



Korkyt Ata University
Since 1937

ТЕХНИКА
ғылымдары және
ТЕХНОЛОГИЯ

ISSN 2959-8311 (print)
ISSN 3006-1733 (online)
№4, (12)
2025

ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ



ISSN 2959-8311 (print)
ISSN 3006-1733 (online)

ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ

№ 4 (12), 2025

2023 жылдан бастап шығады
Выходит с 2023 года
Founded in 2023

Жылына төрт рет шығады
Выходит четыре раза в год
Issued quarterly

**Қызылорда/Қызылорда/Kyzylorda
2025**

Редакция алқасы

- | | | |
|------------------|---|---|
| Таңжарықов П.Ә. | - | ғылыми редактор, техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы |
| Бисенов Қ.А. | - | техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР Ұлттық ғылым академиясының академигі, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы |
| Астанакулов К.Д. | - | техника ғылымдарының докторы, профессор, «Ташкент ирригация және ауыл шаруашылығын механикаландыру инженерлері институты» Ұлттық зерттеу университеті, Өзбекстан Республикасы |
| Гильманшин Р. И. | - | техника ғылымдарының кандидаты, доцент, А.Н.Туполев атындағы Қазан ұлттық техникалық зерттеу университеті, Ресей Федерациясы |
| Монтаев С.А. | - | техника ғылымдарының докторы, профессор, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Қазақстан Республикасы |
| Удербасев С.С. | - | техника ғылымдарының докторы, доцент, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы |
| Темирбек А. | - | жауапты хатшы, философия докторы (PhD), Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы |

Редакционная коллегия

- | | | |
|------------------|---|--|
| Танжарықов П.А. | - | научный редактор, кандидат технических наук, доцент, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан |
| Бисенов К.А. | - | доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан |
| Астанакулов К.Д. | - | доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Республика Узбекистан |
| Гильманшин И.Р. | - | кандидат технических наук, доцент, Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева, Российская Федерация |
| Монтаев С.А. | - | доктор технических наук, профессор, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, Республика Казахстан |
| Удербасев С.С. | - | доктор технических наук, доцент, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан |
| Темирбек А. | - | ответственный секретарь, доктор философии (PhD), Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан |

Editorial Board

- | | | |
|------------------|---|---|
| Tanzharykov P.A. | - | executive editor, Candidate of technical sciences, associate professor, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan |
| Bisenov K.A. | - | Doctor of technical sciences, professor, academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan |
| Astanakulov K.D. | - | Doctor of technical sciences, professor, "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University, Republic of Uzbekistan |
| Gilmanshin I.R. | - | Candidate of technical sciences, associate professor, Kazan National Technical Research University named after A.N. Tupolev, Russian Federation |
| Montayev S.A. | - | Doctor of technical sciences, professor, Zhanger Khan Agrarian-Technical University of West Kazakhstan, Republic of Kazakhstan |
| Uderbayev S.S. | - | Doctor of technical sciences, associate professor, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan. |
| Temirbek A. | - | executive Secretary, Doctor of Philosophy, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan |

Баспа атауы – «Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті»

Баспа адресі – индекс 120014, Әйтеке би, 29А, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

Наименование издателя – «Кызылординский университет имени Коркыт Ата»

Адрес издателя – индекс. 120014, ул Айтеке би, 29А, г.Кызылорда, Республика Казахстан

Name of the publisher – «Kyzylorda university named after Korkyt Ata»

The publisher's address is an index. 120014, Aiteke bi street, 29A, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

ANALYSIS OF THE STATE OF OCCUPATIONAL SAFETY IN THE OIL AND GAS INDUSTRY AND THE ROLE OF THE HUMAN FACTOR

Sarabekova U.Zh., PhD, Associate Professor

ulbolsyn.sar@mail.ru*, <https://orcid.org/0000-0001-9548-8333>

Tynymbay N.T., 1st year Master's student in the specialty «Life Safety and environmental protection»
(Technosphere safety)

naziratynymbay@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-6637-5185>

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

Annotation. This paper examines in detail the state of industrial safety and mechanisms for ensuring it in the oil and gas and fuel and energy complex of Kazakhstan. It is determined that the level of security of production activities is the most important indicator of the economic and social development of the state, and the main directions of Industry Improvement are analyzed. The fact that the main causes of accidents in oil and gas production are corrosion, gas and oil manifestations that occur during drilling wells, and the human factor, is substantiated by statistical data. The importance of technical and technological measures, such as reducing corrosion of pipelines and commercial equipment, the introduction of modern diagnostics and monitoring systems, is revealed. In addition, the organizational aspects of industrial safety management, the need to develop technical regulations, and the stages of formation of the state management system in the field of labor protection will be outlined. As a result of the work, the relevance of the implementation of an effective management system based on preventive measures to increase the level of industrial safety is demonstrated.

In addition, the study also considers the possibilities of adapting international practices to domestic conditions, approaches to early detection of threats using digital technologies and the importance of improving the professional training of personnel. It is shown that these areas contribute to the formation of a stable and safe production environment in the oil and gas industry.

Keywords: industrial safety, oil and gas industry, causes of accidents, corrosion, production control, technical regulations, labor protection, safety management.

Introduction. The level of industrial safety is one of the most important indicators of the economic development of the state, social stability and moral culture of society. Compliance with safety requirements, especially in such strategically important areas as the oil and gas and fuel and energy complex, is directly related to the security of the state, the efficient use of Natural Resources and the well-being of the population.

In the development of the oil and gas sector of Kazakhstan, the main tasks are the development of new fields, the extraction of hydrocarbons from deep layers, increasing production volumes and improving production efficiency. However, the implementation of these tasks requires the use of safe technologies, improvement of drilling methods, strengthening of anti-corrosion measures and ensuring reliable operation in pipeline systems. Statistical data show that most of the emergency situations of the industry are based on such reasons as corrosion, gas-oil manifestations during well drilling and the human factor [1].

To ensure industrial safety, an important role is played by improving the system of technical regulation, clarifying safety requirements, organizing production control and improving the qualifications and culture of employees. At the same time, the introduction of systems based on the prevention direction of safety management will effectively reduce risks at hazardous production facilities [2].

In this paper, topical issues of the safety situation in the oil and gas industry, the reasons for their occurrence, technical and organizational measures, as well as the formation of the state labor protection management system in Kazakhstan are considered in detail.

Research materials and methods: the state of safety of production activities is the most representative and reliable indicator of the level of economic and social development of the state, the moral state of society [3-6].

The main directions of development of the fuel and energy complex of Kazakhstan were defined as the main tasks of the industry: increasing the pace and efficiency of economic development based on the acceleration of scientific and technological progress, Technical re-equipment and reconstruction of production, intensive use of production potential, improvement of the management system. At the same time, it is planned to ensure the production of a sufficient amount of oil, gas and gas condensate due to the development of the industry by introducing a large number of new oil and gas fields into development, including the introduction of deep-lying fields into development, which means improving well drilling technologies and reducing the number of gas and oil manifestations (in the total balance of accidents over the past five years, this category averages about 40% -%) Achieving reliable and safe operation of professional pipeline systems is possible by solving two main problems [5]:

- reduction or prevention of corrosion of oilfield equipment and pipelines of various purposes due to the use of technological methods aimed at maintaining the initial low aggressiveness of manufactured products and the use of special protective equipment (this factor is 7090% -0 of accidents on field pipelines);

- improving the effectiveness of organizational and technical measures (diagnostics, monitoring, repair, etc.).

For objects of main hydrocarbon transport, it is necessary to conduct regular technological and environmental monitoring using Geoinformation systems for quantitative and qualitative monitoring and analysis of the state of the pipeline, as well as use modern remote methods to search for leaks.

Domestic practice, developed in the pre-market era, is based on state regulation. Conceptually, this law is based on European principles of technical regulation. In particular, the law establishes that mandatory security requirements are established by law-in the form of technical regulations.

Therefore, the first stage of work on the creation of technical regulations should be an analysis of industrial safety requirements in order to form lists of mandatory and optional (of a recommendatory nature) requirements for objects of technical regulation. At the same time, it seems very important to take into account the specifics of industrial safety requirements, which, in contrast to the requirements of technical regulations, are often not technical, but organizational (for example, requirements for the qualifications and qualifications of employees). The importance of the latter is evidenced by statistical data on the causes of accidents and injuries at hazardous production facilities in the oil and gas industry. The first and most important is the human factor (non - compliance with production discipline, violation of the rules of industrial safety and labor protection, job descriptions, rules of labor discipline, etc.). The second is the inattention of the heads of enterprises to labor protection issues. The third is the aging of equipment, which leads to an increase in the incidence of accidents. Thus, the main cause of a high industrial accident is not related to the characteristics of products and processes, but to the actions of people[6-7].

Results and discussion: preventive measures have been taken to improve the effectiveness of security management. In particular, each organization operating a hazardous production facility should develop and implement an industrial safety management system, while the production control system should be an integral part of the industrial safety management system. Within the framework of such a system, the rights and responsibilities of employees in the field of industrial safety should be clearly defined, effective production control should be organized, information and analysis should be provided for making optimal and timely decisions on the elimination or reduction of risk factors at the level of the organization's management.

In the recent history of Kazakhstan, two stages of the formation of the system of state management of labor protection have passed. The formation of a system of state management of labor protection in the country was accompanied by the creation of a regulatory legal framework for labor protection at the federal level and in the regions. More than 50 subjects of the Republic of Kazakhstan have adopted their own laws on labor protection, which provide for the powers of

executive authorities in this area and the powers of local self-government bodies. Organizations form their own labor protection management systems aimed at implementing the triad [8-9].

As a rule, the economic damage in the development of oil fields is significantly higher than in the development of coastal fields, which mainly contributed to the significant improvement and improvement of the methods of management of HSE and HSE during oil production and transportation of hydrocarbons.

The main trend in improving approaches to ensuring industrial safety and labor protection in comparison with the methods used in the management system is the transition from the activity of pure control (supervision) of compliance with specific safety requirements to regulatory methods of state supervision based on the updated regulatory framework and licensing activities. It should be noted that the effectiveness of regulatory methods of state supervision is largely determined by the models and mechanisms used in the management of SB and HSE. A distinctive feature of the risk assessment-based surveillance system is the practically complete assignment of responsibility to the organization for compliance with the requirements of the IP and the IP, which makes it possible to solve the problems of the IP and more fully involve its tools and personnel potential, develop the motivational component of the implementation of safety standards. In turn, the management of the organization is responsible for the state of labor protection and must ensure the development, implementation and functioning of the labor protection management system in accordance with the established requirements [9].

The introduction of a system of state supervision based on risk assessment in Kazakhstan should be carried out in stages, solving the following tasks [3-6]:

1. development of legislation aimed at creating a flexible tax policy designed to improve the state of the PP and HSE, stimulate employers' responsibility for the efficiency of the production sector and the protection of workers' health; Deviations of this or that kind have found their expression, since, first of all, the necessary level of security of the object is given and ways to achieve this level are formulated;

- development of modern approaches to management of OP and HSE, including improving internal control systems in organizations operating hazardous production facilities;

2. development of measures to introduce modern safe production technologies in accordance with the needs of the reformed industries and international norms and requirements, improve the state of the PP and HSE;

3. Improving approaches to social insurance at work, taking into account the classes of working conditions, the level of Occupational morbidity and injuries.

The implementation of these tasks is ensured through the use of appropriate economic and organizational mechanisms. In order to form the economic interest of employers in improving the quality of the production environment, it is necessary to concentrate efforts in the following areas:

- * development of mechanisms that contribute to increasing the motivation of employers to create safe working conditions with legislative strengthening of measures of responsibility for labor protection;

- * conducting an examination of working conditions;

- * improvement of the system of compulsory social insurance against industrial accidents and occupational diseases.

Among other activities, the creation of the Kazakhstan Labor Protection Information Center, the main functions of which should be monitoring and analyzing the state of working conditions; the creation of a register of jobs by working conditions, including those with harmful and (or) dangerous working conditions; the introduction of a personalized health passport (occupational labor route map, occupational morbidity index and Dr.); certification of workplaces for working conditions, creation of basic Regional Centers for occupational risk management for training and retraining of employees in connection with occupational risk in order to prevent the risk of occupational diseases; creation of a unified information system for accounting and control of occupational accidents and occupational diseases; formation of a National Register of occupational diseases and disability as a result of occupational diseases; Creation of an atlas of professions used

for the employment of victims of industrial accidents, occupational diseases and employees with a high degree of occupational risk; conducting inspections and predictive research, providing advisory and legal assistance to employers and citizens on labor protection issues, promoting labor protection [10].

Information and analytical support allows you to monitor the situation with labor protection in the country and regions, creating a kind of "feedback" between the managerial impressions of the bodies included in the state system of labor protection management and the actual state of affairs with industrial injuries, occupational diseases, working conditions at the country's enterprises. It is necessary to take measures to improve the organization and methodological support of labor protection training, in particular [11-13]:

- * creation and updating of educational information resources (teaching aids, posters, methodological materials, electronic library);

- * improvement of the material and technical base (computer equipment, mannequins-simulators for the provision of medical care, laboratory instruments and complexes, exhibits and samples of personal protective equipment, etc.).

In order to promote labor protection, it is necessary to develop topics and methods for transmitting campaign materials in the mass media and on the Internet.

These measures, on the one hand, should be aimed at maintaining a certain level of PSA and HSE, and on the other hand, should not interfere with the production of the required number of products and services. The final choice of measures should be preceded by an analysis of the effectiveness of their implementation, which will make it possible to determine the principles of selecting organizational, technical and economic solutions that reduce the likelihood of injuries and accidents in wells, oil and gas field training facilities, pipelines. The paper presents the concept of justifying the effectiveness of measures that increase the level of safety of oil and gas industries. The purpose of the concept is to ensure an acceptable level of safety of production processes by increasing efficiency and reducing the costs of technogenic risk management methods and tools. As a criterion for the effectiveness of methods for reducing man-made risks, the minimum amount of the parameter calculated for several types of activities or their complexes and expressing the amount of all costs necessary for the implementation of the activities and the mathematical expectation of damage characterizing these activities was taken [13-18].

