən idarə edilən ilməkləmə sistemi olan troslardan və küləyin təsiri ilə və ya helikopter vintlərinin işləməsi nəticəsində yellənmə amplitudunu azaldan xüsusi qurğulardan istifadə olunur. Blok helikopterin kabinəsindən tuşlanır, tutucu və istiqamətləndirici qurğular sistemi ilməkləmədən sonra blokun sabitliyini təmin edir. Blokun layihədə nəzərdə tutulmuş son vəziyyətə çatdırılmasını və bərkidilməsini quraşdırıcılar həyata keçirir. Bloklar buraxıldıqdan sonra onlar xarici pilləkəndə əvvəlcədən bərkidilmiş taxtabəndlərə çıxıb layihədə nəzərdə tutulmuş bərkitmə işlərini, tikişlərin daxili və xarici qaynaqla tutulması, bolt birləşmələrinin quraşdırılması işlərini yerinə yetirirlər.

Calama (artırma) metodu ilə quraşdırma dövrünə aşağıdakılar daxildir:

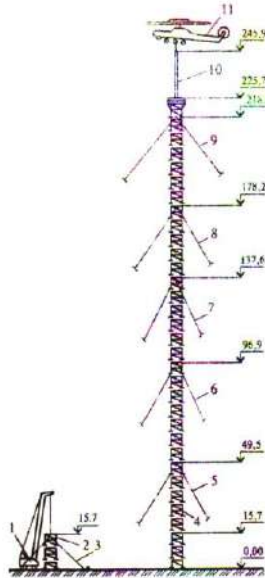
- quraşdırılmaya hazır blokun ilməklənməsi, yerdən aralanma və 2,5-3 m hündürlüyə qaldırma;
- yükün sakitləşməsi üçün blokun aralıq hündürlüyü aramla qaldırılması, blokun quraşdırma zonasına tərəf aparılması;
- helikopterun blokun alt hissəsi ilə quraşdırma nöqtəsinin yuxarı hissəsi arasındakı 1,5-2 m məsafədə quraşdırma vertikalına çıxması;
- quraşdırma üçün asılı qalma və blokun layihədə nəzərdə tutulmuş vəziyyətdə quraşdırılması;
- yükün ilməkdən açılması və quraşdırılmış olmasına baxmayaraq, hələ bərkidilməmiş konstruksiyaya küləyin təsirini azaltmaq üçün helikopterin yuxarı qalxması. Bütün quraşdırma tsikli 15-20 uçuş dəqiqəsindən çox ol-mamalıdır.

Tam hazır radiorele xətlərinin helikopterlərin köməyi ilə şarnirin ətrafında fırlatma üsulu ilə quraşdırılması çətin keçilən rayonlarında uğurla həyata keçirilmişdir. Amma helikopterlərin yükqaldırma qabiliyyətinin aşağı olması səbəbindən bu metod geniş surətdə istifadə edilmir.

Qaldırılmazdan əvvəl qüllə texnoloji avadanlıqla tam təchiz olunur. Quraşdırma zamanı o, istiqamətləndiricili, tarazlaşdırıcı vasitəsilə portalın qaldırıcı ramasına söykənir. İrəliləmə prosesində qülləni şaquli vəziyyətdə saxlamaq üçün müvəqqəti və daimi geri dartıcılardan istifadə olunmur.

Qüllələrin şarnirin ətrafında fırlatma və böyütmə üsulu ilə quraşdırılması məhdud hallarda tətbiq edilir.

Qüllə və dor qurğularının helikopterlərin köməyi ilə quraşdırılması zamanı artırma və şarnirin ətrafında fırlatma metodları tətbiq edilir.



Şəkil 5. Helikopterlərin köməyi ilə artırma üsulu ilə qüllənin quraşdırılması

1-kran; 2-birtiqli seksiya; 3-gərici polad məftillər; 4- Mİ-10 markalı helikopterlə quraşdırılan birtiqli seksiya; 5-9 – geri dartıcılar; 10-quraşdırılan antena; 11-helikopter

Çətin keçilən, yol salınması, elektrik xətti dayaqlarının daşınması, materialların quraşdırma yerinə çatdırılması iqtisadi cəhətdən sərfəli olmayan və texniki baxımdan qeyri-mümkün olan dağlıq, bataqlıq və meşəlik yerlərdə helikopterlərin təkəcə dayaq detallarının tələb olunan yerə çatdırılmasında, həm də onların quraşdırılmasında tətbiq edilməsi məqsədəuyğun olmuşdur.

Krımında dağlıq, dərə-təpəlik, yüksək ağacları olan meşəlik ərazidə 1.3t yükaldırma qabiliyyətinə malik və yük asmaq üçün qurğuları olan helikopterlərdən istifadə olunmuşdur. Dayaqlar və ya seksiyalar helikopter vasitəsilə ilməklə üfüqi vəziyyətdə asılmış halda quraşdırma yerinə gətirilir və helikopter havada asılı vəziyyətdə qalaraq, asta-asta aşağı enməklə bünövrələrin yanına qoyulurdu. Bu zaman ilməkdə əmələ gələn boşluq yükü tez ayırmağa imkan verirdi və helikopter növbəti yükün ardınca gedirdi. Dayaq elementləri yerdə yığılır və inventar şarniri vasitəsilə bünövrəyə bərkidilirdi. Quraşdırma zamanı helikopter dayaq üzərində asılı vəziyyətdə dururdu, quraşdırıcılar ondan aşağı sallanan ilməyi polispastın dartıcı ipinə bərkidirdi və helikopter yüksələrək dayaq fırlatma metodu ilə rəvan şəkildə qaldırırdı (şəkil 6). Helikopterlə quraşdırıcılar arasında rabitə radio və ya daxili danışmaq cihazı vasitəsilə həyata keçirilirdi. Helikopterin yükaldırma qabiliyyətindən iki dəfə ağır olan və hündürlüyü 22 m-ə çatan dayaqlar bu üsulla quraşdırılırdı. Helikopterlərin köməyi ilə fırlatma metodu ilə quraşdırma dayaq müvəqqəti quraşdırma dirəyi ilə uzadılması vasitəsilə də həyata keçirilir. Bu zaman dayaq ayrı-ayrı seksiyaları helikopterlə bünövrənin yanına gətirilir və burada yığılır. Yığılmış dayaq inventar şarnirin üzərinə qoyulur. Sonra dayağa çarpaz daxil edilir, yuxarı tərəfinə isə dirək qoyulur və yivli qarmağı olan vantaların köməyi ilə bərkidilir. Bu halda yaranan moment aşağıdakı kimi hesablanır:

$$Qk \frac{L}{2} = 1.5LS, \quad (1)$$

burada k - sürünmə gücünün və ətalət gücünün hesablanma əmsalı;

Q - dayaqın ağırlığı;

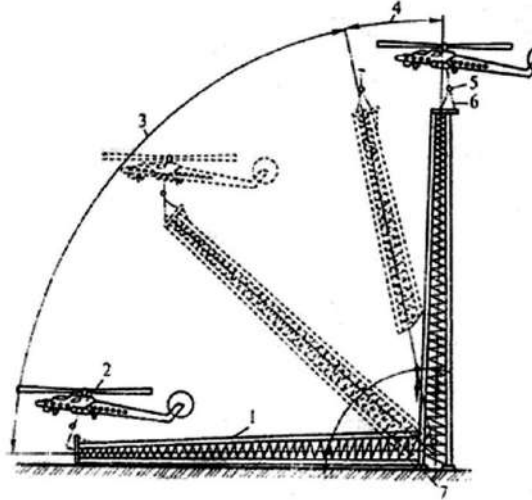
L - dayaqın hündürlüyü;

S - helikopterun yükaldırma qabiliyyəti.

Helikopterlə zəruri olan yükaldırma qabiliyyəti aşağıdakı düsturla tapılır:

$$S = \frac{Q}{3}k, \quad (2)$$

Yəni dayaqın kütləsindən, təxminən, 3 dəfə az. Yüksək dayaqlar (93,5 m-ə qədər) helikopterlərin köməyi ilə iri bloklarla artırma metodu ilə quraşdırılır. Dayaqın 50 m hündürlüyü olan aşağı hissəsi KC-255 markalı tırtıllı kranla quraşdırılır. Blokları layihədə nəzərdə tutulmuş vəziyyətdə dəqiq qoymaq üçün quraşdırılan blokun qurşaqlarının irəli çıxan yuxarı uclarına boltların köməyi ilə quraşdırılan seksiyanın qoyulmasını asanlaşdıran və aşağı uclarının tikiş bəndi sürüşüb çıxmasının qarşısını alan maili istiqamətverici mili olan tikişə bərkidilir. Quraşdırılan seksiyaların qurşaqlarının aşağı uclarının qaçmaması üçün onları polad naqillə bir-birinə bağlayırlar. Uçuş zamanı seksiyaların yellənməsinin və fırlanmasının qarşısını almaq üçün helikopterlərin füzələrinin aşağı tərəfinə asılmış seksiyaların yuxarı hissəsini tutan sərt rəmə bərkidilir. Bir seksiyaların quraşdırılma müddəti 35-40 dəqiqədir.



Şəkil 6. Qülləni şarnirin ətrafında fırlatmaqla quraşdırılması

1-quraşdırılan qüllə; 2-Mİ-10 helikopteri; 3-qaldırma trayektoriyası; 4-son fırlatma mərhələsi; 5- tarazlıq traversi; 6-qaldırıcı əyləc sistemi; 7-fırlatma şarniri

Bir-birinə yaxın məsafədə yerləşmiş obyektlərdə əvvəlcədən yerdə yığılmış konstruksiya elementlərinin quraşdırılması zamanı helikopterlərdən istifadə daha çox effekt ola bilər. Bu, helikopterin icarə dəyərini xeyli aşağı salmağa, maşının obyektə, obyektədən də bazaya gedib qayıtma məsrəflərini azaltmağa imkan verir.

Helikopterlər tətbiq edilərkən nəqliyyat-quraşdırma işlərini asanlaşdıran və sadələşdirən bəzi üsul və qurğulardan istifadə olunur. İkitərəfli radioəlaqə, elastik asmadan asılmış yükün yerə qoyulmasını asanlaşdıran istiqamətləndirici və tutucu cihazlar bu qəbildəndir.

Ancaq helikopterlərin inşaat işlərində tətbiq edilməsinin bəzi narahatlıqları da var: məsələn, maşının obyekt üzərində məhdud müddətdə (1-3 dəq.) asılı qalma imkanı quraşdırmanın dəqiq yerinə yetirilməsini çətinləşdirir, yüklər çöl tərəfdən asılı olduqda isə helikopter kifayət qədər sabit olmur.

Hal-hazırda daha effektiv havada quraşdırma kranlarının hazırlanması sahəsində işlər aparılır. Məsələn, inşaat üçün pilotsuz bağlanmış helikopterlər işlənilib hazırlanır. Onların ağırlığını azaldıb uçuş vaxtını artırmaq üçün yanacaq helikopterə şlankla yerdə quraşdırılmış çənlərdən veriləcək, idarəetmə isə məsafədən həyata keçiriləcək.

Yaxın gələcəkdə daşıma-quraşdırma işləri üçün helikopterlə müqayisədə xeyli yükqaldırma qabiliyyətinə, daha çox iş radiusuna və uzun uçuş müddətinə malik olan dirijablardan istifadə etmək nəzərdə tutulur.

Aviasiyanın və havada üzən vasitələrin inşaatda tətbiqi yalnız iki halda məqsədəuyğundur:

1) texniki zərurət yarandıqda, yəni yerüstü quraşdırma vasitələrindən istifadə etməklə quraşdırmanın digər mexanizasiya vasitələrinin tətbiqi qeyri-mümkün olduqda;

2) iqtisadi baxımdan məqsədəuyğun olduqda.

Sonuncu halda hava vasitələrinin istismarına çəkilən xərclərin ümumi məbləği quraşdırma kranlarının işi ilə və ya yerüstü kransız quraşdırma vasitələrinin tətbiqi ilə bağlı çəkilən xərclərdən çox olmamalıdır.

Nəticə. Güclü helikopterlərdən quraşdırma vasitəsi kimi geniş istifadə etməklə çox hündür bina və qurğuların quraşdırma metodları işlənilib hazırlanacaq və tətbiq ediləcək. Bu məqsədlər üçün dirijablın tətbiq edilmə layihələri işlənilib hazırlanır.

Texnoloji avadanlığın quraşdırılmasının təkmilləşdirilməsi quraşdırılan elementlərin istehsalçı zavodlarda və tikinti meydançalarında iriləşdirilməsinə, həmçinin inşaat

konstruksiya və avadanlıqlarının kompleks şəkildə quraşdırmanın inkişaf etdirilməsinə yönəlmişdir. İşlər ixtisaslaşdırılmış quraşdırma təchizatı ilə komplektləşdirilmiş yüksək qaldırıcılıq qabiliyyətinə malik mobil quraşdırma vasitələri ilə (pnevmatəkərli gedişi olan qollu kranlarla) yerinə yetiriləcək. Eyni zamanda ədədli yüklərin bir yerdən başqa yerə aparılması üçün etibarlı və rahat avtomat və yarımavtomat tutacaqlardan, quraşdırılan detalların avtomatik olaraq yoxlanması və layihədə nəzərdə tutulmuş vəziyyətdə quraşdırılması üçün cihazlardan və qurğular-dan, habelə kranın işçi orqanının optimal hərəkətə başlamasını və dayanmasını təmin edən inşaat kranlarının daxili avtomatik ötürücü sistemindən istifadə ediləcək.

Yığma dəmir-beton konstruksiyaların buraxılışı ilə monolit dəmir-beton istehsalı arasında nisbətən yığma konstruksiyaların xeyrinə dəyişməsinə baxmayaraq, monolit dəmir-beton həcmələrinin də illik artımı göz qabağındadır.

İstifadə olunan ədəbiyyat siyahısı

1. Salahov M.Ə. Xüsusi təyinatlı bina və qurğuların inşasının texnologiyası. – Bakı: Azərbaycan Nəşriyyatı. – 2017. – 394 s.
2. Салахов М.А. Методы расчета собираемости и надежности строительных конструкций. – Баку. – 1998.
3. Соколов Г.К., Гончаров А.А. Технология возведения специальных зданий и сооружений. – Москва. – 2005. – 345 с.
4. Штол Г.И. Строительство зданий в условиях жаркого климата. Москва: Стройиздат. – 1996. – 349 с.

RESPUBLİKAMIZIN TİKİNTİ SEKTORUNDA İDARƏETMƏNİN TƏŞKİLATI-İQTİSADİ SİSİTEMİ VƏ ONUN TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİNİN ƏSAS İSTİQAMƏTLƏRİ

i.ü.f.d., dosent əvəzi Vəliyev Fərahim Əlif oğlu

ORCID 0000-0003-1912-0515

E-mail: araz96@rambler.ru

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

Xülasə

Tikinti kompleksində müəssisələrin səmərəli idarəetmə sisteminin, tikinti şirkətlərinin davamlı inkişafı mexanizminin formalaşdırılmasında, müəssisə üçün davamlı artımın təmin edilməsində təşkilati-iqtisadi aspektlər mühüm rol oynayır və burada həmin aspektləri nəzərdən keçirəcəyik.

Tikinti kompleksi üçün davamlı inkişaf mexanizmi dedikdə inşaat istiqamətli müxtəlif müəssisə və firmaların nəinki bütün mövcud komponentləri ilə nəinki saxlamaq, eyni zamanda müsbət diapazonda zəruri parametrləri inkişaf etdirmək, bazar mövqelərini genişləndirmək imkanlarından istifadə etmələri nəzərdə tutulur. Qeyd edilir ki, tikinti kompleksi Azərbaycan iqtisadiyyatının çox mühüm sahələrindən olduğundan tikinti kompleksi olmadan və onun xalq təsərrüfatında iştirakını nəzərə almadan elmi-texniki tərəqqini sürətləndirmək demək olark ki, mümkün deyildir.

Açar sözlər: *təşkilati-iqtisai sistem, tikinti kompleksi, regional iqtisadiyyat, təsərrüfat subyekti, mexanizm, müəssisənin davamlı inkişafı, assosaiya*

Giriş

Bir qayda olaraq tikinti kompleksində təşkilati-iqtisadi idarəetmə sistemi bir-birlə yalnız funksional olaraq deyil, eyni zamanda müəssisədə mövcud istehsal şəraitində müəyyən edilmiş texnoloji proseslərin və əməliyyatların yerinə yetirilməsi üçün lazım olan icraçılarda daxil olmaqla texnoloji və texniki avadanlıqlardan, istehsal vasitələrindən, istehsal obyektlərindən və subyektlərindən istifadə edərəkən bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqələrin məcmusu şəklində mövcud olur.

Tikinti kompleksində təşkilati-iqtisadi idarəetmə sistemi mürəkkəb sistem olmasına baxmayaraq onu sadələşdirib idarəetmənin məqsədinə nail olmaq üçün effektiv meyarlar olacaq optimal funksional parametrlərin yaranmasına zəmanət verən vəzifələrə uyğunlaşdırmaq olar.

Qarşıya qoyulmuş məqsədlərə nail olmaq üçün fəaliyyət zamanı tikinti kompleksində idarəetmənin təşkilati-iqtisadi sisteminin davranışı bir qayda olaraq müəyyən funksiyaların yerinə yetirilməsi ilə sistemin özünün davamlı işləməsini təmin edən çoxlu sayda vaxt ardıcılığı ilə sistemin vəziyyətləri, strukturu ilə müəyyən edilir. Burada struktur dedikdə tikinti kompleksinin daxili təşkili, idarəetmə sisteminin qayda və quruluşunu nəzərdə tuturuq.

Qeyd etmək lazımdır ki, biz burada tikinti kompleksi dedikdə xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələri üçün kifayət qədər və zəruri olan əsas daşınmaz əmlak vasitələrinin yaradılması zamanı ictimai istehsalda öz funksiyasını yerinə yetirən, kapital qoyuluşlarının həyata keçirilməsini təmin edən təşkilat və müəssisələr qrupunu nəzərdə tuturuq. Hüquqi şəxs statusuna malik olub müstəqil fəaliyyət göstərən təsərrüfat subyektlərini də tikinti müəssisələrinə aid etmək olar.

Müsair şəraitdə iqtisadi cəhətdən inkişaf etmiş qabqcıl ölkələrdə fəaliyyət göstərən əksər tikinti şirkətləri üçün təşkilati-texniki xarakterli birlik ümumi xüsusiyyətə çevrilir, hansı ki bu birlik fəaliyyət növünə görə oxşar müxtəlif tikinti şirkətlərinin inkişafı, yaradılması və qarşılıqlı əlaqəsi əsasında qurulmalıdır. Bu cür tikinti şirkətləri onların iqtisadi və istehsal maraqlarına uyğun olaraq və könüllü olaraq onların üzvlük haqlarının səviyyəsinə uyğun müxtəlif təşkilati və informasiya dəstəyi, hətta kömək ala biləcəkləri tikinti istiqamətli assosiyalara qoşulurlar.

Müxtəlif assosiyalara daxil olan tikinti şirkətlərini funksional və istehsal xarakterlərinin əlamətlərindən asılı olaraq üç növə bölmək məqsəduyğundur.

Birinci qrupa özünün spesifik istiqaməti üzrə hər hansı bir iş növünü, məsələn tamamlama, beton, sanitariya-texniki, elektrotexniki, metal konstruksiyaların quraşdırılması işlərini həyata keçirən tikinti istiqamətli müəssisələr assosiasiyaları daxildir. Buna misal olaraq ABŞ-da izolyasiya işlərini tikinti podratçılarının milli assosiasiyası həyata keçirməsini və Yaponiyada, qərribə də olsa, bünövrə işlərini təməllərin tikintisi ilə qruntlar mexanikası assosiasiyasının həyata keçirməsinin göstərmək olar.

İkinci qrupa özündə tikinti işləri, onların əhəmiyyətli sektoru, məsələn mənzil tikintisi, ağır sənaye obyektləri və qurğularının tikintisi üzrə ixtisaslaşan təşkilatları birləşdirən assosiasiyalar daxildir. Bu assosiyalara misal olaraq ABŞ - da Milli Kommunal Tikinti Assosiasiyasını, Yaponiyada isə Enerji Tikinti Assosiasiyasını misal göstərmək olar.

Üçüncü qrupa saziş və müqavilə növləri ilə inteqrasiya olunmuş həm baş podrat müəssisələrini, həm də subpodratçı təşkilatlarını özündə birləşdirən assosiasiyalar daxildir. Qeyd etmək lazımdır ki, müəssisə regional, milli və digər prinsiplərə əsasən formalaşır.

Yaradılan bütün assosiasiyalarda demokrtaik mühit olmalıdır ki, istənilən tikinti təyinatlı şirkət fəaliyyət planlarından və iqtisadi maraqlarından asılı olaraq bir və ya bir neçə assosiasiyanın üzv ola bilsin.

Bir çox assosiasiyalar öz fəaliyyətlərini koordinasiya etmək üçün ittifaqlarlarda birləşir və artıq yerli, regional və dövlət hakimiyyət orqanlarında qarşında öz üzvlərinin

tələblərini və maraqlarını əks etdirməyə başlayan iri ittifaqlara və ya milli assosiasiyalara çevirilir.

Belə birliklər öz nümayəndələri vasitəsilə müəyyən məlumatları alaraq, bu məlumatları təhlil edir və sonra birgə qərarla müxtəlif təkliflər formalaşdırır, məsələn, qanunverici orqanlara qanun layihələri təklif edə bilirlər.