It should be noted that the permissible level of security is largely determined by the level of development of society. It is this level of development that limits the possibilities of using economic and organizational mechanisms. Indeed, the effectiveness of the use of mechanisms directly depends on the price that society is willing to pay for its own safety. The higher the assessment of the risk of an emergency, the greater the amount of economic impact of eliminating the possibility of an accident.

The human factor is a multifaceted concept, including the quality of professional training of an employee, his moral and psychological state and personal qualities. Management of an organized social system in production, that is, in other words, Personnel Management, in which the human factor plays an important role, leads to significant progress in creating a safety culture and reducing accidents and injuries. However, management is primarily a psychological process. Accordingly, the professionalism of managers, the quality and effectiveness of management depend on taking into account the state of people and using a subtle psychological management tool. Turning to international experience, it should be noted that at present the role of managers in ensuring safety at work is well known. Accordingly, data from different industries make it possible to identify five main factors affecting the state of PB and ot in production:

- 1) general management of Works and control over their implementation (the role of managers)

- 2) Functioning Of The Supbiot

- 3) risks (including risks related to the behavior of personnel)

- 4) schedule of work

- 5) staff competence

It should be noted that there is no individual factor in this classification, but, according to the author, it is determined by factors 1 (the role of leaders) and 5 (the competence of personnel). In addition, the number of studies describing the role of organization leaders (or senior managers) and their impact on safety at work has been limited until recently. In turn, the UK Occupational Safety Regulations (1999) [85] identify the following organizational factors that affect the safety situation at work:

- * Commitment of senior managers to the principles of Occupational Safety
- * Style and behavior of leaders
- * Visibility (transparency) control
- * Communication between personnel at different levels (activities of managers)
- * Balance between labor safety goals and production goals (priority of managers)

It can be seen that recently the decisive role in ensuring safety in production has been assigned to managers, and attention is paid not only to the Masters who manage production processes at the workplace, but also to the management of enterprises.

In general, a decrease in the level of Occupational Injuries can be achieved on the basis of the adherence of management to the principles of ensuring safety and the targeted policy of the enterprise, where one of the key elements is a high-quality professional system for the preparation and formation of appropriate socio-psychological motivation.

Of course, in order to prevent accidents, it is necessary to understand why they happen and what causes them. Below are the most popular theories about the occurrence and Prevention of accidents in world practice. Consideration of theoretical aspects will allow not only to identify in detail the causes of accidents and injuries, but also to clearly identify factors affecting Occupational Safety in the future, which, in turn, will help to develop effective methods for improving the state of PB and fire at work.

In principle, such theories are used as models to predict and prevent accidents that are defined as unplanned events that lead to injury, death, loss of production or damage to property. Obviously, the development of effective preventive measures aimed at preventing accidents is very difficult when we do not understand the real causes of accidents and injuries. Many attempts to develop the only correct theory of the occurrence of an accident have not yet been successful, so so far no theory is universal.

However, the author believes that it is necessary to consider the most popular theories, since this will ultimately help to develop effective tools for managing PB and ot at the enterprises of the oil and gas industry.

One of the first theories of the origin of accidents was the "domino theory" of X.created by V. Heinrich in 1931. According to this theory, 88% of accidents are due to dangerous actions of people, 10% are due to the operation of machines and mechanisms and 2% is due to "force majeure". Heinrich proposed five factors for the occurrence of accidents, where each factor triggers the next, which is similar to the effect of falling dominoes.

The sequence of factors for the occurrence of accidents is as follows:

1) Origin and social environment of the employee. This category includes the personal qualities of the employee, which ultimately leads to an error. Such traits are negative, such as stubbornness or carelessness, and can be inherited or acquired in a certain negative social environment.

2) employee error. Heinrich immediately argues that an employee's mistake is characterized by certain congenital or acquired defects, such as irritability, indifference, ignorance, and character traits of the employee, which are formed mainly in the family, lead to dangerous actions at work, and unfavorable life situations form dangerous situations.

3) dangerous actions or situations. This "domino" is a special combination of previous factors and explains the direct causes of the occurrence of accidents. Dangerous actions include, for example, driving a car without a preliminary inspection, and dangerous ones include the absence of a railing on the stairs. Heinrich highlights four reasons why people commit dangerous acts: "unfair treatment of the case", "lack of knowledge or skills", "physical unsuitability" and "mechanisms and

working conditions that do not correspond to the nature of its performance". Later, he divided the causes into direct and indirect. For example, an employee who has specially committed dangerous actions can do this due to lack of confidence in the need to take any preventive measures, as well as due to the lack of supervision of a supervisor. Later, Heinrich added "Recent" or recent events-causes-to direct and indirect causes. A combination of such causes creates a systematic time sequence of events that lead to a catastrophe.

4) accident. Accidents refer to an action that leads to injury or property damage to an employee.

5) damage or injury. Injury is the result of an accident, typical injuries of Heinrich are cuts, fractures.

So, a consistent sequence of factors leads to an injury in production - the "Domino principle". However, if one of the links in the chain is destroyed, the fall of the remaining dominoes will be interrupted, helping to avoid an accident. One of the main reasons for working and solving is in the middle of the domino chain - "dangerous actions or situations."

According to Domino's theory, the responsibility for injury lies primarily with the employer, so the head of the PB and ot Department must deal with non-compliance with the principles of Occupational Safety through direct supervision, training employees in safe working methods and maintaining discipline, thereby eliminating "dangerous actions and situations". Although Heinrich did not present facts that actually supported his theory, his theory was the impetus for the development of subsequent more advanced studies.

The domino theory is unique, only because it existed practically unchanged from 1929 to 1994.

The technical methods introduced by Heinrich in 1931 are still used today for various PB and ot control systems. Such technical methods include careful monitoring; development and compliance with the rules of the PSA and HSE; training of personnel using visual materials, including videos; identification of production risks by analyzing existing experience; verification of the state of working conditions; audit of enterprises; investigation of accidents; analysis of Work Production; collection of materials and preparation of reports on the investigation of accidents; the process of approving new construction and installing new equipment; developing and agreeing on changes in work procedures or processes; action plan in emergency situations; providing first aid.

Conclusion: Heinrich proposed to use the level of accidents with loss of working time as the most appropriate measure to measure the effectiveness of industrial safety conditions. The basis of Heinrich's philosophy of accident prevention was an axiom - "dangerous actions of people are the cause of most accidents, it is necessary to control the actions of personnel, safety should be managed like any other component of a successful business."

To ensure occupational safety in the oil and gas industry, it is important to improve protective equipment, constantly monitor their quality and introduce modern technologies. At the same time, strengthening the professional training of specialists, the formation of a culture of responsibility and safety will significantly contribute to the Prevention of accidents at work, protecting the life and health of employees, and improving production efficiency as a whole.

Literature:

- [1] Қазақстан Республикасының «Азаматтық қорғау туралы» Заңы. – Астана, 2014.
- [2] ҚР СТ 12.1.004-2019. Өрт қауіпсіздігі. Терминдер мен анықтамалар. – Астана: ҚР ИИДМ Техникалық реттеу комитеті, 2019.
- [3] ҚР СТ 12.1.010-2015. Жарылыс қауіпсіздігі. Жалпы талаптар. – Астана, 2015.
- [4] «Қазақстанның мұнай-газ кешеніндегі өнеркәсіптік қауіпсіздік жағдайы», салалық аналитикалық есеп. – Астана: ҚР Энергетика министрлігі, 2022.
- [5] Нұрпейісов, Е.Е., Сейтмұратов Ә.Ж. Мұнай-газ саласындағы еңбек қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау. – Алматы: Эверо, 2020.
- [6] Қалдарбеков, Б.Қ. Өнеркәсіптік қауіпсіздік негіздері. – Алматы: ҚазҰТЗУ, 2018.

- [7] **Токсанбаев, А.Т.** Мұнай-газ тасымалдау жүйелерінің коррозияға қарсы қорғауы. – Алматы: Қазақ университеті, 2019.
- [8] **Әбдіқадыров, Т.,** Исаков М. Құбыр желілерінің техникалық диагностикасы. – Астана: Технология, 2017.
- [9] Мұнай және газ кен орындарын игеру қауіпсіздігі: оқу құралы / ред. М.Оразбаев. – Атырау: Атырау мұнай және газ университеті, 2020.
- [10] ҚР ТЖМ. «Қазақстандағы өнеркәсіптік қауіпсіздік жағдайы туралы ұлттық баяндама». – Астана, жыл сайынғы басылым.
- [11] **Смағұлов, А.,** Әлімқұлов Ж. Өндірістік тәуекелдерді бағалау және басқару. – Алматы: Экономика, 2016.
- [12] **Таңжарықов, П.А.,** Сарабекова Ұ.Ж., Төлеген А.Е. Мұнай-газ саласындағы кәсіби қауіпсіздік және денсаулық менеджменті жүйесі талаптарын ҚР СТ ОHSAS 18001-2008 стандарты бойынша бағалау. Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің ХАБАРШЫСЫ, №1 (56) 2021. – 156-163 бб. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2021.v56.i1.020>
- [13] **Таңжарықов, П.А.,** Сарабекова Ұ.Ж., Төлеген А.Е., Тоқашова Ж.Е. Мұнай және газ өнеркәсібіндегі техникалық жүйелер мен технологиялық процесстердің қауіпсіздік талаптары. Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 30 жылдығына және Дүниежүзілік инженерия күніне арналған «Заманауи инженерлік инновациялар мен технологиялар» атты онлайн халықаралық ғылыми- тәжірибелік конференция материалдары. Том 1, Көкшетау, 2021ж. – 295-299 бб.
- [14] **Сарабекова, Ұ.Ж.** Еңбекті қорғау. Оқу құралы. Қызылорда, «Жиенай» баспасы, 2021. – 120 б. ISSN 978-601-02-0469-7.
- [15] **Сарабекова, Ұ.Ж.,** Нұржанова Д.Б. Өрт қауіпсіздігі. Оқу құралы. Қызылорда, «Жиенай» баспасы, 2021. – 92 б. ISSN 978-601-02-0472-7.
- [16] **Сарабекова, Ұ.Ж.,** Нұржанова Д.Б. Өнеркәсіптік азаматтық нысандардағы өрт-жарылыстан қорғаныс. Оқу құралы – Қызылорда : «Жиенай» баспасы, 2021. – 92 б. ISSN 978-601-229-097-4.
- [17] **Таңжарықов, П.А.,** Абдрахманов С.Т., Сарабекова Ұ.Ж. Мұнай газ саласындағы еңбекті және қоршаған ортаны қорғау. Оқу құралы – Қызылорда : «Ақмешіт» баспасы, 2021. – 352 б. ISSN 978-601-229-097-4.
- [18] **Таңжарықов, П.А.,** Сарабекова Ұ.Ж., Төлеген А.Е. Мұнай және газ өндірісіндегі тәуекелдерді бағалау // Мұнай мен газ. – Алматы, 2021. – №1(121). – Б. 95-107 бб.

References:

- [1] Qazaqstan Respublikasynyn «Azamattyq qorgau turaly» zany. – Astana, 2014. [in Kazakh]
- [2] QR ST 12.1.004-2019.Ort qauipsizdigi. Terminder men anyqtamalar. – Astana: QR IIDM Tehnikalyq retteu komiteti, 2019 [in Kazakh]
- [3] QR ST 12.1.010-2015.Zharylys qauipsizdigi. Zhalpy talaptar. – Astana, 2015. [in Kazakh]
- [4] «Qazaqstannyn munaj-gaz keshenindegi onerkasiptik qauipsizdik zhagdajy», salalyq analitikalyq esep. – Astana: QR Jenergetika ministrliги, 2022. [in Kazakh]
- [5] **Nurpejisoв, E.E.,** Sejtмуратов A.Zh. Munaj-gaz salasyndagy enbek qauipsizdigi zhane qorshagan ortany qorgau. – Almaty: Jevero, 2020. [in Kazakh]
- [6] **Qaldarbekov, B.Q.**Onerkasiptik qauipsizdik negizderi. – Almaty: QazUTZU, 2018. [in Kazakh]
- [7] **Toqsanbaev ,A.T.** Munaj-gaz tasymaldau zhujelerinin korrozijaga qarsy qorgauy. – Almaty: Qazaq universiteti, 2019. [in Kazakh]
- [8] **Abdiqadyrov, T.,** Iskakov M. Qubyr zhelilerinin tehnikalyq diagnostikasy. – Astana: Tehnologija, 2017. [in Kazakh]
- [9] Munaj zhane gaz ken oryndaryn igeru qauipsizdigi: oququraly / red. M.Orazbaev. – Atyrau: Atyrau munaj zhane gaz universiteti, 2020. [in Kazakh]
- [10] QR TZhM. «Qazaqstandagy onerkasiptik qauipsizdik zhagdajy turaly ulttyq bajandama». – Astana, zhylsajyngy basylym. [in Kazakh]
- [11] **Smagulov, A.,** Alimqulov Zh. Ondiristik tauekelderdi bagalau zhan basqaru. – Almaty: Jekonomika, 2016. [in Kazakh]
- [12] **Tanzharyqov, P.A.,** SarabekovaU.Zh., Tolegen A.E. Munaj-gaz salasyndagy kasibi qauipsizdik zhane densaulыq menedzhmenti zhujesi talaptaryn QR ST OHSAS 18001-2008 standarty bojnynsha bagalau. Qorqyt ata atyndagy Qyzylorda universitetinin HABARShYSY, 2021. – №1 (56). – 156-163 bb. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2021.v56.i1.020> [in Kazakh]

[13] **Tanzharyqov, P.A.**, Sarabekova U. Zh., Tolegen A.E., Toqashova Zh.E. Munaj zhane gaz onerkasibindegi tehnikalyq zhujeler men tehnologijalyq processterdin qauipsizdik talaptary. Qazaqstan Respublikasy Tauelsizdiginin 30 zhyldygyna zhane Duniezhuzilik inzheneriya kunine arналған «Zamanaui inzhenerlik innovacijalar men tehnologijalar» atty onlajn halyqaralyq gylymi- tazhiribelik konferenciya materialdary, Tom 1, Kokshetau, 2021zh. – 2 95-299bb.