Yaradılan bu birliklər tərkibinə tikinti materialları, tikinti, mexanikləşdirmə və avtomatlaşdırma, rəqəmsallaşdırma, təhlükəsizlik tədbirləri, ekologiya sahəsində elmi tədqiqatların aparılmasına, mühəndis-texniki və inzibati heyət üçün konfransların təşkilinə sərf olunan vəsaitlərin də daxil olduğu elmi-tədqiqat fondları yarada bilər. Ümumiyyətlə, Qərbin qabaqcıl və iqtisadi cəhətdən inkişaf etmiş ölkələrdə bütün iriləşdirilmiş assosiasiyalar həm müxtəlif tikinti şirkətləri, həm də tikinti kompleksi üçün həyati vacib problemləri həll edir. Bu təcrübə respublikamızda böyük səmərə verə bilər.

Respublika iqtisadiyyatının çox mühüm sahələrindən olduğundan tikinti kompleksi olmadan və onun xalq təsərrüfatında iştirakını nəzərə almadan elmi-texniki tərəqqini sürətləndirmək demək olark ki, mümkün deyildir.

Müxtəlif tikinti şirkətlərinin və təşkilatlarının inkişafı üçün şərait yaratmağa və bütün tikinti kompleksinin rəqabət qabiliyyətini təmin etməyə imkan verən tikinti kompleksinin idarə edilməsinin təşkilati-iqtisadi mexanizminin formalaşdırılmasının tədqiqi çox mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Tikinti kompleksində səmərəliliyin yüksəldilməsində innovasiyaların əhəmiyyəti

Biz innovasiya dedikdə proseslərin səmərəliliyini, məhsulların keyfiyyətinin bazar üçün lazım olan səviyyədə təkmilləşdirməyi təmin edən və zamanət verən yeni olan hər şeyi başa düşəcəyik. Həyat keçirilən innovasiya sosial-iqtisadi, elmi, cari və mədəni tələblərə cavab verməlidir.

Biz tikinti kompleksinə misal olaraq yeni müəssisənin tikintisini, yeni texnologiyaların tətbiqi məqsədi ilə mövcud müəssisənin genişləndirilməsini və ya yenidən qurulmasını, mənəvi və fiziki cəhətdən köhnəlmiş avadanlığın dəyişdirilməsi məqsədilə müəssisənin texniki cəhətdən yenidən təchizatını, tikintinin bütün sahələrinə rəqəmsal iqtisadiyyatın tətbiqini göstərə bilərik.

Müasir dövrdə tikinti kompleksində innovasiya yeni tikintinin təşkilini, qabaqcıl texnologiyaların tətbiq edilməsi ilə mövcud müəssisənin genişləndirilməsini, mövcud müəssisənin, qurğuların və binaların texniki yenidən təchizat məqsədi ilə yenidən qurulmasını, tikintinin bütün sahələrinə rəqəmsal iqtisadiyyatın tətbiqini aid edə bilərik.

Tikinti kompleksi regionların iqtisadiyyatında əsas struktur bölmələrindən biri olduğundan tikinti kompleksi bir çox məsələlərin həllində məsul olur ki, bunlara aşağıdakıları göstərmək olar:

- ilk növbədə, vətəndaşlar üçün rahat, təhlükəsiz, ən əsası keyfiyyətli, qiymət baxımından baha olmayan mənzil tikintisi;
- tikinti kompleksində demək olar ki, bütün ciddi şəkildə köhnəlmiş kommunal infrastrukturunu modernləşdirmək ;
- tikinti kompleksi mənzil tikintisi ilə yanaşı, abadlıq işləri də həyata keçirir;
- sənaye obyektlərinin tikintisi və inşası;
- yol infrastrukturunun tikintisi və yollar layihələndirmə, tikinti, texniki xidmət və təmir işlərini həyata keçirən kimi tikinti sahəsinə aid edilməlidir.

Gördüyünüz kimi, həyata keçirilməli olan vəzifələr genişdir, böyük miqdarda pul vəsaiti və səlahiyyətli xidmətlər tərəfindən lazımı nəzarətin həyata keçirilməsini tələb edir. Tikintiyə lazımı vəsaiti yönəltmədən müəyyən bir ərazidə kompakt yaşayan bütün əhəlinin həyat səviyyəsinin keyfiyyətinin və səviyyəsinin yüksəldilməsinə nail olmaq mümkün deyil. Bu vəzifələri həyata keçirilməsini təmin edəcək adekvat mexanizmlərin və kifayət qədər inkişaf etmiş idarəetmə sisteminin olması zəruridir. Tikinti komplekslərinin idarə edilməsinin

nəzəri aspektlərini daha yaxından araşdırdıqdan sonra, tikinti komplekslərinin özünə müəyyən struktur elementlərinin daxil etməli olduğu ümumi qaydaları tapmaq olar.

Tikintidə, ilk növbədə, əsas fundamental prinsip prinsiplərə ilk növbədə mərkəzsizləşdirmə, yəni regional hakimiyyət orqanları tərəfindən inhisarçılığa imkan yaradan qərarların verilməsindən uzaqlaşma və iqtisadi azadlıq əsaslanan bərabərlik, qarşılıqlı faydalı tərəfdaşlıq təmin edən qərarların qəbuludur. Dəyisən iqtisadi mühitə uyğunlaşma, resursların düzgün bölüşdürməsi idarəetmə qarşısında duran mühüm məsələlərdəndir. İnteqrasiya prosesi tikintidə iştirak edən bütün tərəflərinin maraqları çərçivəsində həyat keçirilməlidir. Məlumatın tamlığı, əlçatanlığı və açıqlığı da çox lazımdır, mühüm əhəmiyyət kəsb edir və tikinti kompleksinin səmərəli işləməsinə, şirkətlərə öz iştirak mənzərəsini düzgün qiymətləndirməyə imkan verir. Mövcud istehsal güclərindən səmərəli istifadə dərəcəsi mühüm göstərici kimi regionun inkişaf proqramlarının həyata keçirilməsində tikinti müəssisələrinin iştirak səviyyəsini əks etdirir. Göstərilən metodlogiya ilk növbədə tikinti istiqamətli bütün təsərrüfat subyektlərinin qarşıya qoyulmuş tapşırıqların həyata keçirilməsinə təsirinin reallaşdırılması məqsədilə tətbiq edilir.

Bütün bu yuxarıda göstərilənlərə əsaslanaraq, regionun tikinti kompleksi ilə bilavasitə bağlı olan idarəetmənin təşkilati-iqtisadi mexanizmini aşağıda göstərilən problemlərin həlli üçün müxtəlif vasitələrdən istifadə etməklə birbaşa və dolaylı idarəetmə üsullarının kompleks inteqrasiyası kimi xarakterizə etmək olar: a) regional miqyasda tikinti şirkətləri və digər tikinti prosesinin iştirakçıları üçün funksional fəaliyyətin təşkilati-iqtisadi imkanları üçün imkanların təşkili; b) regional iqtisadiyyat üçün real səmərəliliyin yüksəldilməsi.

Nəticə: Müsair şəraitdə iqtisadi cəhətdən inkişaf etmiş qabqıl ölkələrdə fəaliyyət göstərən əksər tikinti şirkətləri üçün təşkilati-texniki xarakterli birlik ümumi xüsusiyyətə çevrilir, hansı ki bu birlik fəaliyyət növünə görə oxşar müxtəlif tikinti şirkətlərinin inkişafı, yaradılması və qarşılıqlı əlaqəsi əsasında qurulmalıdır. Bu cür tikinti şirkətləri onların iqtisadi və istehsal maraqlarına uyğun olaraq və könüllü olaraq onların üzvlük haqlarının səviyyəsinə uyğun müxtəlif təşkilati və informasiya dəstəyi, hətta kömək ala biləcəkləri tikinti istiqamətli assosiyalara qoşulurlar.

Araşdırmalar göstərir ki, müasir şəraitdə regional iqtisadiyyatda aparıcı struktur vahidinə tikinti kompleksi aiddir və buna görə regionlarda bir çox vəzifələrin həllində mühüm əhəmiyyət daşıyır və ona görə tikinti sektorunda idarəetmənin təşkilati-iqtisadi idarəetmə sisteminin formalaşdırılması və təkmilləşdirilməsi çox mühüm əhəmiyyət daşıyır.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı

1. İ.Mehdiyev, V.Şirəliyev “Tikintinin iqtisadiyyatı” Bakı – 2005
- 2., Королева М.А., Кондюкова Е.С., Дайненко Л.В., Караева Н.М. Экономика строительного предприятия. Учебные пособия .Екатеринбург. Изд-ва Урал ун-та. 2019. 202 с.
3. Шленов Н.А. Региональная сетевая система косвенного управления развитием строительных предприятий // Экономика и управление народным хозяйством. 2015. № 11(132). С. 17-25.
4. пидус А.А., Логинова О.В., Алборов Т.Т. Повышение эффективности организационных структур при строительстве промышленных зданий // Инженерный вестник Дона 2021. №12. С. 112-118. 2. Топчий Д.В., Бетин В.ОЛ., Р
5. Greg R., Hackman J. Relationships Between Organizational Structure and Employee Reactions: Comparing Alternative Frameworks. URL: jstor.org/stable/2392600 (access date: 13.12.2021). 5. Лapidус А.А. В

Farahim Alif Valiyev
assistant professor substitute
Azerbaijan University of Architecture and Construction
ORCID 0000-0003-1912-0515
araz96@rambler.ru

THE ORGANIZATIONAL-ECONOMIC SYSTEM OF MANAGEMENT IN THE CONSTRUCTION SECTOR OF OUR REPUBLIC AND THE MAIN DIRECTIONS OF ITS IMPROVEMENT

Abstract: Organizational and economic aspects are important in the formation of the efficient management system of enterprises in the construction complex, the mechanism of sustainable development of construction companies, and the provision of sustainable growth for the enterprise which we will consider here.

The sustainable development mechanism for the construction complex means that various construction enterprises and firms not only maintain all existing components, but also develop the necessary parameters in a positive range and use the opportunities to expand their market positions. It is noted that since the construction complex is one of the most important sectors of the economy of Azerbaijan, it is almost impossible to accelerate the scientific and technical progress without taking into account its participation in the national economy.

Key words: *organizational-economic system, construction complex, regional economy, business entity, mechanism, sustainable development of the enterprise, association*

YUSİFOV ELŞAD MƏSİM
İ.ü.f.d., Dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
ORCID ID: 0000-0003-1946-2937
elshad.yusifov@azmiu.edu.az
YAQUBZADƏ ZİYAFƏT HİKMƏT
Magistrant, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
ORCID ID: 0009-0001-0750-7846
yagubovziyafet@gmail.com

TİKİNTİ SƏNAYESİ MÜƏSSİSƏLƏRİNDƏ KEYFİYYƏTİN İDARƏ EDİLMƏSİNİN İSTEHLAKÇI TƏLƏBLƏRİNƏ TƏSİRİ

Xülasə

Tikinti məhsullarının keyfiyyətinin idarə edilməsi sistemi tikinti müəssisəsinin idarə edilməsinin vacib alt sistemidir və eyni zamanda bazar mühitində müəssisənin fəaliyyətinin bütün aspektlərinə təsir edən ən problemlı sistemdir. Tikinti məhsullarının keyfiyyətinin idarə edilməsi tikinti təşkilatından təşkilati, iqtisadi, texniki və texnoloji xarakterli bir sıra məsələlərin həllini tələb edən çoxşaxəli bir problemdir. Bu baxımdan məqalədə keyfiyyət idarəetmə məsələsinə müəssisə rəhbərliyinin nəzarət və təminat, eləcə də istehlakçıların razılıq səviyyəsinin artırılması aspektləri ətraflı tədqiq olunmuşdur.

Açar sözlər: keyfiyyət idarəetməsi, keyfiyyət standartları, layihə, nəzarət, təhlükəsizlik.

ЮСИФОВ ЭЛЬШАД МАСИМ

Д.ф.э., Доцент, Азербайджанского Архитектурно-Строительного Университет

ORCID ID: 0000-0003-1946-2937

elshad.yusifov@azmiu.edu.az

ЯГУБЗАДЕ ЗИЯФЕТ ХИКМЕТ

Магистрант, Азербайджанского Архитектурно-Строительного Университет

ORCID ID: 0009-0001-0750-7846

yagubovziyafet@gmail.com

ВЛИЯНИЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Резюме

Система управления качеством строительной продукции является важной подсистемой управления строительным предприятием, а также наиболее проблемной системой, влияющей на все аспекты функционирования предприятия в рыночной среде. Управление качеством строительной продукции-многоплановая проблема, требующая от строительной организации решения целого ряда вопросов организационно-экономического, технико-технологического характера. В связи с этим в статье подробно рассмотрены аспекты контроля и обеспечения руководства предприятия в вопросе управления качеством, а также повышения уровня удовлетворенности потребителей.

Ключевые слова: управление качеством, стандарты качества, проект, контроль, безопасность.

YUSIFOV ELSHAD MASIM

Ph.D., Associate Professor, Azerbaijan University of Architecture and Construction

ORCID ID: 0000-0003-1946-2937

elshad.yusifov@azmiu.edu.az

YAGUBZADA ZIYAFAT HIKMAT

Master student, Azerbaijan University of Architecture and Construction

ORCID ID: 0009-0001-0750-7846

yagubovziyafet@gmail.com

THE IMPACT OF QUALITY MANAGEMENT IN CONSTRUCTION INDUSTRY ENTERPRISES ON CONSUMER REQUIREMENTS

Abstract

The quality management system of construction products is an important subsystem of the management of a construction enterprise and at the same time the most problematic system that affects all aspects of the enterprise's activities in a market environment. Quality management of construction products is a multifaceted problem that requires the construction organization to solve a number of issues of an organizational, economic, technical and technological nature. In this regard, the article examines in detail the aspects of control and assurance of enterprise management on the issue of quality management, as well as increasing the level of consumer satisfaction.

Key words: quality management, quality standards, project, control, safety.

Hazırda müasir standartlara uyğun və bazar tələblərinə cavab verən səmərəli keyfiyyət idarəetməsi müəssisələrdə idarəetmənin ümumi kontekstində xüsusi yer tutur. Beynəlxalq standartların tələblərinə uyğunlaşma göstərən milli tikinti şirkətləri yüksək keyfiyyət standartlarını tətbiq etməklə mütərəqqi inteqrasiya yolunu seçiblər. Ümumi olaraq keyfiyyət standartlarının mahiyyətinin nəzərdən keçirilməsi ilə belə nəticəyə gəlmək olar ki, keyfiyyət

idarəetməsinin əsas prinsipləri müəssisələrin ətraf mühitində baş verən dəyişikliklər nəzərə almaq təkmilləşdirilib. Lakin standartların tətbiqi mürəkkəb idarəetmə yanaşması tələb edir və onların prinsiplərinin praktiki istifadəsi iqtisadiyyatın müxtəlif sahələrində bərabər şəkildə özünü göstərmədiyindən fəaliyyət istiqamətləri üzrə spesifikasiyalar nəzərə alınmalıdır [5, s. 268].

Digər sənaye sahələri ilə müqayisədə tikinti sənayesi bir sıra mühüm cəhətlərinə görə fərqlənir. Bu da onu deməyə əsas verir ki, ümumi keyfiyyət idarə edilməsi sistemləri digər sənaye sahələrində tətbiq edildiyindən fərqli yanaşma və nəticə ilə xarakterizə olunacaqdır.

Keyfiyyət idarəetmə proseslərinin düzgün həyata keçirilməsi ilə bağlı keyfiyyət idarəetmə proqramı formalaşdırmağın müxtəlif üstünlükləri aşağıdakı qaydada nəzərdən keçirilməlidir [2, s. 54]:

- standartlar toplusuna uyğun olaraq yüksək keyfiyyətli son məhsullar təqdim edilir;
- standartların tətbiq edilməsi vaxt menecmentinin səmərəliliyini yüksəldir və əməliyyatlar zamanı gecikmələri aradan qaldırır;
- tikinti sənayesi müəssisəsinin bazar mövqeyini möhkəmləndirən və fəaliyyətini təkmilləşdirməyə imkan verən istehlakçı məmnuniyyətini təmin edir;
- tikinti müəssisəsinə resurslara qənaət etməyə imkan verən islahatlar məhsullara xidmət üçün sərf olunacaq vaxtı minimuma endirir;
- müəssisələrdə işçi heyətin yüksək keyfiyyətli məhsullar istehsal etməsinə, o cümlədən müəssisənin ümumi müvəffəqiyyət standartlarını yüksəltməyə stimullaşdırır.

Tikinti sənayesi müəssisəsinin biznes proseslərinin ən qeyri-müəyyən cəhətlərindən biri keyfiyyət menecmentidir [4, s. 59]. Tikintidə keyfiyyətin idarə edilməsi bir-biri ilə əlaqəli olan iki kateqoriyaya bölünür:

- keyfiyyət təminatı;
- keyfiyyət nəzarət.

Yuxarıda qeyd olunan hər iki komponent bir-birini əvəz edir, lakin tikinti layihəsinin uğurunda mühüm paya malik olmaqla eyni dərəcədə vacib olan fərqli funksiyaları yerinə yetirirlər. Keyfiyyət təminatı və nəzarət arasındakı fərqlər ciddi şəkildə müəyyənləşdirilməlidir. Çünki onlar tikinti sənayesi müəssisələrinin icra etdiyi layihələrin bütün həyat dövründə, hətta tikintiyə hazırlıq mərhələsində də həyata keçirilir.

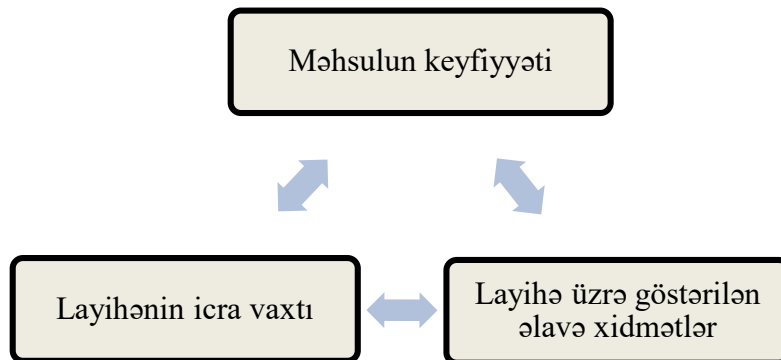
Real tikinti sənayesi məhsulunun yaradılmasında keyfiyyət idarəetməsinə fərqli elmi yanaşmaların tətbiq edilməsinin beynəlxalq praktikasının nəticələrinin təhli edilməsi müxtəlif mühüm məqamları diqqət mərkəzində saxlamağa imkan verir [1, s. 49]. Tikinti sənayesi məhsulunun yaradılması üzrə fəaliyyət üzrə aşağıdakı şərtlərin yerinə yetirilməməsi halında keyfiyyət idarəetmə sisteminin tətbiq edilməsi layihələrin uğursuzluğuna səbəb ola bilər:

- 1) layihənin həyata keçirilməsi təşəbbüsü müəssisənin idarəetmə heyətindən gəlməlidir;
- 2) müəssisə rəhbərliyinin məhsulun yaradılmasının bütün mərhələlərində, eləcə də bütün proseslərdə layihələrə cəlb edilməsi real olaraq öz əksini tapmalıdır;
- 3) layihələrin reallaşdırılması məqsədilə ixtisaslı kadrların cəlb olunması şərtlərinin icrasını təmin etmək üçün yüksək keyfiyyətli stimullaşdırma, eləcə də ixtisasartırma sistemlərinin layihələrdən öncə hazırlanması lazımdır.

Tikinti sənayesi məhsullarının hazırlanması layihələri üzrə rəhbərliyin keyfiyyətin yüksəldilməsi ilə əlaqədar təkliflərlə çıxış etməsinin məcburi olması onların müəssisədəki bütün istehsal və idarəetmə proseslərinin nəticələrindən xəbərdar olması ilə əlaqədardır.

Ümumiyyətlə, keyfiyyətin idarə edilməsi prinsipləri tikinti sənayesi müəssisələrində özünü müxtəlif cür büruzə verir. Belə ki, bildiyimiz kimi müştəri yönümlülük istənilən iqtisadi subyektin fəaliyyətində mərkəzdə dayanır. Həmçinin tikinti müəssisələri də rəqabətli bazarın tamhüquqlu iştirakçısı kimi tikinti sənayesi məhsullarının reallaşdırılmasından, eləcə də tikinti üzrə xidmətlərin təqdim edilməsindən gəlir əldə edir deyə potensial və faktiki istehlakçıların ehtiyac və gözləntilərini mütləq şəkildə idarəetmə və istehsal-satış

qərarlarında nəzərə alınmalıdır [3, s. 314]. Tikinti sənayesi məhsullarının keyfiyyət idarəetmə sisteminin tətbiq edilməsi məsələsi tikinti müəssisələrinin istehlakçı və nəzarət orqanlarının tələblərinə reaksiyasıdır. İstehlakçıların tikinti sənayesi müəssisəsindən məhsulun qiymətindən əlavə gözləntiləri aşağıda təqdim edilən sxem 1-də əks olunmuşdur.



Sxem 1. Tikinti sənayesi məhsulları istehlakçıların əsas gözləntiləri

Mənbə: müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir

Keyfiyyət standartları istehlakçıların tikinti məhsullarının alınması ilə bağlı qərarların qəbul edilməsinə birbaşa təsir göstərən müxtəlif ehtiyac və gözləntilərinin dəqiqləşdirilməsinə yönəldilmişdir. İstehlakçı razılığı davamlı olaraq qiymətləndirilməlidir ki, bu da müştəri bazasını genişləndirməyə imkan verir. Lakin müəssisədə uğurun əldə edilməsi ilə bağlı bütün gözləntiləri keyfiyyət standartları üzərində qurmaq da düzgün deyil. Belə ki, tikinti məhsullarının keyfiyyətinin idarə edilməsi məsələlərini tam əhatə etmir. Standartlar keyfiyyət idarəetməsinin qüsursuz, etibarlı, eləcə də təhlükəsizlik aspektlərini xarakterizə edir.