[14] **Sarabekova, U.Zh.** Enbekti qorgau. Oqu quraly. Qyzylorda, «Zhienaj» baspasy, 2021. – 120 b. ISSN 978-601-02-0469-7. [in Kazakh]

[15] **Sarabekova, U.Zh.**, Nurzhanova D.B. Ort qauipsizdigi. Oququraly.Qyzylorda, «Zhienaj» baspasy, 2021. – 92 b. ISSN 978-601-02-0472-7. [in Kazakh]

[16] **Sarabekova, U.Zh.**, Nurzhanova D.B. Onerkasiptik azamattyq nysandardagy ort-zharylystan qorganys. Oqu quraly. Qyzylorda, «Zhienaj» baspasy, 2021. – 92 b. ISSN 978-601-229-097-4. [in Kazakh]

[17] **Tanzharykov, P.A.**, Abdrahmanov S.T., Sarabekova U.Zh. Munaj gaz salasyndagy enbekti zhane qorshagan ortany qorgau. Oqu quraly. Qyzylorda, «Aqmeshit» baspasy.-2021zh.352 b. ISSN 978-601-229-097-4. [in Kazakh]

[18] **Tanzharykov, P.A.**, Sarabekova U.Zh., Tolegen A.E. Munaj zhane gaz ondirisindegi tauekelderdi bagalau. Zhurnal «Munajmengaz», Almaty, 2021. – №1(121). – 95-107 bb. [in Kazakh]

МҰНАЙ-ГАЗ САЛАСЫНДАҒЫ ЕҢБЕК ҚАУІПСІЗДІГІ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ АДАМ ФАКТОРЫНЫҢ РӨЛІ

Сарабекова Ұ.Ж. PhD, қауымдастырылған профессор

Тынымбай Н.Т., Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау (техносфералық қауіпсіздік) БББ 1-курс магистранты

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Аңдатпа. Бұл жұмыста Қазақстанның мұнай-газ және отын-энергетикалық кешеніндегі өндірістік қауіпсіздік жағдайы мен оны қамтамасыз ету тетіктері жан-жақты қарастырылады. Өндірістік қызметтің қауіпсіздік деңгейі мемлекеттің экономикалық және әлеуметтік дамуының маңызды көрсеткіші екені айқындалып, саланы жетілдірудің негізгі бағыттары талданады. Мұнай-газ өндірісіндегі авариялардың негізгі себептері – коррозия, ұңғымаларды бұрғылау кезінде орын алатын газ-мұнай көріністері және адами фактор екендігі статистикалық деректермен негізделеді. Құбырлар мен кәсіпшілік жабдықтардың коррозиясын төмендету, заманауи диагностика және мониторинг жүйелерін енгізу сияқты техникалық және технологиялық шаралардың маңызы ашылған. Сонымен қатар, өнеркәсіптік қауіпсіздікті басқарудың ұйымдастырушылық қырлары, техникалық регламенттерді әзірлеу қажеттілігі, еңбекті қорғау саласындағы мемлекеттік басқару жүйесінің қалыптасу кезеңдері баяндалады. Жұмыстың нәтижесінде өнеркәсіптік қауіпсіздік деңгейін арттыру үшін алдын алу шараларына негізделген тиімді басқару жүйесін енгізудің өзектілігі көрсетіледі.

Қоса алғанда, зерттеуде халықаралық тәжірибелерді отандық жағдайға бейімдеу мүмкіндіктері, цифрлық технологияларды қолдану арқылы қауіп-қатерлерді ерте анықтау тәсілдері және персоналдың кәсіби даярлығын жетілдірудің маңыздылығы да қарастырылады. Бұл бағыттар мұнай-газ саласындағы тұрақты әрі қауіпсіз өндірістік ортаны қалыптастыруға ықпал ететіні көрсетіледі.

Тірек сөздер: өнеркәсіптік қауіпсіздік, мұнай-газ саласы, авария себептері, коррозия, өндірістік бақылау, техникалық регламент, еңбекті қорғау, қауіпсіздік менеджменті.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ И РОЛИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА

Сарабекова У.Ж., PhD, ассоциированный профессор

Тынымбай Н.Т., магистрант 1 курса ОП «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» (Техносферная безопасность)

Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

Аннотация. В данной работе комплексно рассматривается состояние промышленной безопасности в нефтегазовом и топливно-энергетическом комплексах Казахстана и механизмы ее обеспечения. Определено, что уровень безопасности производственной деятельности является важным показателем экономического и социального развития государства, и проанализированы основные направления совершенствования отрасли. Основными причинами аварий в нефтегазодобыче являются коррозия, газонефтяные явления, возникающие при бурении скважин, и человеческий фактор, что обосновано статистическими данными. Раскрывается важность технических и технологических мероприятий, таких как снижение коррозии трубопроводов и промышленного оборудования, внедрение современных систем диагностики и мониторинга. Кроме того, описываются организационные аспекты управления промышленной безопасностью, необходимость разработки технических регламентов, этапы формирования государственной системы управления в области охраны труда. Результаты работы показывают актуальность внедрения эффективной системы управления, основанной на превентивных мерах, для повышения уровня промышленной безопасности.

Кроме того, в исследовании рассматриваются возможности адаптации международного опыта к отечественным условиям, методы раннего выявления рисков с использованием цифровых технологий, а также важность совершенствования подготовки кадров. Показано, что данные направления способствуют формированию стабильной и безопасной производственной среды в нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: промышленная безопасность, нефтегазовая отрасль, причины аварий, коррозия, производственный контроль, технический регламент, охрана труда, управление безопасностью.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR IMPROVING THE OPERATIONAL AND TECHNICAL CHARACTERISTICS OF PROGRESSIVE CAVITY PUMP INSTALLATION IN OIL WELLS

Tanzharikov P.A., candidate of technical sciences, professor

pan_19600214@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6490-9972>

Makashev A.B., first-year master's student of EP 7M07158 "Technological machines and equipment"

aidosh_mk@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-5451-0010>

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

Annotation. This article examines the main operational and technical issues encountered during the use of Progressive Cavity Pump (PCP) installations, which are widely employed in oil wells worldwide. The study analyzes the undesirable consequences arising from these issues, the key approaches to solving them, various factors influencing the operational reliability of PCP systems, as well as the essential performance characteristics of nanocoatings (titanium nitride, chromium nitride, Diamond-Like Carbon, titanium–aluminum nitride) that reduce friction and wear. The results of implementing these technologies and their advantages are also described. In addition, the article reviews modern innovative technologies for applying nanocoatings, including physical vapor deposition and condensation, chemical vapor deposition, and the introduction of nanoscale layers onto metal surfaces using high-energy plasma.

Changes in operational performance indicators of PCP installations with and without nanocoatings are compared. Field test results from foreign oil companies are presented, along with actual production performance data of the pumps in the form of tables and graphs demonstrating the effectiveness of nanocoatings. The study findings show that nanocoatings increase equipment service life by 1.5–3 times, enhance reliability, and significantly extend run time between overhauls. The article also proposes future technological development prospects for the innovative sector within the oil extraction industry.

Keywords: progressive cavity pump, nanocoating, nanostructured coating, innovation, friction, wear, corrosion.

Introduction. A progressing cavity pump (PCP) is a positive-displacement pump consisting of a rotor (metal screw) and a stator (elastomer-lined housing). As the rotor rotates, the fluid is moved from chamber to chamber and lifted from the bottom of the well to the surface.

- The key features of progressing cavity pump systems are as follows: adapted for producing high-viscosity oil;
- capable of operating even with high contents of sand, gas, and water;
- mechanically simple, yet sensitive to wear.

Progressing cavity pump systems are among the most efficient technologies in global oil production for lifting highly viscous, solids-laden, and high-gas-factor reservoir fluids. However, the primary factor limiting their service life is the intensive abrasive and corrosive wear of the rotor and stator.

The main issues encountered during the operation of PCP systems are as follows:

Mechanical wear – Oil and gas may contain various acids that damage the metallic parts of the pump. Such corrosive effects reduce the strength and durability of PCP components.

Gas-factor impact – The presence of gas lowers the density of the fluid, complicating PCP operation and reducing lifting capacity.

Impact of sand and solid particles – Abrasion caused by sand or hard particles rubbing against the screw surface negatively affects pump performance.

Thermal and chemical effects – Temperature fluctuations at the surface and at well depth cause expansion and contraction of metal parts, contributing to mechanical wear [1-7].

Figure 1 below shows worn elastomers and stators of progressing cavity pumps.

The issues listed above lead to several negative consequences.

Pump wear reduces operating efficiency, resulting in decreased oil-lifting performance. Pump efficiency may drop by 15–30%.

Increased energy consumption – Mechanical wear affects other pump components as well, leading to higher energy costs and longer repair times.

Shorter mean time between failures – Worn pumps require more frequent repair or replacement, increasing operational expenses.



Figure 1 – Worn PCP elastomers and stators

Unstable oil production – Some pump sections may lift only gas, reducing liquid-lifting efficiency. In such cases the pump operates “dry,” significantly decreasing performance.

Below, Figure 2 shows worn PCP rotors.



Figure 2 – Worn PCP rotors

There are many solutions aimed at reducing or mitigating these negative effects. The main ones include: Material improvement (wear-resistant coatings, new elastomers) – use of high-strength, corrosion-resistant coatings; Gas-handling optimization – installation of separators to remove free gas from the wellstream; Sand and solids control (sand traps/filters) – prefilters to remove sand and solids during production; Drive system enhancements – proper selection and modification of pump components based on fluid properties; Monitoring and diagnostics – controlling pump load to avoid overload [7-12].

Research materials and methods. In recent years, friction-reducing nanostructured coatings have been proven to substantially increase the reliability of PCP systems by improving rotor surface properties. The use of nanocoatings to reduce friction and wear is among the most effective solutions. A nanocoating is a hard and durable protective layer typically 10–100 nanometers thick. On metal surfaces it:

- reduces friction;
- increases corrosion resistance;
- resists thermal and mechanical impacts.

The effectiveness of nanocoatings is directly related to their structure and physico-chemical properties. Studies show that hard carbon and nitride nanolayers applied to rotor surfaces reduce wear through well-defined scientific mechanisms.

Various chemical and physical methods are used to introduce nanostructured materials and additives into coatings. These additives modify the structure and provide the desired properties of coatings composed partly or fully of nanoparticles.

Different methods exist for forming nanocoatings:

Adding a hard amorphous phase to an alloy reduces crystallite size, producing nanostructured materials such as TiAlN+Si, TiMoN+Si, and TiCrN;

Use of multilayer coatings with alternating nanolayers;

Formation of nanostructures through high-speed sputtering of mosaic cathodes;

Formation of nanostructures using ion beams.

Table 1 below presents coating types and their main properties and advantages.

Table 1 – Types of nanocoatings and their main properties and advantages

Coating type	Main properties	Advantages
TiN (titanium nitride)	High hardness, wear resistance	Extends rotor surface life by 2–3 times
CrN (chromium nitride)	Corrosion resistance, stable at high temperature and friction	High anti-wear performance
DLC (Diamond-Like Carbon)	Low friction coefficient, energy-saving, diamond-like structure	Reduces energy consumption, lowers surface heating
TiAlN (titanium-aluminum nitride)	For heavy-duty loads, high-temperature resistance	Reduces heat generation and energy losses

One of the most widely used methods today is PVD (Physical Vapor Deposition) — a technology in which material is vaporized in a vacuum and condensed onto a substrate as a thin layer. This method applies thin films of metals, ceramics, glass, and polymers. Prior to coating, the substrate is degreased, cleaned, and sometimes heat-treated or polished. The material (e.g., chromium or titanium) is vaporized via sputtering, e-beam, or thermal evaporation, and vapor particles condense onto the substrate surface, forming a uniform thin layer 0.25–4 microns thick [13-15]. CVD (Chemical Vapor Deposition) is another common method that uses gaseous precursors to deposit thin solid films on substrates at elevated temperatures. CVD coatings are durable, chemically resistant, and ideal for wear protection. Another method is plasma-ion spraying, which uses high-energy plasma to deposit nanolayers onto metal surfaces. Vaporized ions accelerated by electric fields strike the substrate, forming strong chemical-metallurgical bonds and producing extremely hard, wear-resistant coatings. These technologies enable the formation of thin yet very hard protective layers on rotor steel surfaces.

Results and discussion. The described methods are applied depending on the required performance characteristics. Plasma-ion spraying is one of the most effective nanocoating technologies for improving PCP reliability. It strengthens rotor surfaces, reduces friction, and decreases corrosion and abrasive wear. CVD increases rotor durability, wear resistance, and corrosion resistance. PVD enhances coating strength, wear resistance, and appearance.

The use of these technologies is economically advantageous, as pump downtime and repair costs are significantly reduced. Nanocoated rotors reduce the friction coefficient by 40–60%, extend service life by 2–3 times, and increase mean time between failures by 25–30%.

Table 2 below shows comparative indicators of coated and uncoated rotors.

Table 2 – Comparative characteristics of coated and uncoated rotors

Indicator	Uncoated	Nanocoated
Friction coefficient	0.35–0.40	0.10–0.15
Wear rate	100%	30–40%
Heat resistance	Medium	High
Service life	1000 hours	2500–3000 hours

These results clearly demonstrate the effectiveness and advantages of nanocoated rotors, with performance improvements ranging from 2.5 to 3 times.

Table 3 below presents examples of global companies using nanocoatings and their reported results.

Table 3 – Global companies’ experience with nanocoatings and their results

Country / Company	Nanocoating type	Result
Canada (Kudu Pumps)	DLC nanocoating	Rotor wear decreased 2.5× in high-sand wells
Russia (Tatneft, Lukoil)	TiN and CrN layers	Service life increased 1.7×
China (CNPC)	Nanoceramic coating	Corrosion reduced by 50% in hot, viscous media

Overall, the types of nanocoatings used worldwide continue to improve every year. Compared to conventional methods, nanocoatings remain a relatively new and rapidly developing technology.

Figure 3 below shows a comparative chart of wear rates for TiN- and DLC-coated and uncoated rotors. The key observation from the chart is the continuous decrease in wear rate over the years due to technological advances. This downward trend is expected to continue in the future.

Conclusion. This paper examines the use of nanocoatings as a solution to the major operational problems of progressing cavity pump systems. Applying nanocoatings to pump rotors and stators is a strategic direction for Kazakhstan’s oil industry, contributing to resource efficiency and technological independence. The goal for the near future is the large-scale implementation of these solutions combined with strengthening local research capability.

Based on the obtained results, the following strategic priorities can be highlighted for improving PCP equipment in Kazakhstan:

1. Establishing local nanocoating centers – building production and laboratory bases in oil-producing regions;
2. Expanding coating material types – testing DLC, TiN, CrN, Al₂O₃, and multilayer hybrid systems;
3. Designing coating structures based on operating conditions – developing specialized solutions for paraffinic, saline, and high-solid wells;
- 4.

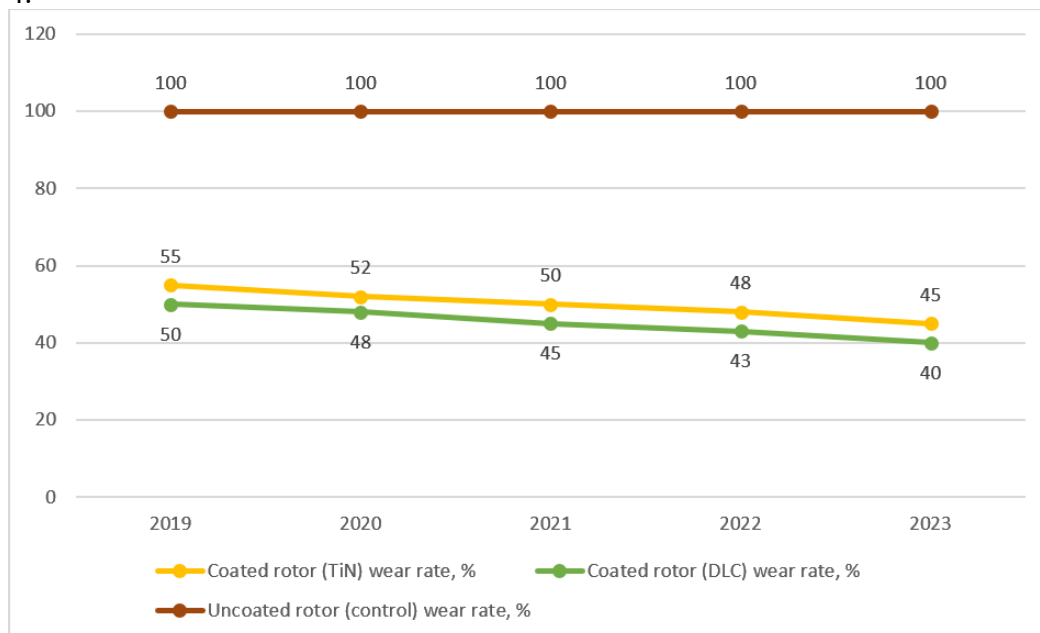


Figure 3 – Comparative wear rates of TiN-, DLC-coated and uncoated rotors

5. Introducing digital monitoring systems – real-time PCP performance tracking and wear-rate modeling;
6. Strengthening scientific-industrial cooperation – joint projects with national research universities and international engineering centers.

These measures will, in the long term, enhance technological independence, equipment reliability, and efficiency in Kazakhstan's oil and gas sector, while advancing the national scientific and technical base to a new qualitative level.

References:

- [1] **Zhang, X.**, & Smith, J. Nanocoatings for Tribological Applications in Oil & Gas // Materials Today, 35, 2020, P.45–60.
- [2] **Patel, R.**, et al. Diamond-Like Carbon (DLC) Coatings in Downhole Equipment: A Review // Tribology International, 128, 2019. P. 213–230.
- [3] **Hardide, Coatings** – Weatherford – case study and technical specifications (Hardide technical note).
- [4] Schlumberger Technical Papers – surface engineering / coating application notes (selected).
- [5] ASTM / ISO standards (e.g.): ASTM G99 (Pin-on-Disk tribology), ASTM G76 (Solid particle erosion), ASTM B117 (Salt spray), ASTM C1624 (Scratch adhesion test).
- [6] Elsevier / ScienceDirect – review articles: Nanomaterials for Corrosion Protection (reviews from 2017–2022).
- [7] SPE / conference proceedings: Nanocoatings in Oilfield Applications (SPE, 2016–2021).
- [8] **Smith, A.**, & Lee, K. Field Trials of TiN and CrN coatings on rotating shafts. Journal of Engineering Solutions, 12(3), 2021. P.102–118.
- [9] Application notes – Oerlikon Balzers, Ionbond, PVD/CVD suppliers (TiN, CrN, DLC application guides).
- [10] ABB / Siemens – white papers on Digital Twin and predictive maintenance integration with surface engineering.
- [11] Engineering Research Journal, 2023.
- [12] NOV Inc., “Advances in PCP rotor coatings”, Technical Bulletin, 2021.
- [13] PCM Group, “Nanocoatings implementation report”, 2023.
- [14] Alberta Energy Regulator, “Heavy oil PCP performance review,” 2020.
- [15] Liaohe Oilfield, Sinopec, “PCP performance in high-temp wells,” 2019.

МҰНАЙ ҰҢҒЫМАЛАРЫНДАҒЫ БҰРАНДАЛЫ СОРАП ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ ПАЙДАЛАНУ-ТЕХНИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ЖЕТІЛДІРУДЕГІ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Танжариков П.А., техника ғылымдарының кандидаты, профессор
Макашев А.Б., 7M07158 - Технологиялық машиналар және жабдықтар БББ 1-курс магистранты

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақалада мұнай ұңғымаларында әлем бойынша кеңінен қолданысқа ие болған бұрандалы сорап қондырғыларының (PCP – Progressive Cavity Pump) пайдалану барысында кездесетін негізгі эксплуатациялық, техникалық мәселелер, олардан туындайтын жағымсыз салдар, проблемаларды шешудің негізгі жолдары, бұрандалы сорап қондырғыларының жұмыс сенімділігіне әсер етуші түрлі факторлар және үйкеліс пен тозуды азайтатын наноқаптамалардың (титан нитриді, хром нитриді, Diamond-Like Carbon, титан-алюминий нитриді) негізгі пайдалану қасиеттері, технологияны енгізу нәтижелері, артықшылықтары талданады. Сонымен қатар наноқаптамаларды жасаудың қазіргі таңдағы инновациялық технологиялары (физикалық буландыру және конденсация әдісі, химиялық буландыру арқылы шөгінді қабат алу, жоғары энергиялы плазма арқылы металл бетіне наноқабат енгізу) қарастырылған. Наноқаптамамен қапталған және қапталмаған бұрандалы

сорап қондырғыларының пайдалану көрсеткіштерінің өзгерісі салыстырылады. Шетелдік мұнай кәсіпорындарының кен орындағы тәжірибелер салыстырылып, наноқаптамалардың тиімділігіне қатысты сораптардың нақты өндірістік көрсеткіштері кесте және график түрінде келтірілген. Зерттеу нәтижелері наноқаптамалардың қызмет мерзімін 1,5–3 есеге арттыратынын, сенімділікті жоғарылататынын және жөндеу аралық жұмыс уақытын айтарлықтай ұзартатынын көрсетті. Сондай-ақ инновациялық саланың мұнай өндіру кешеніндегі болашақ технологиялық даму перспективалары ұсынылады.

Тірек сөздер: бұрандалы сорап қондырғысы, наноқаптама, наноқұрылымдық қаптама, инновациялық бағыт, үйкеліс, тозу, коррозия.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИНТОВЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК В НЕФТЯНЫХ СКВАЖИНАХ

Танжариков П.А., кандидат технических наук, профессор.

Макашев А.Б., магистрант 1 курса ОП 7М07158 – Технологические машины и оборудование

Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные эксплуатационные и технические проблемы, возникающие при использовании винтовых насосных установок (РСП – Progressive Cavity Pump), которые получили широкое распространение в нефтяных скважинах по всему миру. Проанализированы возникающие вследствие этих проблем нежелательные последствия, основные пути их решения, различные факторы, влияющие на надежность работы винтовых насосов, а также ключевые эксплуатационные свойства нанопокровов (нитрид титана, нитрид хрома, Diamond-Like Carbon, нитрид титана-алюминия), уменьшающих трение и износ. Описаны результаты внедрения этих технологий и их преимущества. Кроме того, рассмотрены современные инновационные технологии нанесения нанопокровов (методы физического испарения и конденсации, получение осадочных слоев методом химического испарения, нанесение нанослой на металлическую поверхность с использованием высокоэнергетической плазмы).

Сравнены изменения эксплуатационных показателей винтовых насосов с нанопокровом и без него. Представлены результаты полевых испытаний зарубежных нефтяных компаний, а также реальные производственные показатели насосов в виде таблиц и графиков, подтверждающие эффективность нанопокровов. Результаты исследования показывают, что применение нанопокровов увеличивает срок службы оборудования в 1,5–3 раза, повышают надежность и значительно удлиняет межремонтный период работы. Также предложены перспективы дальнейшего технологического развития инновационного направления в нефтедобывающем комплексе.

Ключевые слова: винтовая насосная установка, нанопокров, наноструктурное покрытие, инновационное направление, трение, износ, коррозия.

ӨНДІРІСТІК ҚАУІПТЕН АДАМДЫ ҚОРҒАУДЫҢ ЖАҢА ӘДІСТЕРІ МЕН ЖҮЙЕЛЕРІН ЖАСАУ

Сарабекова Ұ.Ж., PhD, қауымдастырылған профессор
ulbolsyn.sar@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9548-8333>

Билалова А.У., 7M11279 «Өмір тіршілік қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау» БББ 2- курс магистранты

Akbota-21@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-0670-6861>

Әбсадықова Т.Б., техника ғылымдарының магистрі
absadykova95@inbox.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6130-1275>

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Андатпа. Бұл мақалада авторлар көмір өнеркәсібі саласында жұмыс істейтін қызметкерлердің еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз етуге байланысты мәселелерге егжей-тегжейлі тоқталған. Көмір өнеркәсібінде жұмыс істеу жоғары тәуекелді қамтиды және басты міндет-қызметкерлердің өмірі мен денсаулығын қорғау. Авторлардың зерттеуінде олар қорғаудың әртүрлі құралдарын, сондай-ақ олардың тиімділігі мен техникалық жағдайына қойылатын талаптарды толық қарастырған.

Бұл мақалада көмір өнеркәсібі саласында тау-геологиялық және технологиялық факторлардың өндірістік қауіпке әсер ету заңдылықтарын анықтау және шахталарда жарақаттануды азайтуға мүмкіндік беретін қауіпсіздік жүйесін әзірлеу және өндірістегі қауіп деңгейін болжау үшін тау-кен жағдайларын және өндірістік параметрлерді кешенді ескеру, соның негізінде жарақат алу ықтималдығын азайтатын шешімдер әзірлеу, көмір шахталарында өндірістік қауіптен қорғау бойынша заманауи әдістер мен инновациялық қауіпсіздік жүйелерін негіздеу және ұсыну жолдары көрсетілген.

Сонымен қатар, қауіпсіздікті қамтамасыз етудің ұйымдастырушылық және техникалық аспектілерін, сондай-ақ қауіпсіздік мәдениетін дамыту жолдары қарастырылған.

Авторлардың зерттеу жұмыстарының нәтижелері көмір өнеркәсібінде адамды қорғаудың әдістерін жаңарту және жетілдіру қажеттілігін растайды. Ұсынылған шаралар көмір өнеркәсібінде адамды қорғаудың әдістерінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге, өндірістік жарақаттар санын азайтуға және жалпы өнімділікті арттыруға бағытталған.

Мақалада сондай-ақ халықаралық тәжірибені ескере отырып, Қазақстан кәсіпорындарында заманауи қауіпсіздік мәдениетін қалыптастыруға ықпал ететін тәсілдер мен ұсынымдар ұсынылған.

Тірек сөздер: Өнеркәсіп, өндірістегі қауіп деңгейін болжау, өндірістегі қауіп деңгейін талдау, қауіпсіздік мәдениеті, жаңа технологиялар.

Кіріспе. Қазақстан Республикасының көмір өнеркәсібі экономиканың негізгі салаларының бірі болып табылады. Ол электр энергиясының шамамен 70% өндіруді қамтамасыз етеді және жылу энергиясының маңызды бөлігін береді. Елдің көмір қоры 33,6 млрд тонна, және Қазақстан көмір қоры мен өндіру көлемі бойынша әлемде алғашқы ондыққа кіреді. Көмір өндірудің басым бөлігі ашық тәсілмен жүзеге асырылады, әсіресе Екібастұз және Қарағанды көмір бассейндерінде.

Көмір өнеркәсібі – әлемдік экономиканың стратегиялық маңызы бар саласы. Алайда, көмір шахталары өндірістік қауіптілігі жоғары нысандар қатарына жатады. Метан жарылыстары, көмір шаңының тұтануы, газ-дәрежесінің жоғарылауы, кенжардың опырылуы, шаң-тозаңнан туындайтын өкпе аурулары және авариялық жағдайлар – жұмысшылардың денсаулығы мен өміріне тікелей қауіп төндіреді. Сондықтан соңғы жылдары көмір өндіру саласында қауіпсіздікті күшейту бағытында жаңа жүйелер, смарт-технологиялар, автоматтандырылған кешендер, роботтандырылған құралдар және жасанды интеллект сияқты инновациялар белсенді енгізілуде. Бұл жүйелердің басты мақсаты – қауіпті факторлар әсерін барынша азайтып, адам өмірін қорғау.