Tikinti sənayesi məhsullarının keyfiyyətinin idarə edilməsinin səmərəliliyini artırmaq vəzifəsini qoyan müasir müəssisə idarəetməsinə məlumdur ki, müəssisənin bütün fəaliyyəti müştəri üçün dəyər əlavə edən və əlavə etməyən əməliyyatlara, eləcə də proseslərə bölünür.

Hazırda, digər sənaye sahələrinin istehsal müəssisələrində fəal şəkildə tətbiq olunan keyfiyyət idarəetmə standartları tikinti üçün məhsul və konstruksiyaların istehsalı sahəsində populyar idarəetmə vasitələri hələ geniş yayılmamışdır. Bu, əsasən məhsulların özünün xüsusiyyətləri, satış bazarı və məhdud satış ilə əlaqədardır. Bununla birlikdə, bu yanaşmaların istifadəsi daxili strategiya və müəssisə tərəfindən həyata keçirilmə üsullarıdır.

Müxtəlif materiallardan hazırlanan məhsulların keyfiyyətinə xarici təsir vasitəsi olaraq, istehsalçı müəssisələrin müxtəlif dövlət qurumların tərəfindən təşkil olunan tenderlərdə iştirakı ilə, xüsusən büdcə maliyyələşdirilməsindən istifadə edən böyük layihələr çərçivəsində məcburi sertifikatlaşdırma məsələsi ən çox maraq kəsb edir.

Keyfiyyətə nəzarət elementi xüsusiyyətlərə uyğun olaraq layihənin keyfiyyət tələblərini necə idarə edəcəyini gözlədiyini müəyyən edir. Müəssisə rəhbərliyi müqavilə üzrə öhdəlikləri və onu təmin etmək üçün atacağı addımları müəyyənləşdirir. Xidmət və məhsul alıcılarının əmin olmaları lazım olan ilk şey, hər hansı bir qeyri - müəyyən keyfiyyət standartının aydın şəkildə başa düşülməsi və iş xüsusiyyətlərinin spesifik və ölçülə bilən standartlarla əlaqəli olmasıdır. Onları aydınlaşdırmaq üçün konkret bir metod yoxdursa və ya fəaliyyət çətinliklərlə üzləşirsə, sonrakı işi müqayisə etmək üçün standart olaraq istifadə edilə bilməsi üçün layihə və ya məhsul nümunəsi hazırlanmalı və təsdiqlənməlidir. Müqavilə üzrə tərəfdaşlarla fəaliyyət keyfiyyətinin idarə edilməsində də çox faydalı ola bilər.

Nəticə

Tikinti sənayesi məhsulları bazarında istehlakçı seçimlərini xarakterizə edəcək heç bir bazar komponenti yoxdur. Bu bazarda birincisi, bir növ məhsul deyil, məhsul qrupu, ikincisi,

potensial istehlakçılar məhsula xüsusi tələbləri olan çoxlu sayda qruplara bölünürlər. İstehlakçı seqmentlərinin sərhədləri müəyyən bir istehlakçı xarakteristikasının dəyərini ödəmək istəyi və qabiliyyətidir. İstehlakçıların əlavə istehlak xüsusiyyətlərinə görə qiymət dəyişikliklərinə reaksiyasının öyrənilməsi qiymət-keyfiyyət nisbəti optimal olduqda həll yollarını tapmağa imkan verir.

Müəssisə rəhbərliyi tikinti məhsulunun keyfiyyətində əlavə rəqabət üstünlükləri təmin etməkdə maraqlıdır. Müəssisənin fəaliyyətində davamlı inkişafa nail olmaq məqsədilə müəssisələrinin yuxarı və orta səviyyəli menecerləri keyfiyyət sisteminə sadıq olduqlarını nümunə ilə nümayiş etdirməlidirlər. Bu prinsipin tətbiqi yollarından biri müəssisənin rəhbərliyinin idarəetmə və keyfiyyətə nəzarətlə bağlı tikinti təşkilatının uzunmüddətli siyasətini və missiyasını müəyyən etməsidir. Bu siyasətin praktiki həyata keçirilməsi bütün istehsal və funksional bölmələr üzrə inteqrasiya edilməlidir. Tikinti sənayesi müəssisələrində keyfiyyət idarə edilməsinin əsas vəzifəsi həm də etimad mühitini, işlərə görə məsuliyyəti təmin etmək, işçilərin könüllü faydasını təşviq etmək olmalıdır.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı

1. Həsənov İ.C., Məmmədov H.P. Azərbaycanca tikinti sahəsində investisiya prosesinin təşkili və onun xüsusiyyətləri, Tikintinin İqtisadiyyatı və menecment elmi-praktiki jurnal, - 2016. № 2 - səh. 48-57.

2. Mehdiyev İ.M. Keyfiyyətin idarə edilməsi / Ali məktəblər üçün dərslik, - 2008, - 208 səh.

3. Емельянович А. А., Коваль С. В., Какорин А. С. Практические аспекты управления качеством на предприятиях строительной индустрии // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. - 2019. Т. 4. № 3. - с. 310-317.

4. Kadirova A., Turgunova A. Quality management system in construction // Новости науки Казахстана. - 2021. № 2 (149) - с. 56-61.

5. Paul Watson and Tim Howarth, Construction Quality Management Principles and practice, - 2011, - p. 329.

Cəfərova Rumella Telman qızı

AZMIU, dos.əvəzi,

<https://orcid.org/0000-0002-5862-5770> ,

Rumella17_22@mail.ru

Tikinti sektorunda istehsal edilən məhsullarının iqtisadi artıma təsirlərinin qiymətləndirilməsi metodları

Xülasə

Tikinti sektorunun məhsulları iqtisadiyyatın digər sektorlarına əlavə dəyərin yaradılması üçün dəstək olmaqla yanaşı, həm də insanların rifah halının, həyat şəraitinin yaxşılaşdırılmasında müstəsna rol oynayır. Mənzillər, istirahət yerləri, yollar, körpülər, xəstəxanalar və məktəblər və sair tikinti sektorunun məhsullarıdır. Saydıqlarımız və saymadıqlarımız çoxlu sayda tikinti məhsulları var ki, onlar müasir sivilizasiyanın və mədəniyyətin mühüm göstəricilərindəndir. Tikinti sektorunun məhsulları birbaşa iqtisadi inkişafa dəstək verməklə yanaşı, onun dolayı təsirləri də var. Tikinti məhsullarının daha keyfiyyətli olması üçün yeni texnologiyaların və dizayn elminin inkişafı, bu texnologiyalarla davranmağı bacaran yeni işçilərin yetişdirilməsi, müvafiq təhsil və təlim mərkəzlərinin inkişafı və sair dolayı yolla iqtisadiyyatın inkişafına təsir edir.

Summary

In addition to supporting other sectors of the economy to create additional value, the products of the construction sector also play an exceptional role in improving people's well-being and living conditions. Apartments, recreation areas, roads, bridges, hospitals and schools, etc. are products of the construction sector. There are many construction products that we count and do not count, which are important indicators of modern civilization and culture. In addition to directly supporting economic development, the products of the construction sector also have indirect effects. The development of new technologies and design science for the better quality of construction products, the training of new workers who are able to deal with these technologies, the development of relevant education and training centers, etc. indirectly affect the development of the economy.

Keywords: economic well-being, product of construction sector, measurement units of construction product, determinants of construction product

Açar sözlər: iqtisadi rifah, tikinti sektorunun məhsulu, tikinti məhsulun ölçü vahidləri, tikinti məhsulun determinantları

Tikinti sektorunda istehsal edilən məhsulların iqtisadi inkişafa və rifah halına təsirlərinin qiymətləndirilməsi üçün aparılan tədqiqatlara iqtisadi ədəbiyyatda tez-tez rast gəlinir. Xüsusilə son 30 ildə belə tədqiqatların sayı artmaqdadır. Müxtəlif ölkələrin təmsalında tikinti sektoru məhsullarının, məsələn, mənzil tikintisinin, infrastruktur layihələrinin iqtisadi inkişafa və rifah halına təsirlərini öyrənən tədqiqatlarda daha çox belə məhsulların iqtisadi artıma təsirlərinin öyrənilməsinə diqqət yetirilir. Qeyd edək ki, bu problemə həsr edilən tədqiqatlar üçün bəzi fərqləndirici xüsusiyyətlər var. Birincisi, tikinti sektorunun məhsulu deyiləndə nələr nəzərdə tutulmalıdır və belə məhsulların təsnifləşdirilməsi necə aparılmalıdır? İkincisi, tikinti sektorunun bu və ya digər məhsulunun ölçü vahidi necə seçilməlidir? Belə ki, belə məhsulların bəziləri üçün bazar qiymətləri mövcud deyil. Məsələn, infrastruktur layihələrinin bazar qiymətləri mövcud olmadığından onların ölçü vahidini kəmiyyətə müəyyən etmək və müqayisəli analiz aparmaq çətindir. Üçüncüsü, tikinti sektorunun iqtisadi artıma və ya rifah səviyyəsinə təsirlərini qiymətləndirmək üçün hansı metodologiya seçilməlidir? Bu və ya digər sualların cavablandırılması tikinti sektorunun məhsullarının iqtisadi artıma və rifah halına təsirlərinin qiymətləndirilməsinin etibarlılığı üçün mühüm əhəmiyyət daşıyır.

Bəzi tədqiqatçılar, məsələn, Musarat və digərlərinin (2020), Müller və Vesper (2020) tərəfindən aparılan araşdırmalarda əsaslandırılır ki, ölkənin rifah halı iqtisadi artım əsasında dayanan ilkin, ikinci, üçüncü və sair səviyyəli iqtisadi sektorların inkişafından asılıdır. Bu sektorlardan biri də tikinti sektorudur. Musarat və digərlərinin (2020) araşdırmasına əsasən iqtisadi sektorlar, o cümlədən tikinti sektoru çoxlu sayda determinantlardan, o cümlədən, ölkədə inflyasiya səviyyəsindən asılıdır. Lakin bu asılılığın bütün ölkələr üçün universal olduğunu, məsələn, pozitiv və ya neqativ olduğunu iddia etmək olmaz. Lean (2001), Alaloul və digərləri (2021) tikinti sektorunun rifah səviyyəsinin, səhiyyə sisteminin, həyat keyfiyyətinin yüksəlməsində rolunu analiz edərək belə nəticəyə gəlirlər ki, tikinti sektorunun bəzi məhsullarının, məsələn, yol tikintisinin ciddi ekoloji təsirləri mövcuddur. Tikinti fəaliyyətinin layihələndirilməsi və reallaşdırılması zamanı ətraf mühitin mühafizəsi və ekoloji tələblərin nəzərə alınması zəruridir.