Көмір өнеркәсібі – әртүрлі өндірістік процестерді біріктіретін күрделі сала және ең жарақат қаупі жоғары өндірістердің бірі. Шахталық техниканың тозуы, қиын тау-

геологиялық жағдайлар және экономикалық қиындықтар жұмыс қауіпсіздігін төмендетуде. Ескірген жабдықты пайдалану, өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша инженерлік шешімдердің жеткіліксіздігі жарылыстарға, өрттерге, төтенше оқиғаларға, кәсіби ауруларға және еңбек жарақаттарына әкеледі. Шахталардың уақытша тоқтауына және адам шығынына әкелетін жағдайлар жиі кездеседі [1-5].

Қауіпсіздік деңгейінің төмен болуының негізгі себебі — жер асты тау-кен жұмыстарында қауіпсіздікті қамтамасыз ету жүйесінің жеткіліксіз дамуы.

Қазіргі кезеңде шахталардағы қауіпсіздік мәселелерін тиімді шешу үшін кешенді ғылыми-техникалық тәсілдерді қолдану қажеттілігі артып отыр. Бұл бағытта интеллектуалды мониторинг жүйелерін енгізу, заманауи желдету технологияларын пайдалану, автоматтандырылған газ бақылау құралдарын қолдану, сондай-ақ өндірістік қауіпсіздік мәдениетін арттыру басымдыққа ие.

Материалдар мен әдістер. Тау-геологиялық және технологиялық факторлардың өндірістік қауіпке әсер ету заңдылықтарын анықтау, және шахталарда жарақаттануды азайтуға мүмкіндік беретін қауіпсіздік жүйесін әзірлеу.

Өндірістегі қауіп деңгейін болжау үшін тау-кен жағдайларын және өндірістік параметрлерді кешенді ескеру, соның негізінде жарақат алу ықтималдығын азайтатын шешімдер әзірлеу. Көмір шахталарында өндірістік қауіптен қорғау бойынша заманауи әдістер мен инновациялық қауіпсіздік жүйелерін негіздеу және ұсыну.

Зерттеу міндеттері. Зерттеу мақсаттарына қол жеткізу үшін төмендегідей міндеттер қойылды: көмір шахталарындағы өндірістік қауіпті факторларды идентификациялау және бағалау; тәуекелдерді басқару моделін қалыптастыру; техникалық және ұйымдастырушылық қауіпсіздік шараларын ғылыми тұрғыдан негіздеу; автоматтандырылған бақылау және басқару құралдарын қолдану жолдарын әзірлеу; апаттық жағдайлардың алдын алу және жедел әрекет ету алгоритмдерін құру; Қауіпсіздік саласындағы халықаралық тәжірибені салыстыру; Интеллектуалды мониторинг жүйелерін сипаттау; Жаңа инженерлік-техникалық қорғау құралдарын ұсыну; Автоматтандыру және цифрландыру негізінде қауіпсіздік тұжырымдамасын ұсыну [6-12].

Зерттеу нәтижелері көмір өндіру шахталарында негізгі қауіпті факторларды төмендегідей жіктеуге мүмкіндік береді:

-Газды-динамикалық қауіптер: метанның бөлінуі, көміртегі тотығы концентрациясының жоғарылауы, оттегі деңгейінің төмендеуі.

-Тау-геологиялық қауіптер: тау жыныстарының кенет опырылуы, тектоникалық кернеулер.

-Өрт және жарылыс қаупі: метан-ауа қоспасының тұтануы, көмір шаңының жарылғыштығы.

-Гидрогеологиялық қауіптер: судың кенеттен ағуы, шахтаның су басу қаупі.

-Механикалық қауіптер: конвейерлер, көтеру машиналары мен бұрғылау жабдықтарының әсері.

-Гигиеналық қауіптер: көмір шаңының тыныс алу жүйесіне және жалпы ағзаға токсикологиялық әсері, шу мен дірілдің ықпалы.

-Авариялық-құтқару мәселелері: эвакуацияның қиындығы, байланыс үзілуі.

- Адам факторы. Шаршау, қателік, қауіпсіздік ережелерін аттап өту — жарақаттанудың басты себептерінің бірі.

Осы қауіптер жаңа технологиялық шешімдерді қажет етеді, себебі дәстүрлі әдістер қазіргі өндіріс деңгейінде толық қауіпсіздік бере алмайды.

Қауіпсіздікті арттырудың инновациялық әдістері мен жүйелері. Интеллектуалды газ бақылау жүйелері - заманауи сенсорлар мен құрылғылар шахта атмосферасындағы газ концентрациясын онлайн бақылауға мүмкіндік береді. Метан деңгейінің өзгерісі туралы деректер автоматты түрде диспетчерлік орталыққа жіберіліп, қауіптілік деңгейі анықталады.

Геомеханикалық мониторинг және опырылу болжамы - георадар, лазерлік сканерлеу, компьютерлік модельдеу арқылы шахта қабаттарының деформациясын ерте анықтау – опырылу қаупін төмендетеді.

Автоматтандырылған желдету басқару жүйесі - желдету жүйесін интеллектуалды бағдарламамен басқару газ жинақталуын болдырмайды, энергия тиімділігін арттырады.

Роботтандырылған құтқару жүйелері авариялық жағдайда автономды роботтар мен дрондар жұмысшыларды іздеу, ауа құрамын талдау, карта жасау функцияларын орындайды.

Тау-кен техникасының қауіпсіздік деңгейін жоғарылатуға автономды жұмыс істейтін көміркескіш комбайндар, қашықтықтан басқарылатын бұрғылау машиналары мен интеллектуалды конвейерлік жүйелерді енгізуді жатқызуда болады.

Деректерді талдау және жасанды интеллект көмегімен қауіпті жағдайларды алдын ала болжау арқылы метан динамикасы, тау жыныстарының кернеуі, жабдықтың техникалық жағдайын анықтауға болады.

Халықаралық тәжірибеге сүйенсек, АҚШ, Австралия, Қытай және Германия шахталарында «Smart Mine» технологиялары, газ концентрациясының автоматтандырылған карталары және роботталған қадағалау жүйелері белсенді қолданылады. Бұл тәсілдер адам факторын азайтып, қауіпсіздік мәдениетін көтереді.

Ұсынылып отырған жүйе техникалық, ұйымдастырушылық және ақпараттық-коммуникациялық шараларды біріктіретін кешенді модельге негізделеді.

Қауіптен қорғаудың жаңа әдістері мен инновациялық жүйелері. Көмір шаңымен және метанмен байланысты қауіптерді ерте анықтау үшін интеллектуалды бақылау жүйелері енгізілуде.

Лазерлік және оптикалық газ анализаторлары. Метан концентрациясын 0,01% дәлдікпен анықтайды, дәстүрлі сенсорларға қарағанда тез және дәл жұмыс істейді. Датчиктер шахта ішіндегі желдету жүйесімен біріктіріліп, газ деңгейі нормадан асқанда автоматты сигнал, желдетуді күшейту немесе электр жабдықтарын ажырату әрекеттерін орындайды.

IoT негізіндегі бақылау платформалары. Газдатчиктер, температура және қысым өлшегіштер бірыңғай цифрлық жүйеге біріктіріледі. Деректер нақты уақыт режимінде жер үстіндегі диспетчерлік орталыққа түседі, қауіпті аймақтар автоматты түрде белгіленеді.

Роботтандыру және қашықтан басқарылатын техника. Адам өмірін қорғаудың ең тиімді жолдарының бірі – қауіпті жұмыстарды роботтар мен автоматтандырылған машиналарға беру. Шахтаның желденбеген бөліктерін тексеріп, газ концентрациясы мен құрылымдық тұрақтылықты анықтайды. Апаттан кейін барлау жұмыстарын да осы құрылғылар атқарады. Қазу техникасының операторлары жер үстіндегі қауіпсіз орындардан басқару панелі арқылы машиналарды жүргізеді, бұл адамды тікелей қауіпті аймаққа түсірмеуге мүмкіндік береді.

Жер үсті кеніштерінде еңістердің беріктігін тексеру, жарылыс алдында бақылау, опырылу қаупін бағалау үшін қолданылады. Жеке қорғаныс құралдары да цифрлық технологиялармен толықтырылып, қауіпсіздікті айтарлықтай арттырады.

«Смарт-каска». Каскаға орнатылған датчиктер арқылы газ концентрациясы, температура, вибрация деңгейі және жұмысшының жағдайы бақыланады. Егер кенші құлап қалса немесе есінен танса, жүйе автоматты түрде диспетчерге сигнал жібереді.

Дербес позициялау жүйесі. GPS/ГЛОНАСС сигналдары арқылы әр жұмысшының нақты тұрған жері көрсетіледі. Апат кезінде іздеу уақыты бірнеше есе қысқарады.

Смарт-респираторлар. Сүзгінің тозу деңгейін көрсетеді, көмір шаңы немесе зиянды газдар шектен асқанда ескерту береді. Интеллектуалды желдету және газ шығару технологиялары [13-15]. Желдету – шахтаның қауіпсіз жұмыс істеуінің негізгі шарты. Қазіргі заманауи технологиялар оны тиімді етті. Ventilation-On-Demand (VOD). Желдету жүйесі нақты өндіріс учаскесінің жұмыс көлеміне қарай автоматты түрде реттеледі. Метан деңгейі көтерілсе, желдету күшейеді. Дегазация скважиналары. Алдын ала бұрғыланып, метанды жер бетіне шығарып, жарылыс қаупін 60–80% төмендетеді.

Өрт қауіпсіздігінің жаңа әдістері. Инфрақызыл термокамералар қызу аймақтарын ерте анықтап, конвейер лентасындағы немесе электр кабельдеріндегі қызып кетулерді milliseconds ішінде көрсетеді. Автоматтандырылған су-спрей жүйелері. Өрттің алғашқы секундтарында су-аэрозоль шашып, жану ошағын оқшаулайды. Инертті материалдармен шаңды бейтараптандыру. Көмір шаңын химиялық инерттеу арқылы жарылғыштық қасиеті төмендетіледі. Цифрлық тау-кен моделі және жасанды интеллект. Цифрландыру — қазіргі көмір өнеркәсібінің басты тренді.

Digital Twin (сандық егіз). Шахтаның толық виртуалды моделі жасалады. Геомеханикалық процестер, газ қозғалысы, желдету жүйесі, тіпті жұмысшылардың қозғалысы модельденеді. Апаттық сценарийлерді алдын ала көруге және болдырмауға мүмкіндік береді.

Жасанды интеллект негізіндегі болжамдық талдау.

- Метан динамикасын бірнеше сағат бұрын болжау;
- Жабдықтардың істен шығуын алдын ала анықтау;
- Бейнеаналитика арқылы қауіпті анықтау;
- Үлкен деректерді өңдеу арқылы жалпы тәуекел деңгейін бағалау.

Бұл технологиялар апаттар санын бірнеше есеге азайтуға бағытталған.

Нәтижелер және талқылау. Қауіпсіздік жүйелерін цифрландырудың стратегиялық маңызы. Цифрландырудың артықшылықтары:

1. Жұмысшылар қауіпсіздігін арттыру;
2. Технологиялық үдерістердің үздіксіздігі;
3. Төтенше жағдайға әрекет ету уақытын қысқарту;
4. Өндіріс шығындарын оңтайландыру.

«Ақылды шахта» (Smart Mine) концепциясы. Бұл ұғым көмір шахталарын толық автоматтандыруды, роботтандыруды және жасанды интеллектті қолдануды көздейді. Негізгі элементтері: Интеллектуалды датчиктер жүйесі; Автономды тау-кен жабдықтары; Жер астындағы навигация жүйелері; 3D-геомеханикалық модельдеу; Қашықтықтан басқарылатын басқару орталығы.

Тау-кен робототехникасы. Заманауи шахталарда роботтар бірнеше функция атқарады: Барлау жүктемелерін орындау; Авариялық іздестіру-құтқару жұмыстарын жүргізу; Газ құрамын өлшеу; Видео және тепловизиялық бақылау. Робот түрлері гусеничалы барлау роботтары, ұшқышсыз дрондар және автономды жүк тасымалдау машиналары.

Қауіпсіздік жүйесінің маңызды элементі – адам факторы. Технологиялармен қатар, қызметкерлердің қауіпсіздік мәдениетін көтеру қажет. Шахтадағы басты қауіптердің бірі – көмір шаңы мен метан. Заманауи фильтрация және желдету жүйелері пайдаланылады: Автоматты желдету реттегіштері; Лазерлік шаң мониторлары; Электростатикалық шаң тұндырғыштар.

Технологиямен қатар нормативтік-ұйымдастырушылық шаралар маңызды болып табылады. Көмір өнеркәсібіндегі өндірістік қауіптерді басқару қазіргі заман талаптары тұрғысынан алғанда аса күрделі және көпсалалы міндет болып табылады. Жарылыс қаупі жоғары метан мен көмір шаңы, геологиялық тұрақсыздық, тау жыныстарының опырылуы, өрт шығу ықтималдығы, желдетудің жеткіліксіздігі, сондай-ақ адам факторы — осының барлығы көмір өндіруді әлемдегі ең қауіпті салалардың бірі ретінде сипаттайды. Сондықтан соңғы жылдары бұл салада қауіпсіздік мәдениетін түбегейлі өзгертуге, адамды өндірістік қауіптен қорғаудың жаңа технологиялық және инженерлік тәсілдерін енгізуге ерекше көңіл бөлінуде.

Жаңа әдістердің пайда болуы кездейсоқ емес — көмір кеніштеріндегі оқыс оқиғалар саны, экономикалық шығындар және ең бастысы адам өміріне келетін зиян бұл салада инновациялық шешімдердің қажеттігін айқын дәлелдеді. Осыған байланысты қауіпсіздікті қамтамасыз ету тек нормативтерді сақтау деңгейінде емес, кешенді цифрлық жүйелерге, роботтандыруға, жасанды интеллектке және автоматтандырылған мониторингке сүйенетін өркениетті инженерлік стратегияға айналып отыр.

Жаңа технологиялардың маңыздылығы ең алдымен, интеллектуалды мониторинг жүйелері көмір өнеркәсібіндегі қауіпсіздіктің негізіне айналды. Метан концентрациясын, көмір шаңының таралуын, температура мен вибрацияны бақылауға арналған лазерлік датчиктер, оптикалық анализаторлар, IoT жүйелері нақты уақыт режимінде тәуекелдерді анықтауға мүмкіндік береді. Бұрын апатқа себеп болған газ жиналуын жұмысшылар көзбен байқаса, бүгін бұл міндетті жүздеген датчиктер автоматты түрде орындайды.