- *Tikinti sektorunun məhsulu, onun ölçü vahidləri, determinantları*

Tikinti sektorunun məhsulları müxtəlif ölkələrdə müxtəlif cür təsnifləşdirilir. Məsələn, Böyük Britaniyada tikinti sektorunun məhsulları bu sektordakı işlərin xarakterinə uyğun

olaraq təsnifləşdirilir. Belə təsnifləşdirmə 1)ictimai mənzil tikintisi, 2)özəl mənzil tikintisi; 3) İnfrastruktur tikintisi; 4) İnfrastrukturdan başqa qeyri-yaşayış tikintiləri kimi 4 qrupa ayrılır. Bu qrupların da hər biri sub-qruplardan ibarətdir. Məsələn, infrastruktur tikintisinə 1) su xəttləri; 2) kanalizasiya; 3)elektrik xəttləri; 4)qaz boru xətləri; 5) rabitə xəttləri; 6) hava nəqliyyatı tikintisi; 7) dəmir yolu; 8) limanların tikintisi; 9) yolların çəkilişi daxildir. İnfrastrukturdan başqa qeyri-yaşayış binalarının tikintisi məhsullarına isə 1) zavod və fabriklər; 2) su anbarları; 3)neft emalı müəssisələrinin, neft boru kəmərlərinin və sair tikintisi; 4) polad istehsalı və onula bağlı tikintilər; 5) kömür mədənlərinin və onula bağlı tikintilər; 6) məktəb və kolleclər; 7) universitetlər; 8) səhiyyə sistemləri tikintisi; 9) ifislərin tikintisi; 10) əyləncə mərkəzlərinin tikintisi; 11) qaracların tikintisi; 12) mağazaların tikintisi; 13) kənd təsərrüfatı sektorunun fəaliyyəti üçün zəruri tikililər və 14) digər növ tikililər daxildir.

Azərbaycan Respublikası Dövlət Statistika Komitəsinin məlumatlar bazasında tikinti sektorunda yaradılan məhsullar 1) binaların tikintisində; 2) mülki təyinatlı tikinti işlərində; 3) ixtisaslaşmış tikinti işlərində yaranan məhsullar bir-birindən fərqləndirilir. Birinci qrup tikinti işləri a) təcrübə-tikinti işlərindən; b) yaşayış və qeyri-yaşayış binaların tikintisindən ibarətdir. İkinci qrup, yəni mülki təyinatlı tikinti işləri a) Yollar və küçələrin salınması, dəmir yollarının tikintisi; b) Avtomobil yolları, yollar və küçələrin salınması ; c) Dəmir yolları və yeraltı dəmir yollarının tikintisi; d) Köprü və tunellərin tikintisi; e) Mülki təyinatlı digər obyektlərin tikintisi; f) Boru kəmərlərinin tikintisi; h) Rabitə və elektrik xətlərinin çəkilməsi; g) Digər mülki tikinti obyektlərinin tikintisi; j) Su qurğularının tikintisi; k) Digər mülkü tikililərdən ibarətdir.

Üçüncü qrup tikinti işlərinə, yəni İxtisaslaşdırılmış tikinti işlərinə a) Binaların sökülməsi və tikinti sahəsinin hazırlanması; b) Binaların sökülməsi; c) Tikinti sahəsinin hazırlanması; ç) Kəşfiyyat qazıntısı; d) Elektrik və su kəməri sistemlərinin və sair mühəndis avadanlıqlarının quraşdırılması; e) Elektrik quraşdırma işləri; f) Sanitar-texniki işləri, istilik və havanın kondisiyalandırılma sistsistemlərinin quraşdırılması; g) Sair mühəndis avadanlıqlarının quraşdırılması; h) Bəzək və tamamlayıcı işlər; j) Suvaq işləri; k) Xərratlıq və dülgərlik işləri; l) Döşəmə örtüyünün qurulması və divara örtüyün çəkilməsi; m) Rəngləmə və şüşə salma işləri; n) Sair bəzək və tamamlayıcı tikinti işləri; o) İxtisaslaşdırılmış tikinti işləri; p) Bina və tikililərin örtüklərinin quraşdırılması; r) Digər qruplara daxil edilməyən ixtisaslaşdırılmış tikinti işləri daxildir.

Biz öz tədqiqatımızda ARDSK-nin klassifikasiyasını əsas götürərək hesablamalar aparacağıq. Bu zaman tikinti sektorunun məhsullarının əsas ölçü vahidi kimi bu məhsulların cari və hər hansı baza ilinə əsasən real qiymətləri götürüləcək. İqtisadi ədəbiyyatda belə ölçü vahidindən tikinti sektorunu qiymətləndirmək üçün daha çox istifadə edilir. Məsələn, *Fan və digərləri (2010)*, *Ramachandra və digərləri (2013)*, *Mu'awiya və digərləri (2018)* və başqalarının tədqiqatlarında tikinti sektorunun məhsulları ümumi dəyəri onu xarakterizə etmək üçün əsas göstərici olaraq qəbul edilib. Digər ölçü vahidi kimi tikinti sektorunda yaranan əlavə dəyərin ÜDM-də payı da götürülə bilər. İqtisadi ədəbiyyatda tikinti sektorunda istehsal olunan məhsul həcmnin iqtisadi artıma təsirləri tədqiq edilən zaman ən çox istifadə edilən ölçü vahidi yaradılan əlavə dəyər və ya məhsulun cəmi dəyəri götürülür (məsələn, *Ofori (1990)*, *Akintoye və Sommerville (1995)*, *Tanratanawong və Scott (2000)*, *Jiang və Liu (2011)*, *Jiang və digərləri (2013)*, *Jiang və Liu (2014)*) . Lakin nəzərə almaq lazımdır ki, tikinti sektorunda yaranan əlavə dəyər və ya istehsal olunan son məhsulun dəyəri haqqında

məlumatın əldə edilməsi ölkədən ölkəyə dəyişir. Lakin, demək olar ki, bütün ölkələrdə tikinti sektorunun məhsulunun ölçü vahidi kimi müəyyən dövr ərzində, məsələn, bir kvartal və ya il ərzində istehsal olunan məhsulun yerli valyuta ilə və ya ABŞ dolları ilə dəyəri nəzərdə tutulur. Məsələn, ABŞ-da tikinti sektorunun ÜDM həcmində payı 2005-ci ildə 5.1% olub. 2011-ci ildə isə bu göstərici 3.3% qədər azalıb. Sonrakı illərdə isə müəyyən qədər artaraq, 2020-ci ildə 4.4%-ə qədər artıb. Tikinti sektorunun məhsul istehsalı həcmnin bu ölçülərlə deyil, cari ABŞ dolları ilə ifadə etsək, uyğun olaraq, 665 mlrd, 513 mlrd və 921mlrd ABŞ dolları olub.

Qeyd edək ki, “tikinti sektorunda yaradılan əlavə dəyər” və ya “tikinti sektorunda yaradılan əlavə dəyərin ÜDM-də payı” göstəriciləri ölkə üzrə tikinti sektorunu qiymətləndirməyə imkan versə də ölkələrarası müqayisənin aparılması üçün tam yararlı hesab edilə bilməz. Ona görə ki, hər bir ölkə üçün milli valyutanın alıcılıq qabiliyyəti pariteti müxtəlifdir və ona görə də ÜDM-in daşdığı çatışmazlıqlar elə onun tərkib hissələrinə, o cümlədən, tikinti sektorundakı əlavə dəyərə də aiddir. Ona görə də tikinti sektorunda yaradılan məhsulun dəyəri ilə yanaşı, bəzi məhsullar üzrə naturada ifadə edilən göstəricilərdən istifadə etmək daha doğrudur. Biz tədqiqatın real vəziyyəti daha yaxşı ifadə etməsi məqsədilə bəzi hallarda real qiymətlərdən istifadə edəcəyik.

Nəticə

Tikinti sektorunun istehsal olunan hər çür məhsulların məcmu həcmi ilə xarakterizə olunması makrosəviyyədə bu sektoru müəyyən qədər qiymətləndirməyə imkan versə də onun ayrı-ayrı sahələri üzrə aparılan analizlər hansı məhsula xüsusi diqqətin ayrılması üçün mühüm informasiya verə bilər. Məsələn, mənzil tikintisinin, yoxsa infrastruktur layihələrinin genişləndirilməsinin iqtisadiyyata verdiyi töhvəni müəyyən etmək üçün əlbəttə bu sahələrin ayrı-ayrılıqda qiymətləndirilməsinə ehtiyac var. Biz tədqiqat çərçivəsində tikinti sektoruna daxil olan yuxarıda qeyd etdiyimiz qruplar üzrə tədqiqatın genişləndirilməsini vacib hesab edirik.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Musarat, M.A.; Alaloul, W.S.; Liew, M. Impact of inflation rate on construction projects budget: A review. *Ain Shams Eng. J.* 2020, 12, 407–414.
2. Müller, R.; Veser, M. The current state of nonfinancial reporting in Switzerland and beyond. *Die Unternehm.* 2020, 74, 296–311.
3. Lean, C.S. Empirical tests to discern linkages between construction and other economic sectors in Singapore. *Constr. Manag. Econ.* 2001, 19, 355–363.
4. Alaloul, W.; Altaf, M.; Musarat, M.; Javed, M.F.; Mosavi, A. Systematic Review of Life Cycle Assessment and Life Cycle Cost Analysis for Pavement and a Case Study. *Sustainability* 2021, 13, 4377.
5. Fan, R.Y.C., Ng, S.T. and Wong, J.M.W. (2010), “Reliability of the Box–Jenkins model for forecasting construction demand covering times of economic austerity”, *Construction Management and Economics*, Vol. 28 No. 3, pp. 241-254.