Мұндай жүйелердің артықшылығы – ақпарат ағынының үздіксіздігі және жылдамдығы. Геомеханикалық датчиктер мен сандық модельдер тау массасының қозғалысын, қазбалардың тұрақтылығын алдын ала талдап, опырылу қаупін бірнеше күн бұрын анықтай алады. Бұл – адам өмірін сақтап қалудың ең тиімді әдістерінің бірі.

Роботтандырудың рөлі. Қауіпті жұмыстарды роботтарға беру — әлемдік тау-кен өндірісінің негізгі тренді. Кеншілердің өміріне қауіп төндіретін учаскелерде барлау роботтары, қашықтан басқарылатын комбайндар және мобилді роботтандырылған платформалар қолданылуда. Осы арқылы адам қауіпті аймаққа кірмей-ақ бұрғылау, қазу, өлшеу, тексеру сияқты жұмыстар атқарылады.

Бұл бағыттың басты артықшылығы:

- worker exposure (адамның қауіпті ортада болу уақыты) қатты қысқарады;
- апат кезіндегі құтқару жұмыстары жылдамдайды;
- техникалық процестердің дәлдігі артады;
- адам факторының әсері азаяды.

Жеке қорғаныс құралдарының жаңа буыны. Ақылды каскалар, смарт-респираторлар, GPS арқылы позициялау жүйелері – адамның жеке қауіпсіздігін қамтамасыз етудің жаңа деңгейін қалыптастырды. Жұмысшының орналасуы, денсаулық жағдайы, газ деңгейі, температура, шу, вибрация сияқты параметрлер автоматты түрде бақыланып, кез келген ауытқу туралы диспетчерге хабарланады.

Бұл технологиялар бұрын болмаған мүмкіндіктер береді:

- кенші құлаған жағдайда жүйе автоматты түрде дабыл жібереді;
- респиратор сүзгісі бітелсе, жұмысшыға ескерту келеді;
- қауіпті аймаққа жұмысшы байқамай кіргенде сигнал беріледі.

Жасанды интеллект пен цифрландырудың стратегиялық рөлі. Цифрлық шахта (Digital Mine) моделі – көмір өнеркәсібінің болашағы. Жасанды интеллекттің көмегімен мыңдаған датчиктен жиналған ақпарат талданып, болжау жасалады. AI алгоритмдері газ қысымының өзгеруін, жыныстың бұзылуын, жабдықтың істен шығу ықтималдығын алдын ала анықтап, операторға нақты шешім ұсына алады.

Цифрлық егіз (Digital Twin) арқылы шахта толық виртуалды түрде модельденіп, апат сценарийлері симуляцияланады. Бұл болашақ тәуекелдерді алдын ала болжауға және қауіпсіз жұмыс режимін дұрыс жоспарлауға көмектеседі.

Жаңа әдістердің әлеуметтік-экономикалық әсері. Инновациялық қауіпсіздік жүйелерін енгізу тек апаттардың алдын алу үшін емес, сонымен бірге өндірістің тұрақтылығы мен экономикалық тиімділігін арттыру мақсатында да маңызды. Жабдықтың жұмыс істеу уақыты ұзарады, өндірісте артық тоқтап қалулар азаяды, ресурс шығыны төмендейді. Ең бастысы – еңбек жағдайы жақсарып, жұмысшылардың өмірі мен денсаулығы сенімді қорғалады.

Қауіпсіздік деңгейі артқан сайын кәсіпорынның беделі де күшейеді, халықаралық стандарттарға сәйкестік қамтамасыз етіледі, мемлекет тарапынан тәуекелдер төмендейді.

Қорытынды. Көмір өнеркәсібіндегі қауіпсіздік – тек инженерлік мәселе емес, ол әлеуметтік, экономикалық және технологиялық кешенді міндет. Инновациялық жүйелер енгізу – жұмысшылар өмірін сақтап қалу және өндіріс тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін стратегиялық шешім.

Көмір өнеркәсібінде өндірістік қауіптен қорғаудың жаңа әдістері – бұл тек техникалық құралдар жиынтығы емес, бұл – қауіпсіздік философиясының жаңа кезеңі. Қазіргі көмір өндіру саласы «адам – қауіпті орта» түсінігінен біртіндеп «адам – технология – бақылау – қауіпсіздік» жүйесіне ауысып жатыр.

Инновациялық шешімдер, интеллектуалды мониторинг, роботтандыру, жасанды интеллект, смарт-қорғаныс құралдары және автоматтандырылған желдету кешендері көмір өнеркәсібіндегі тәуекелдерді бірнеше есеге азайтуда. Бұл өзгерістер өндірісті толық қауіпсіз ете алмағанымен, апат ықтималдығын барынша төмендетіп, адам өмірін қорғаудың ең сенімді жолына айналды.

Бүгінде көмір өнеркәсібінің қауіпсіз болашағы технологиялық прогресс пен инновациялық тәсілдерге тікелей байланысты. Сондықтан жаңа әдістерді енгізу – міндет емес, бұл саланың өміршеңдігі мен жұмысшылардың амандығы үшін стратегиялық қажеттілік. Алдағы жылдары шахталарда адамның орны автономды басқару жүйелерімен бірге жаңа деңгейге өтеді, бұл өндірістің қауіпсіздігі мен тиімділігін арттырады.

Көмір шахталарындағы қауіпсіздік тек өндірістік жарақаттанудың алдын алу ғана емес, сонымен қатар қоршаған ортаны қорғауды да қамтиды. Экологиялық факторлар адам денсаулығына ұзақ мерзімді әсері бар қауіптер қатарына жатады. Экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету шаралары: тазарту қондырғыларын қолдану; фильтрациялық жүйелерді орнату; шаңды басу технологияларын қолдану; жерасты су мониторингін жүргізу.

Көмір шахталарында жұмыс істейтін қызметкерлердің денсаулығын қорғау – кешенді медициналық қолдау арқылы жүзеге асады. Өндірістік шаң және газдар тыныс алу жүйесіне кері әсер етеді, кәсіби ауруларды тудырады. Қолданылатын шаралар: Периодтық медициналық тексерулер; Өкпе функционалдық диагностикасы; Респираторлық қорғаныс құралдарын пайдалану; Жұмыс орындарындағы санитарлық-гигиеналық бақылау.

Шахта жабдықтарының техникалық жағдайын үздіксіз бақылау – апаттардың алдын алудағы маңызды механизм. Шахтадағы еңбек жағдайы психологиялық жүктеменің жоғары болуымен ерекшеленеді. Қызметкерлерге арналған психологиялық қолдау бағдарламалары енгізілуі қажет. Қазақстан шахталарында цифрландыру және автоматтандыру бағыттары дамуда және кәсіпорындарда қауіпсіздік жүйелері жаңартылып, жаңа технологиялар енгізілуде. Көмір шахталарындағы қауіпсіздік деңгейін арттыру – кешенді технологиялық, инженерлік және ұйымдастырушылық шараларды талап етеді. Интеллектуалды бақылау жүйелері, автоматтандыру құралдары, жасанды интеллект технологиялары және робототехника көмегімен еңбек қауіпсіздігі жаңа деңгейге көтеріледі. Болашақта «ақылды шахта» концепциясын толық енгізу – өндірістік жарақаттануды айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері көмір шахталарында өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз етуге арналған тиімді жүйе бірнеше өзара байланысты компоненттерден тұратынын көрсетті. Инженерлік-техникалық, автоматтандырылған бақылау және ұйымдастырушылық шараларды интеграциялау жұмысшылардың өмірі мен денсаулығын қорғауға, өндірістік тәуекелдерді азайтуға және апаттардың алдын алуға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер:

- [1] Қазақстан Республикасының Еңбек кодексы. – Астана, 2015.
- [2] ҚР Төтенше жағдайлар министрлігі. Өнеркәсіптік қауіпсіздік стандарттары мен нормалары. – Астана, 2022.
- [3] Mining Safety and Health Administration (MSHA). Annual Report on Coal Mine Safety. – Washington, 2023.
- [4] International Labour Organization. Safety and Health in Mines Convention No.176. – Geneva, 2022.
- [5] International Journal of Coal Science & Technology. – Springer, 2021-2024.
- [6] **Андреевский, К.Н.**, Гурушидзе М.Н. Комплексная оценка безопасности технологических процессов и оборудования на стадии эксплуатации.// В сб. комплексная оценка безопасности технологических процессов и оборудования. – Тбилиси: ВЦСПС, ВЦНИИОТ, 2007. – С.25-31.
- [7] **Артамонов, В.В.**, Козлов В.И. Комплексный критерий оценки безопасности труда // Безопасность труда в промышленности, 2007. – №5. – С.47-49.
- [8] **Артеменко, А.А.**, Решетов В.П., Петров В.П. Принцип управления безопасностью// Безопасность труда в промышленности, 2007. – №3. – С.10-13.

- [9] **Артеменко, А.А.**, Бесчастнов М.В., Соколов В.М. Управление вопросами техники безопасности // Безопасность труда в промышленности. 2001. – №2. – С.17-19.
- [10] **Архипов, Н.А.** Комплексное динамическое прогнозирование и управление научно-техническим процессом // Экономика и управление угольной промышленностью. – М.: ЦНИЭИУголь, 2008. – №2. – С.1-15.
- [11] **Аунап, А.К.**, Ягодин С.П. Отраслевая система анализа причин травматизма с помощью ЭВМ // Безопасность труда в промышленности, 2005. – №3. – С.24-25.
- [12] **Ачин, В.А.** Системный анализ причин производственного травматизма – Ленинградский дом научно-технической пропаганды, 2003. – 289 с.
- [13] **Балыков, В.М.**, Добровский В.Е., Хайкин Н.Н. Средства, повышающие безопасность работы узкозахватных комбайнов // Безопасность труда в промышленности, 2000. – №7. – С.34-35.
- [14] **Безрук, В.К.**, Красуцкий Ф.К. Изучение опасных ситуаций, возникающих при передвижке изгибающих конвейеров в очистных забоях угольных шахт // -В сб.: Промсанитария и борьба с травматизмом в угольных шахтах. – Макеевка-Донбасс, МакНИИ, 2002. – Вып. 3. – С.16-22.
- [15] **Беликов, К.Н.** и др. Эксплуатационные показатели надежности комбайна КШ-1К // Горные машины и автоматика : ЦНИЭИуголь, 2000. – №2. – С.13-15.

References:

- [1] Qazaqstan Respublikasynyn Eńbek kodeksy. – Astana, 2015. [in Kazakh]
- [2] QR Totenshe zhagdajlar ministrligi. Onerkәsptik qauipsizdik standarttary men normalary. – Astana, 2022. [in Kazakh]
- [3] Mining Safety and Health Administration (MSHA). Annual Report on Coal Mine Safety. – Washington, 2023.
- [4] International Labour Organization. Safety and Health in Mines Convention No.176. – Geneva, 2022.
- [5] International Journal of Coal Science & Technology. – Springer, 2021-2024.
- [6] Andreevskij, K.N., Gurushidze M.N. Kompleksnaja ocenka bezopasnosti tehnologicheskikh processov i oborudovanija na stadii jekspluatacii.-V sb. kompleksnaja ocenka bezopasnosti tehnologicheskikh processov i oborudovanija. – Tbilisi: VCSPS, VCNIPIOT, 2007. – S.25-31. [in Russian]
- [7] Artamonov, V.V., Kozlov V.I. Kompleksnyj kriterij ocenki bezopasnosti truda. Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2007. – №5. – S.47-49. [in Kazakh]
- [8] Artemenko, A.A., Reshetov V.P., Petrov V.P. Princip upravlenija bezopasnost'ju.-Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2007. – №3. – S.10-13. [in Kazakh]
- [9] Artemenko, A.A., Beschastnov M.V., Sokolov V.M. Upravlenie voprosami tehniki bezopasnosti. Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2001. – №2. – С.17-19. [in Kazakh]
- [10] Arhipov, H.A. Kompleksnoe dinamicheskoe prognozirovanie i upravlenie nauchno-tehnicheskim processom.-Jekonomika i upravlenie ugol'noj promyshlennost'ju. – М.: CNIJeIUgol', 2008. – №2. – С.1-15.
- [11] Aunap, A.K., Jagodin S.P. Otrasleyvaja sistema analiza prichin travmatizma s pomoshh'ju JeVM.-Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2005. – №3. – С.24-25. [in Kazakh]
- [12] Achin, V.A. Sistemnyj analiz prichin proizvodstvennogo travmatizma.-Leningradskij dom nauchno-tehnicheskoy propagandy, 2003. – 289 s. [in Kazakh]
- [13] Balykov, V.M., Dobrovskij V.E., Hajkin H.H. Sredstva, povyshajushhie bezopasnost' raboty uzkozahvatnyh kombajnov. Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2000. – №7. – С.34-35. [in Kazakh]
- [14] Bezruk, V.K., Krasuckij F.K. Izuchenie opasnyh situacij, vznikajushhij pri peredvizhke izgibajushhijh konvejerov v ochistnyh zabojah ugol'nyh shaht. -V sb.: Promsanitarija i bor'ba s travmatizmom v ugol'nyh shahtah. – Makeevka-Donbass, MakNII, 2002. – vyp. Z. – С.16-22. [in Kazakh]
- [15] Belikov, K.N. i dr. Jekspluatacionnye pokazateli nadezhnosti kombajna KSh-1K.-Gornye mashiny i avtomatika, CNIJeIUgol', 2000. – №2. – С.13-15. [in Kazakh]

СОЗДАНИЕ НОВЫХ МЕТОДОВ И СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОПАСНОСТЕЙ

Сарабекова У.Ж., PhD, ассоциированный профессор

Билалова А.У., магистрант 2 курса ОП 7М11279 «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» (Техносферная безопасность)

Абсадыкова Т.Б., магистр технических наук

Аннотация. В данной статье авторы подробно рассматривают вопросы обеспечения безопасности труда работников, занятых в угольной промышленности. Работа в угольной отрасли характеризуется высоким уровнем риска, и основной задачей является защита жизни и здоровья сотрудников. В исследовании авторов подробно рассмотрены различные средства защиты, а также требования к их эффективности и техническому состоянию.

В статье рассматриваются закономерности влияния горно-геологических и технологических факторов на производственную опасность в угольной промышленности, разработка системы безопасности, позволяющей снизить уровень травматизма в шахтах, а также комплексный учет горных условий и производственных параметров для прогнозирования уровня риска и принятия решений, уменьшающих вероятность получения травм. Показаны современные методы и инновационные системы безопасности, направленные на защиту работников угольных шахт от производственных опасностей.

Кроме того, рассматриваются организационные и технические аспекты обеспечения безопасности, а также пути развития культуры безопасности.

Результаты исследования подтверждают необходимость обновления и совершенствования методов защиты человека в угольной промышленности. Предложенные меры направлены на повышение уровня безопасности, снижение количества производственных травм и повышение общей производительности труда.

В статье также представлены подходы и рекомендации, которые с учетом международного опыта помогут формировать современную культуру безопасности на предприятиях Казахстана.

Ключевые слова: промышленность, прогнозирование уровня производственной опасности, анализ уровня опасности на производстве, культура безопасности, новые технологии.

CREATING NEW METHODS AND SYSTEMS FOR PROTECTING HUMANS FROM INDUSTRIAL HAZARDS

Sarabekova U.Zh., PhD, Associate Professor

Bilalova A.U., 2nd year Master's student of the EP 7M11279 «Life Safety and environmental protection»
(Technosphere safety)

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

Annotation. This article provides a detailed examination of issues related to ensuring labor safety for workers employed in the coal industry. Work in the coal sector is associated with a high level of risk, and the primary objective is to protect the life and health of employees. The authors' research thoroughly reviews various protective equipment, as well as the requirements for their effectiveness and technical condition.

The article analyzes the patterns of influence of geological and technological factors on industrial hazards in the coal industry, the development of a safety system that can reduce injury rates in mines, and the comprehensive consideration of mining conditions and production parameters for predicting risk levels and making decisions that minimize the likelihood of injuries. Modern methods and innovative safety systems aimed at protecting workers in coal mines from industrial hazards are presented.

In addition, the article discusses organizational and technical aspects of ensuring safety, as well as ways to improve safety culture.

The results of the study confirm the necessity of updating and improving human protection methods in the coal industry. The proposed measures are aimed at increasing safety levels, reducing the number of industrial injuries, and improving overall productivity.

The article also presents approaches and recommendations which, taking into account international experience, will help to foster a modern safety culture at enterprises in Kazakhstan.

Keywords: industry, forecasting the level of industrial danger, analysis of the level of danger in production, safety culture, new technologies.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫНДА ҚЫСҚЫ КЕЗЕҢДЕ ТАС ҚАЛАУ ӨНДІРІСІНДЕ ЖЫЛЫ ҚҰРЫЛЫС ЕРІТІНДІЛЕРІНІҢ ҚҰРАМЫ МЕН ҚОЛДАНУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Табылдиев Е.Т., 7M07300 «Құрылыс инженериясы» БББ 2-ші курс магистранты
yerkanattabyldiev@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-2961-608X>

Егізов Ғ.А., 7M07300 «Құрылыс инженериясы» БББ 2-ші курс магистранты
gakiegizov@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-3928-102X>

Казиев М.С., 7M07300 «Құрылыс инженериясы» БББ 2-ші курс магистранты
miraskaziev03@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0001-5639-4745>

Кульбаракров Б.А., 7M07300 «Құрылыс инженериясы» БББ 2-ші курс магистранты
berikkulbarakov@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-7492-2392>

Рыскалиев М.Ж., PhD
muratbai_84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3361-2076>

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақалада Қазақстанның суық климаттық жағдайларында тұрғын үйлердің жылу тиімділігін жақсарту мақсатында жылы құрылыс ерітінділерін қолдану мәселесі қарастырылады. Басты назар олардың жылу оқшаулау қасиеттерін арттыруға аударылған, мұнда жеңіл толтырғыштар (перлит, вермикулит, пеностекло) қолдану арқылы ерітінділердің жылу өткізгіштігін төмендету тәсілдері жан-жақты талқыланады. Жылы құрылыс ерітінділерінің жылу сақтаудағы, дыбыс оқшаулаудағы, экологиялық қауіпсіздік пен өртке төзімділік секілді артықшылықтары қарастырылған. Сонымен қатар, оларды кірпіш қалау мен еден төсеу кезінде жылуды тиімді ұстап, ғимарат ішіндегі жайлылықты арттыру үшін қолдануға болатындығы анықталған. Зерттеу нәтижелері жылы ерітінділерді пайдалану арқылы тұрғын үйлердің жылу оқшаулау көрсеткіштері 20-25%-ға жақсаратынын көрсетті. Тәжірибелер перлитті толтырғышы бар ерітінділердің жылу өткізгіштігі 0,18–0,25 Вт/(м·К) аралығында екенін, бұл дәстүрлі цемент-құм қоспасынан (0,7–0,9 Вт/(м·К)) 3-4 есе төмен екенін дәлелдеді. Кеуекті құрылым бу өткізгіштікті сақтап, конденсаттың пайда болуын болдырмайды. Қосымша талдау жылы ерітінділердің энергия үнемдеуді қамтамасыз етіп қана қоймай, құрылыс конструкцияларының қызмет ету мерзімін ұзартуға да ықпал ететінін айқындады. Қосымша зерттеулер мұндай материалдардың ұзақ мерзімді беріктігін, энергия тиімділігі мен эксплуатациялық шығындарды азайтуға қосатын үлесін көрсетіп, оларды салқын климат аймақтарында қолданудың перспективалы әрі тиімді шешім екенін дәлелдейді.

Тірек сөздер: Жылы құрылыс ерітіндісі, жылу оқшаулау, энергия тиімділік, жеңіл толтырғыштар, жылу өткізгіштік, жылу тиімділігі, заманауи құрылыс.

Кіріспе. Құрылыстың қысқы кезеңі қаңтар айындағы орташа температура -15 °С-тан -30 °С-қа дейін және одан төмен болатын Қазақстан Республикасы аумағының көп бөлігін қоса алғанда, қатал климаты бар өңірлерде Елеулі техникалық және экономикалық проблеманы білдіреді [1]. Мұндай жағдайларда тас қалау тұтқыр заттардың дұрыс қатаюын қамтамасыз етуге, ерітінді тесіктеріндегі судың қатып қалуын болдырмауға және қысқа және ұзақ мерзімді перспективада құрылымның беріктігі мен жабысқақ сипаттамаларын сақтауға бағытталған арнайы шараларды қажет етеді.

Дәстүр бойынша қыс мезгілінде қалау жұмыстарын орындау үшін келесі әдістер қолданылады:

- * аязға қарсы қоспаларды қолдану (PMD);
- * ерітінділер мен кірпіштерді электрмен жылыту;
- * құрылымдарды жылу оқшаулағыш материалдармен жабу;
- "жылы ерітінділер" әдісі ("жылы ерітінді" — төсеу кезінде бастапқы температурасы 30-60 °С болатын ерітінді) [2].

Жоғарыда аталған барлық әдістердің ішінде жылы ерітінділерді қолдану іске асырудың салыстырмалы қарапайымдылығына, электр жылытумен салыстырғанда энергия сыйымдылығының төмендігіне және арматура мен бетонның беріктігіне әсер ететін химиялық реагенттердің болмауына байланысты ерекше қызығушылық тудырады. Алайда, бұл әдістің тиімділігі бірқатар факторларға тікелей байланысты: ерітіндінің құрамы, қоршаған орта температурасы, ерітіндінің критикалық температураға дейін салқындату ұзақтығы (+5 °C), баспана жағдайлары және кірпіштің жылу шығыны.

Қазақстанның климаттық және нормативтік жағдайларына әдістерді бейімдеуге баса назар аударып отырып, қысқы жағдайларда жылы ерітінділерді қолдану бойынша заманауи талаптарды, ғылыми зерттеулер мен практикалық ұсыныстарды кешенді талдауға арналған. Жұмыста қарастырылады:

- * нормативтік-техникалық база (ұлттық және мемлекетаралық ГОСТ және СН);
- * ерітінді температурасының қатаю кинетикасына және беріктік сипаттамаларына әсері;
- * ерітіндінің құрамын оңтайландыру (цемент, пластификаторлар, модификаторлар, агрегаттар);
- * қалауды салқындатудың жылу техникалық модельдеуі;
- * баламалы әдістерді салыстырмалы талдау;
- * қысқы қалаудың технологиялық карталарын жобалау бойынша ұсыныстар.

Зерттеу материалдары мен әдістері: Қысқы бетондау мен қалаудың нормативтік-техникалық базасы. Ерітінділерге қойылатын жалпы техникалық талаптар «ГОСТ 28013-98 "құрылыс ерітінділері. Жалпы техникалық шарттар» [3] Ерітінділер үшін базалық параметрлерді белгілейді: ұтқырлық (ДК немесе ҚР), суды ұстап тұру қабілеті (≥ 90 %), стратификация (≤ 10 %), сондай-ақ беріктікке қойылатын талаптар (М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150, М200 маркалары). Қысқы жұмыс контекстінде төсеу кезінде ерітіндінің температурасына және өнімділікті сақтау уақытына ерекше назар аударылады.

ГОСТ 28013-98 5.12 тармағына сәйкес, қыста төсеу кезінде ерітінді қоспасының температурасы +5 °C-тан төмен емес және +60 °C-тан жоғары болмауы керек, ал цемент және цемент-эк ерітінділері үшін +30...+50 °C диапазоны ұсынылады [3]. Жоғарғы шектен асып кету судың қарқынды булануына және ерте орнатылуына байланысты қозғалғыштығының тез жоғалуына әкеледі.

Аязға төзімділікке және қысқы жұмыс өндірісіне қойылатын талаптар. ГОСТ 31384-2008 [4] климаттық аймаққа және құрылымдық жауапкершілік санатына байланысты ерітінділер мен бетондардың аязға төзімділігіне (F) міндетті талаптарды енгізеді. Есепті қысқы температурасы -25 °C-тан төмен Қазақстан өңірлері үшін (ҚНЖЕ бойынша II–IV аймақтар 2.01.01-82) сыртқы қалау үшін аязға төзімділік бойынша ең төменгі маркасы — F50 (мұздату/ерітудің 50 циклі), ал жауапты конструкциялар үшін — F100 және одан жоғары.

Аязға төзімділік тек композициямен ғана емес, сонымен қатар қатайтылған ерітіндінің құрылымымен де қалыптасатынын атап өткен жөн: су — цемент қатынасының төмендеуі ($v/c < 0,55$), ауа қабылдайтын қоспаларды енгізу (микроауаның 4-6%), кеуектердің біркелкі құрылымы-мұның бәрі маңызды факторлар [4].

Ұлттық нормалар: ҚН 2.04-21-2004. Құрылыс нормалары (ҚН) 2.04-21-2004 "режелер қысты уақты құрылыс - монтаждау жұмыстарын жүргіз "[1] ҚР-дағы қысқы құрылысты реттейтін негізгі құжат болып табылады. 4.3-бөлімде қалау жұмыстарына ерекше назар аударылады:

- * төсеу кезінде ерітіндінің минималды температурасы - +10 °C сыртқы температурада -10 °C дейін және +20 °C--10...-20 °C температурада;
- * -20 °C-тан төмен температурада "жылы ерітінділерді" қолдануға тек қалау жабынымен жылу оқшаулағышпен және/немесе жылыжайларда ғана жол беріледі;
- * ерітіндінің +5 °C дейін салқындату жылдамдығы "критикалық беріктік" жиынтығын қамтамасыз ету үшін кем дегенде 24 сағатты құрауы керек (жобадан $\geq 20\%$);

- мұздату белгілері бар ерітінділерді қолдануға тыйым салынады (мұзды қосындылар, стратификация).

Бұл талаптар Снежкин мен Бычковтың [5] зерттеу деректерімен тікелей байланысты, бұл ерітінді 12 сағаттан тезірек салқындаған кезде жеткілікті құрылымдық беріктік пайда болмайтынын растайды, бұл ерігеннен кейін де қысу беріктігінің 30-45% төмендеуіне әкеледі.

Ерітінділердің қатаюына температураның әсер етуінің теориялық негіздері.

Цементті төмен температурада ылғалдандыру кинетикасы

Портландцементті ылғалдандыру процесі температураға өте тәуелді экзотермиялық реакция болып табылады. Аррениус Заңына сәйкес, 5 °C — та ылғалдану жылдамдығы 20 °C-та ~25%, ал 0 °C-та 5% - дан аз [2]. 0 °C-тан төмен тесіктердегі бос су қатып, иондардың диффузиясын тоқтатады және реакцияны тоқтатады.

Алайда, ерітіндінің бастапқы температурасы 40-50 °C болғанда, "жылу резервін" құруға болады: алғашқы 6-12 сағат ішінде қарқынды гидратация жүреді, бастапқы цемент өсінділері пайда болады (C-S-H фазалары және кальций гидросиликаттары), тіпті 0 °C дейін салқындаған кезде де құрылым мұздату-еріту циклдарына төтеп беру үшін жеткілікті байланысқа ие жойылу жоқ. Сыни беріктік және оның маңызы. Критикалық беріктік (RCR) деп минималды беріктік түсініледі, оған қол жеткізген кезде ерітіндіні мұздату ерігеннен кейін беріктіктің қайтымсыз төмендеуіне әкелмейді. [1] мәліметтері бойынша, $RCR = 0$ цемент ерітінділері үшін, $2R_{28}$ (28 күндік жобалық беріктіктің 20%). M75 маркалы ерітінді үшін бұл ~15 МПа сәйкес келеді. Казаков пен Смирновтың тәжірибелері көрсеткендей, ерітіндінің температурасы 45°C төсеу кезінде және 28 сағат ішінде +5 °C дейін салқындаған кезде RCR 16-18 сағатқа жетеді (график 1), ал 20 °C температурада-тек 48 сағатқа (1-кесте) [2].