MÜNDƏRİCAT

BÖLMƏ I

İNŞAAT KONSTRUKSİYALARI, MEXANİKA VƏ TEXNİKA

1	Alzouabi, Mutz Hayir, Abdul <i>Nonlinear time history analysis of hyperbolic cooling tower under seismic excitations</i>	4
2	Amin Bagherzadeh Azar, Ali Sari <i>Johnson–holmquist-ii(jh-2) constitutive model of masonry wall subjected to high velocity impact</i>	8
3	BİLE HAMZA, GULER KADIR <i>Title: on the seismic performance of confined masonry buildings</i>	12
4	Eray KAYATAŞ, Cüneyt VATANSEVER, Fethi KADIOĞLU <i>Yatay yük taşıyıcı sistemi burkulması önlenmiş çaprazlı çelik çerçevelerden oluşan bir yüksek binanın deprem etkileri altında performansının değerlendirilmesi</i>	15
5	Evrin Oyguc, Resat Oyguc <i>Observed failures of masonry dwellings</i>	21
6	Ömer Faruk Zırh , Amin Bagherzadeh Azar , Ali Sari <i>Patlamadan dolayı yapı içerisindeki yaralanmalar</i>	26
7	Onur KUL, Cüneyt VATANSEVER, Cavidan YORGUN <i>Plastik mafsəl bölgesindeki kiriş ekinin kiriş-kolon birleşim davranışına etkisinin araştırılması</i>	33
8	Zeynep TUNA DEGER <i>The Effect of Basement Wall Layout on Tall Building Design Based on the 2018 Turkish Building Earthquake Code</i>	38
9	Semko Oleksandr Volodymyrovych ¹, Hasenko Anton Vasylovych ², <i>Structural-non-linear operation of steel-concrete floors of civil defense shelters during uneven settlement of building supports</i>	44
10	Shvaikovskiy V.L., Pohribnyi V.V. <i>To the question of determination of bearing capacity by inclined sections of flexural reinforced concrete structures</i>	49
11	Vynnykov YU. L., Kharchenko M.O., Mykhaïlovska O.V. <i>Geotechnical solutions of building reconstruction</i>	54
12	Khoruzhiy V.P. , Makarenko V.D. , Galinska T.A., Osadchiy V.S. , Makarenko Yu.V. <i>Resource remaining estimating calculation experimental method at hydrotechnical buildings of reinforced concrete structures reinforcing rods</i>	60
13	Mykytenko Serhii <i>Theoretical and experimental study of reinforced concrete elements under simultaneous action of transverse force, bending moment and torsional moment.</i>	67
14	Oleksandr Horb, Pavlo Mytrofanov, Oleksandra Shevchenko <i>Cross-Section Analysis of Compressed Composite Multilayer Elements</i>	71
15	Гаджиев М.А., Раззаков С.Р. <i>Проблемы эксплуатационной и сейсмической безопасности зданий и сооружений с учетом изменяющихся конструкционных свойств материалов</i>	76

16	Раззаков С.Р., Гаджиев М.А. <i>Проблемы учёта нелинейности в развитие теории сейсмостойкости большепролетных пространственных конструкций уникальных зданий и сооружежений</i>	81
17	Ахмадиёров У.С.; Раззаков Н.С. <i>Моделирование эксплуатационного состояние большепролетных висячих оболочек уникальных зданий</i>	88
18	Раззоков Нурмухаммад Саидмаксудович <i>Экспериментальные методы исследования монтажного состояния большепролетных уникальных зданий</i>	95
19	Саттаров И.С., Раззоков Х.С. <i>Осесимметричный изгиб нелинейно деформируемых круглых тонких пластин и мембран.</i>	100
20	Яхшибоев Ш.Р., Раззоков Ж.С. <i>Поперечные колебания многослойных пластинок и мембран</i>	105
21	Seymur Bashirzade, Rafail Garibov <i>DIANA FE. Modeling of fluid-structures interaction for underwater structures</i>	109
22	Bəşirzadə Samir Rafail oğlu, Ovçinnikov İqor Georgiyeviç <i>Seysmik təhlükəli ərazilərdə boru kəmərinin müdafiəsi üsulları</i>	115
23	Muxlis Əhməd oğlu Hacıyev, Masil Mahir oğlu Dəmirov <i>Həlqəvi en kəsikli sıxılan dəmirbeton elementlərin mühəndis hesablama metodikası</i>	120
24	Muxlis Əhməd oğlu Hacıyev, Şirazi Azad oğlu İsmayılov <i>Dairəvi en kəsikli dəmirbeton elementlər üçün çatadavamlılıq məsələsinin həlli.</i>	126
25	Muxlis Əhməd oğlu Hacıyev, Natiq Vilayət oğlu Bağırzadə <i>Ağacın qeyri xətti deformasiya diaqramının tətbiqi ilə müxtəlif en kəsik formalı elementlər üçün moment-əyrilik diaqramlarının qurulması.</i>	130
26	Muxlis Əhməd oğlu Hacıyev, Natiq Vilayət oğlu Bağırzadə <i>Ağac tirlərin əyintilərinin qeyri xətti modellər əsasında təyini metodikas.</i>	139
27	Hacıyeva Ülvüyyə Muxlis qızı <i>V.M.Bondarenkonun natamam diaqramının üçxətli diaqramla approksimə edilməsi və onun sıxılan dairəvi en kəsikli elementlərin hesablanmasına tətbiqi.</i>	145
28	Rafail Qəribov, Muxlis Hacıyev, Hüseyn Xəlilov <i>Dəmirbeton konstruksiyaların möhkəmliyinin monitorinqi: təhlükəli tikinti obyektləri üçün yenidən baxış</i>	152
29	Мухлис Ахмед оглы Гаджиев, Асадов Эльчин Зирадин оглы, Светлана Михайловна Алаева <i>Расчет прогибов металлических элементов с учетом развития пластических деформаций.</i>	159
30	Zeynalov Lətif Məcid oğlu, Poluxov İlham Xəlil oğlu <i>Azərbaycanın seysmik rayonlarda tikinti normalalarının təkmilləşdirilməsinin bəzi nüansları</i>	168
31	Eyyubov Yaqub Abdulla oğlu, Naqdiyev Əcəm Özbəy oğlu, Abbasov Qivami Dilənçi oğlu <i>Şorlaşmış qruntlardan təbəqələnmiş əsasın layihələndirmə xüsusiyyətləri</i>	170

32	Eyyubov Yaqub Abdulla oğlu, Naqdiyev Əcəm Özbəy oğlu, Abbasov Qivami Dilənçi oğlu <i>Новые виды конструкций фундаментов зданий и сооружений на просадочных грунтах</i>	175
33	Həsənov Sabir Tehranxan oğlu, Haqverdiyeva Seyran Haqverdi qızı <i>Temperaturun çay axınlarına təsiri</i>	178
34	Lətifov Fuad Seyfəddin oğlu, Rzayeva Vüsalə Bayazxan qızı, <i>Qeyri-bircins millərlə möhkəmləndirilmiş qeyri-bircins silindrik örtüyün qruntda sərbəst rəqsləri</i>	182
35	Nazim Şamil oğlu Poluxov <i>Çoxmərtəbəli binaların layihələndirmə və hesablanma xüsusiyyətlərinin təhlili.</i>	187
36	Quliyev Fövzi Mənaf oğlu <i>Tarixi binalarının yükdaşıyan konstruksiyalarında ən çox rast gəlinən qüsurlar</i>	192
37	Ф.К.Гасанов <i>Решение некоторых основных вопросов спуска и транспортировки на плаву опорного блока морских платформ</i>	197
38	Мохамед Абдалла Мохамед Али <i>Устойчивость двухслойных стержней в упругой среде</i>	204
39	Алимарданов Узеир Валерий оглы <i>К вопросу об определении потери напора в трубопроводах и гидросмывных системах</i>	210
40	Orxan Yaşar oğlu Əfəndiyev <i>Məsəməliliyin materialın mexaniki xassələrinə təsirinin analitik tədqiqi</i>	214
41	C.V.Əsgərov, Ə.M.Quliyeva, N.H.Seyidov, R.D.Əliyev <i>Asma bünövrənin konstruktiv həlli və hesablanması yolu</i>	218
42	Savad Məhdəvi Təbatəbəi <i>Koordinat oxları istiqamətində qeyri-bircins olan, maye ilə birgə sərbəst rəqs edən möhkəmləndirilmiş silindirik qabığın parametrlərinin optimallaşdırılması</i>	223
43	Davud Hüseyni Kaklar <i>Maye və özlü-elastiki qruntda təmasda olan funksional-qradient silindrik qabığın həndəsi qeyri-xətti rəqsləri</i>	227
44	Hüseyn Şəfiəi Mətənəq <i>Şəbəkəli qabırğalarla möhkəmləndirilmiş konik örtüyün qeyri-bircins elastiki mühitdə ona yayla birləşdirilmiş kütlə ilə birgə rəqslərinin tədqiqi</i>	232
45	Khudiyeva Aynura Ilyas <i>Vibrations of a reinforced anisotropic cylindrical shell in contact with a viscous fluid.</i>	237
46	Xəlilov Hüseyn Artık oğlu, Tural Mübariz oğlu Əliyev <i>Çoxmərtəbəli bina altındakı qruntdun yukgötürməsinin bəzi məsələləri haqqında</i>	241
47	Р.А.Аллахвердиев, В.Л.Шарифов <i>Зарождение трещины в полосе при неравномерном нагреве</i>	245
48	Qarayev Pərviz Şamil oğlu <i>Millərlə möhkəmləndirilmiş yarım silindrik formalı yastığın rəqsləri</i>	250

BÖLMƏ II
MEMARLIQ, ŞƏHƏRSALMA, MÜHƏNDİS SİSTEMLƏRİ və
EKOLOGİYA

- | | | |
|-----------|--|------------|
| 1 | Aslaov Bayram Mirazim, Gafarbayli Konul Alisafa
<i>Memarlıq, şəhərsalma, mühəndis sistemləri və ekologiya</i> | 254 |
| 2 | Akif Bayram oğlu Baxşiyev
<i>Məişət soyuducu aqreqatlarının qapalı sistemində baş verən proseslərin riyazi üsulla tədqiqi</i> | 257 |
| 3 | Cəfərova Maya Əli qızı
<i>Gəncə-Qazax məskunlaşma sisteminin urbanizasiya karkası</i> | 263 |
| 4 | Cumayeva Leya Arif
<i>Landscape architecture and the english language</i> | 267 |
| 5 | Dənziyev Ramal Mirzəhəsən, Cəvahir Tunca Musa qızı, Məmmədova Mehriban Vəli qızı
<i>Memarlıq fotoqrammetriyasının mədəni irsin qiymətləndirilməsində rolu</i> | 271 |
| 6 | Əhmədov Bayraməli Məmmədəli oğlu, İsmayılov Cavanşir Müzəffər oğlu, İsmayilzadə Nəzər Qurban oğlu
<i>Bəşəriyyət su qovşağının tərkibinə daxil olan qurğuların normal hidravliki rejimdə işləməsi üçün tədbirlərin hazırlanması</i> | 275 |
| 7 | İlqar Qiyas oğlu Əliyev, Maarif Zabit oğlu Yusifov, Aftandil Məmməd oğlu İsayev
<i>Paralel qaz kəmərlərin səmərəli ıstısmar rejimi üçün avadanlıqlarının optimal parametrlərinin tədqiqi</i> | 280 |
| 8 | Fərzəliyeva Nərmin İbrahim qızı
<i>İqlim dəyişikliyinə təsiri ilə əlaqədar xəzər dənizinin ekosisteminin qiymətləndirilməsi</i> | 285 |
| 9 | Guvalov Abbas Abdurahman, Abbasova Saida Iskandar, Ahmadli Nahid Zahid,
<i>Self-compacting concrete based on recycled crushed stone and organic-mineral additive</i> | 288 |
| 10 | Həsənov Sabir Tehranxan oğlu, Haqverdiyeva Ceyran Haqverdi qızı
<i>Temperaturun çay axınlarına təsiri</i> | 294 |
| 11 | Qasimov Rəşad Aydın oğlu, N.Y.Məmmədov
<i>Ultrasəs sensorları vasitəsilə binalarda daxili aşkarlanmanın araşdırılması</i> | 298 |
| 12 | Qəniyeva Saçlı Abdulxaq qızı, Qaziyeva Pərvanə Çingiz qızı, Dənziyev Ramal Mirzəhəsən
<i>Şəhərin 3D modelinin yaradılması texnologiyaları və üsulları</i> | 300 |
| 13 | Qəniyeva Saçlı Abdulxaq qızı, Verdiyev Səfəil Bağır oğlu, Qüdrətzadə Şəfəq Vaqif qızı
<i>Seysmik təsirlər zamanı deformasiya nəzərə alınmaqla hidrotexniki qurğuların modelləşdirilməsi metodologiyası</i> | 306 |
| 14 | Quliyev Şamil Şahsuvar oğlu, Zərbəliyev Mansur Sabir oğlu
<i>Bərgüşadçayın su ehtiyatlarından səmərəli istifadə üçün təklif olunan su təsərrüfatı tədbirləri</i> | 310 |
| 15 | Qurbanov Eldar Ağasalam oğlu, Dünyamahyeva Nailə Yasın qızı Məmmədova Leyla Vasif qızı
<i>Şəhərsalmada yaşayış şəraitinin yaxşılaşdırılmasının şəhər-ekoloji təminatı</i> | 315 |

16	Mahmudova Mələk İsmayıl qızı <i>Abşeron yarımadasının neftlə çirklənmiş torpaqlarının ətraf mühitə təsiri</i>	319
17	Mehdiyev Cavid Teymur oğlu, Cəfərov Tariyel İlham oğlu, Qəniyeva Səriyyə Nazir qızı <i>Neft çənlərinin əsası və özüllərinin deformasiyaları</i>	322
18	Məmmədov Çingiz Mirzəmməd oğlu, Əsədov Şövqi Naib oğlu <i>Kompozitdən olan dəqiq hissələr istehsalı ekstruder maşınlarının texnoloji xüsusiyyətləri</i>	328
19	Nəsibov Afiq Cavanşir oğluzumrud.nesibova87@gmail.com <i>Aqrar sahədə rəqəmsal texnologiyalardan istifadənin üstünlükləri</i>	332
20	Novruzova Zeynəb Ağasəf qızı, Verdiyev Səfail Bağır oğlu, Cəbiyeva Telli Elşad qızı, Qüdrətzadə Şəfəq Vaqif qızı <i>İnşaatda geodeziya tədqiqatları üçün bım texnologiyasının üstünlükləri</i>	336
21	Sarı, Cihat və Güçlü, Yavuz Selim <i>24 saat süreli maksimum yağışların trend analizləri</i>	341
22	Səlimova Aytən Tariyel qızı, Hüseynova Səidə Vilayət qızı <i>Enerji effektiv binaların layihələndirilməsi xüsusiyyətləri</i>	345
23	Şirinzadə İradə Nüsrət qızı, Qarayeva Nigar Vidadi qızı <i>Mineral əsaslı istilik izolyasiya materialları üçün xamalların tərkibinin tədqiqi</i>	349
24	Şirinzadə İradə Nüsrət qızı, Məmmədova İradə Həsən qızı, Mehdiyeva Təranə Firuz qızı <i>Hidrosludalı gillər və plagiogranit əsasında keramik materialların xassələrinin tədqiqi</i>	352
25	Vəliyeva S.A. <i>Kənd təsərrüfatına yararlı torpaqların suvarma təminatının yaxşılaşdırılması</i>	356
26	Yahyayev Aydın Bilal oğlu, Hüseynov Turan Teymur oğlu, Əhmədova Sehran Kazım qızı <i>Aylant ağac cinsi: bioekoloji xüsusiyyətləri və təsərrüfat əhəmiyyəti</i>	362
27	Zərbəliyev Mansur Sabir oğlu, Ağayeva Aypara Teymur qızı <i>Balıqburaxan hidrotexniki qurğuların effektivliyinin tədqiq olunması</i>	369
28	Каргаев К.Т., Отарбаев Б.С. <i>Расчет параметров экологический оптимального режима орошения риса при изменении климата</i>	374
29	Мамедов Нурмамед Яшар оглы, Акбарова Самира Мисирхан кызы, Фейзијева Гюльнар Гасан кызы <i>Теплоэнергосберегающая политика в современном строительстве</i>	377
30	Мамедова Лейла Васиф кызы, Исмаилов Алишир Исмаил оглы, Пирийев Ролан Фахраддин оглы <i>Направление развития городского планирования и архитектурного дизайна возможности использования городских сточных вод для орошения</i>	384
31	Умбетова Ш.М., Мейрамбек Дана, Ыдырыс Айдана, Ермұрат Ернар <i>Возможности использования городских сточных вод для орошения</i>	388
32	Умбетова Ш.М., Олжабаева А.О, Накипова Ж.К <i>Оценка воздействия водопотребления и водоотведения энергетической отрасли на окружающую среду</i>	393

33	Умбетова Ш.М., Мейрамбек Дана, Ыдырыс Айдана <i>Оценка современного состояния очистки сточных вод на очистных сооружениях г. Кызылорда</i>	397
34	Р.Ж. Шарипов, К.К. Алимова <i>Проблемы и перспективы энергоснабжения республики Казахстан</i>	402
35	Ələsgərov Gülağa Ağami oğlu, Ələsgərli Leyla Kamil qızı, Əlizadə Sədaqət Tofiq qızı, Mansurov Müşfiq Məmmədəli oğlu <i>İstilik sistemləri üçün su hazırlığı</i>	407

BÖLMƏ III

TİKİNTİNİN TƏŞKİLİ, İDARƏ EDİLMƏSİ VƏ İQTİSADİYYATI

1	Abasova Pərvin Fərhad qızı <i>Rəqəmsal iqtisadiyyat və informasiya texnologiyalarının inkişafı</i>	410
2	Ağaeva Kənuль Асаф кызы <i>Перспективы использования искусственного интеллекта в строительстве</i>	412
3	Байрамов Р.Г., Балагёзов А.М. Мамедова К.А. <i>Влияние аддитивной технологии на экономику строительного производства</i>	417
4	Başaran İsmail, Akyüz Duygu <i>Yerel yönetimler arası işbirliği örneği: türk dünyası belediyeler birliği</i>	421
5	Binnətov Yusif Cavad <i>Müasir iqtisadi münasibətlər şəraitində tikinti sahəsinin ölkə iqtisadiyyatının inkişafında rolu.</i>	427
6	Cəfərova Rumella Telman qızı <i>Tikinti sektorunda istehsal edilən məhsullarının iqtisadi artıma təsirlərinin qiymətləndirilməsi metodları</i>	430
7	İlqar Qiyas oğlu Əliyev, Maarif Zabit oğlu Yusifov, Mədinə Əbdülrəşid qızı Ömərqədiyeva <i>Qarabağ iqtisadi rayonunda tikinti obyektlərin istilikdən müdafiə tədbirlərinin tədqiqi</i>	433
8	Əliyeva Natəvan Telman qızı, Vəliyeva S.İ. <i>Beynəlxalq turizmin inkişafında əsas tendensiyalar</i>	437
9	Əlizadə Ş.İ., Məmmədzadə İ.B. <i>Tikinti sektorunda sahibkarlıq fəaliyyətinin dinamikası</i>	441
10	Əlizadə Şəhla İbrahim qızı, Məmmədova Ruhியə Məzahir qızı <i>Tikinti şirkətlərində strateji planlaşdırmanın əhəmiyyəti</i>	444
11	Fərzəliyev S. A., Abbasova G.S. <i>Çoxmərtəbəli monolit dəmirbeton yaşayış binalarının tikintisində keyfiyyətə nəzarətinin təmin edilməsi</i>	449
12	Solmaz Guliyeva A., <i>Strategies for effective human resource management in the construction industry</i>	454
13	Hüseynova Mələhət Soltan qızı <i>Nəqliyyat logistikasının ölkənin iqtisadi sistemində rolu</i>	457

14	İmamquliyeva Günel Səlim <i>İnvetisiyaların stimullaşdırılmasında vergi alətlərinin rolu</i>	462
15	Köçərli Hicran Rafiq qızı <i>Risqlərin idarə edilməsi metodu kimi sığorta</i>	467
16	Qasımova Zülfiyyə Mirzə qızı, Tağıyeva Aidə Valeh qız <i>Kiçik və orta sahibkarlığın ölkənin davamlı iqtisadi inkişafda rolunun artırılması istiqamətləri</i>	470
17	Quliyev R.H. <i>Sənaye müəssisələrində iqtisadi səmərəlik</i>	475
18	Quliyeva Cahən Niftalı qızı <i>Tikinti iqtisadiyyatında material resurslarına qənaət hesabına ətraf mühitin qorunması</i>	477
19	Quluzadə Şaiq Ramiz oğlu, Mehdiyeva Təranə Firuz qızı <i>Tikinti təşkilatlarının təşkilatı-texniki etibarlılığının yüksəldilməsi problemləri</i>	480
20	Kanan Hasanov K., Konul Ağayeva <i>Building a smart and sustainable future: opportunities and challenges for smart cities and smart buildings in azerbaijan</i>	484
21	Məmmədov İbrahim Yaqub oğlu <i>Eko-şəhərlərdə nəqliyyatın idarə edilməsi</i>	489
22	Məmmədova Fidan Əliyə, Cəbrayilova Səadət Allahverdi <i>İnnovasiyaların ölkənin iqtisadi inkişafında rolu və tətbiqi xüsusiyyətləri</i>	492
23	Мамедов Джейхун Джаид оглы, Балагёзов Ахмед Мамед оглы <i>Временное крепление стенок земляных сооружений для обеспечения устойчивости грунта</i>	497
24	Nəsirova Ofelya Adil qızı, <i>İqtisadiyyatın idarə edilməsinin müasir problemləri və perspektivləri</i>	501
25	Osmanov İlqar Osman oğlu <i>Sənaye sahələrində klasterlərin formalaşdırılması və onların səmərəlilik meyarları</i>	504
26	Salahov M.Ə. <i>Müxtəlif mühəndis bina və qurğuların hava nəqliyyatı (helikopter kranı) vasitəsilə inşasınının perspektivləri</i>	508
27	Vəliyev Fərahim Əlif oğlu <i>Respublikamızın tikinti sektorunda idarəetmənin təşkilati-iqtisadi sistemi və onun təkmilləşdirilməsinin əsas istiqamətləri</i>	513
28	Юсифов Эльшад Масим, Яқубзадə Зиəфəт Никмəт <i>Tikinti sənayesi müəssisələrində keyfiyyətin idarə edilməsinin istehlakçı tələblərinə təsiri</i>	517