1-кесте – Әр түрлі бастапқы төсеу температураларында цемент ерітіндісінің беріктік жиынтығының динамикасы (M75)

Уақыт, сағ	$t_{\text{epit}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, МПа	$t_{\text{epit}} = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$, МПа	$t_{\text{epit}} = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$, МПа	$t_{\text{epit}} = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$, МПа
6	1,2	3,8	6,5	7,1
12	3,1	7,2	11,0	10,3*
18	5,4	10,1	15,3	12,8
24	7,8	13,0	18,7	14,1
48	14,2	21,5	24,8	20,5
168 (7 тәу)	28,0	34,2	36,1	31,0

* - 55 °C температурада беріктіктің төмендеуі судың тез булануымен және микро жарықтар тудыратын жергілікті қызып кетумен байланысты.

Деректерді талдау бастапқы температураның оңтайлы диапазонын растайды-40-50 °C.

Нәтижелерді талқылау: Ерітінді температурасының қалау сапасына әсері: эксперименттік зерттеу деректері. Снежкин мен Бычков [5] Сібір аймағында бірқатар далалық және зертханалық сынақтар жүргізді (орташа $t_{\text{қаң}} = -22\text{ }^{\circ}\text{C}$), M50 цемент-эк ерітіндісінде керамикалық кірпіш қалауды модельдеу.

Сынақ әдістемесі. * Опциялар:

A) $t_{\text{tr-ra}} = +10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (бақылау - "суық ерітінді");

B) $t_{\text{TR-ra}} = +30\text{ }^{\circ}\text{C}$;

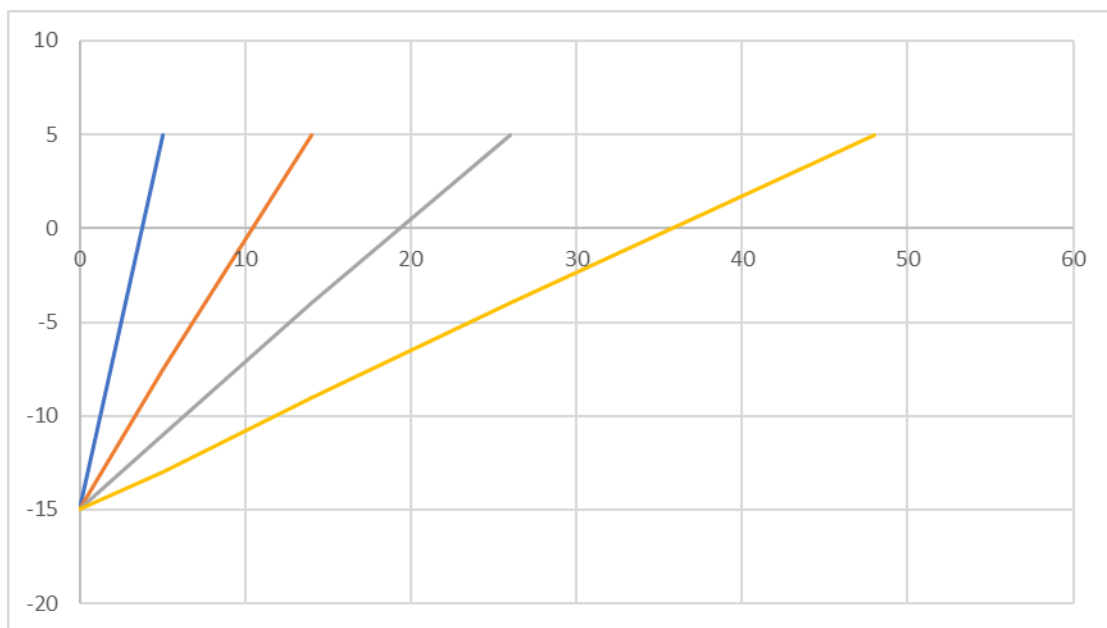
C) $t_{\text{p-ra}} = +45\text{ }^{\circ}\text{C}$;

D) $t_{\text{p-ra}} = +45\text{ }^{\circ}\text{C}$ + минералды жүн төсеніштерімен жабу ($\delta = 50\text{ мм}$).

* Ауа температурасы: $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, жел 3 м/с.

- Өлшенді: тігістегі ерітіндінің температурасы (термопаралар), қысу беріктігі (3, 7, 28 күннен кейін), кірпіш ерітіндісінің адгезиясы (бөлу әдісі), суды сіңіру.

Нәтижелер. Салқындатудың жылу режимі 1-графикте көрсетілген.



1-сурет – Қалаудың көлденең тігісіндегі ерітінді температурасының өзгеруі t_{төмен} = -15 °C

Негізгі тұжырымдар [5]:

* А нұсқасы: 3-4 сағаттан кейін қату → ерігеннен кейін беріктік жобадан 35% төмен, адгезия 2,3 есе төмендейді.

* Вариация: 14 сағат ішінде +5 °C дейін салқындату → r Анисут = r₂ 6 65%, бірақ циклдік мұздату кезінде (F25) беріктіктің жоғалуы 18% құрайды.

* С нұсқасы: 26 сағат ішінде салқындату → r Анисут = 82 %, F50 жойылмай өтті.

* D нұсқасы: 48 сағат ішінде салқындату → R Анисут = 93 %, аязға төзімділік F100.

TR-ға ≥ 40 °C кезінде қалау сапасының статистикалық маңызды жақсаруы расталды (p < 0,01).

Қирауды талдау. Үлгілердің микроскопиясы (SEM) мыналарды анықтады:

* А нұсқасында-құрылымды бұзатын үлкен мұз линзалары, кеуектілік >22 %;

• С нұсқасында-біркелкі кеуектілік 14-16 %, цемент тасы тығыз, кальций гидросиликаттарының кристалдары жақсы дамыған;

* D нұсқасында - ~12% кеуектілік, беткі қабаттардағы қайталама карбонизация іздері.

Бұл жылу резерві беріктік жиынтығын ғана емес, сонымен қатар біртекті және аз өткізгіш құрылымды қалыптастыруды қамтамасыз ететіндігін растайды.

Жылы ерітінділердің құрамын оңтайландыру. «Жылы ерітінділер» әдісінің тиімділігін арттыру үшін температураны бақылау ғана емес, сонымен қатар қысқы жағдайлардың ерекшеліктерін ескере отырып, құрамды өзгерту қажет.

Тұтқыр. Портландцементті пайдалану ұсынылады ЦЕМ I 42,5 Н немесе тез қататын ЦЕМ I 52,5 Б. [2] мәліметтері бойынша, меншікті беті >350 м² / кг бірінші күні қарқынды жылу әсерін қамтамасыз етеді. Поззолан немесе шлак цементтерін қолдану қажет емес: оларды төмен температурада ылғалдандыру өте баяу (2-кесте).

Маңызды: t > 40 °C кезінде хлоридтер "жалған орнатуды" тудыруы мүмкін. Сондықтан, үдеткіштерді қолданған кезде оларды қалпына келтіретін компоненттермен (лигносульфонаттар) біріктіру немесе күрделі қоспаларды қолдану ұсынылады (мысалы, "аязды-ДК").

Толтырғыштар

* Құмды +5...+10 °C дейін қыздыру керек (бірақ +40 °C жоғары емес — ерітіндінің қызып кетуіне жол бермеу үшін).

* Құмның ылғалдылығы - ≤3%; мұзды қосындыларға жол берілмейді [3].

* Су қажеттілігін азайту үшін фракцияланған құм (0,63–2,5 мм) ұсынылады.

2-кесте – Қоспалар

Қоспа	Мақсаты	Доза	Әсері
Пластификатор С-3 не аналогтар (СДБ негізінде)	С/Ц азаюы, ұтқырлықты жақсарту	0,2–0,5 % цемент массасынан	В/Ц ↓ с 0,6 до 0,45–0,50; ұтқырлық ПК3–ПК4 t = 45 °С -да 60–90 мин сақталады
Ауа тарту (мысалы, "Армокрил-ВВ")	аязға төзімділіктің жоғарылауы	0,01–0,05 %	микроауаның 4-6% қатысуы → f 30-50% артады
Қатаю үдеткіші (кальций хлориді, "Форамин")	жиынның үдеуі R _{кр}	1–2 % CaCl ₂	R _{1сут} ↑ на 40 %, бірақ — күшейту кезіндегі шектеу (коррозия қаупі) [1]

5.4. Су қақпасы

Судың температурасы -60-70 °С (қайнаған су емес — "бу әсерін" және цементтің коагуляциясын тудырмас үшін). Араластыру: алдымен-су + қоспалар, содан кейін — цемент, содан кейін-толтырғыштар. Араластыру уақыты-кем дегенде 3-4 мин (3-кесте).

3-кесте – Қысқы қалау үшін m75 жылы ерітіндісінің ұсынылатын құрамы (t төмен = -20 °С)

Құрамдас бөлік	Мөлшер	Температура
Портландцемент ЦЕМ I 42,5Н	320	+15 °С
Құм (фракция 0,63–2,5 мм)	1420	+8 °С
Техникалық су	200 (В/Ц = 0,625)	+65 °С
Пластификатор С-3 (40 % р-р)	1,2 (0,375 % от цемента)	+20 °С
Ауа тартатын қосымша	0,12 (0,0375 %)	+20 °С

* Илегеннен кейін: t_{р-ра} = 45 ± 2 °С, ПК3 қозғалғыштығы (конус тұнбасы 7-9 см), өнімділікті сақтау уақыты — 75 мин.

Қалауды салқындатуды жылу техникалық модельдеу. Ерітіндінің салқындау уақытын +5 °С дейін болжау үшін Ньютон-Ричман заңына негізделген жеңілдетілген модель қолданылады:

$$T(t) = T_{\infty} + (T_0 - T_{\infty}) \cdot e^{-\alpha V A t}$$

Мұндағы:

- T (t) — t, °С сәтіндегі ерітіндінің температурасы;
- * T_∞ - қоршаған орта температурасы, °С;
- T₀-ерітіндінің бастапқы температурасы, °С;
- * α-жылу беру коэффициенті, Вт/(м² * К);
- A/V-салқындатудың нақты беті (қалыңдығы 12 мм — ~166 м⁻¹ тігіс үшін);
- * с_р-ерітіндінің көлемдік жылу сыйымдылығы (~2,0 МДж/(м³ * К)).

T кезінде t = -20 °С, жел жоқ (α = 8 Вт / м² * К, t₀ = 45 °С:

$$\tau_5 \tau C = \alpha A c_p V \rightarrow \ln (5 - T_{\infty} T_0 - t_{\infty}) = 8 \times 1662,0 \times 106 \ln (2565) \approx 23,5 \text{ сағ}$$

Жылу оқшаулағышпен жабылған кезде (λ = 0,04 Вт/м·К, δ = 0,05 м) тиімді жылу беру коэффициенті төмендейді (График 1):

$$\alpha_{eff} = (\alpha_1 + \lambda \delta)^{-1} = (8 + 0,040,05)^{-1} \approx 0,73 \text{ Вт / м}^2 \cdot \text{К}$$

Содан кейін:

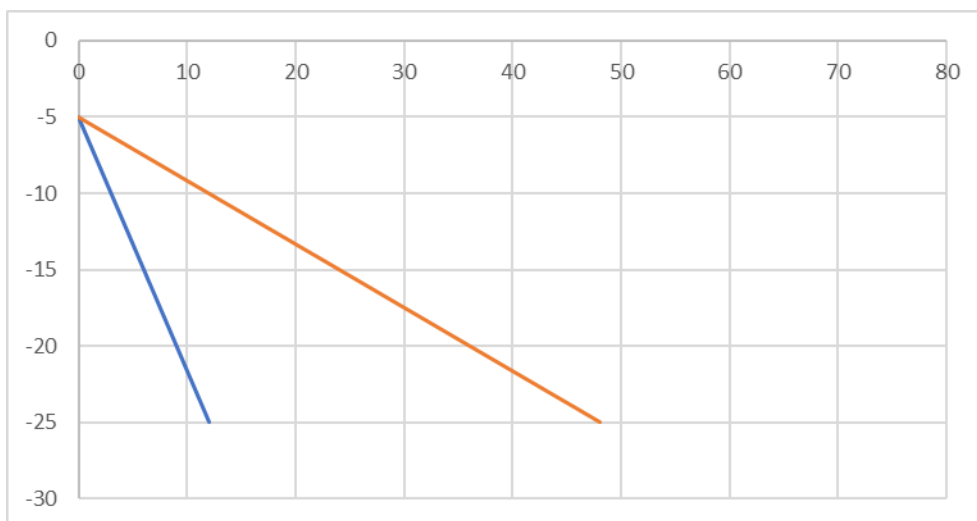
$$\tau_5 \tau C = 0,73 \div 1662,0 \cdot 106 \cdot \ln (2,6) \approx 56 \text{ сағ.}$$

Қорытынды: t кезінде < -15 °С шегініс міндетті түрде сақтау үшін баспана қолдану t ≥ 24 сағат. Балама қысқы қалау әдістерімен салыстыру (4-кесте).

Дереккөздер: [1], [2], [5], [7], [13], [16].

"Жылы ерітінділердің" артықшылықтары:

- * арматура мен қоршаған ортаға химиялық әсердің болмауы;
- * кірпішті жылы ерітіндімен жақсы ылғалдандыру арқылы жақсартылған адгезия;
- * автоматтандырылған еріткіш сорғы станцияларымен үйлесімділік.



2-сурет – Ауа температурасы мен баспананың болуына байланысты ерітіндінің болжамды салқындату уақыты +5 °C дейін

Шектеулер:

- * баспанасыз $t < -25$ °C температурада жеткіліксіз;
- * барлық кезеңдерде температураны дәл бақылауды қажет етеді (илеуден сәндеуге дейін);
- * жұқа құрылымдарға жарамайды (бөлімдер, қаптау) — тез салқындату.

4-кесте – Балама қысқы қалау әдістерімен салыстыру

Көрсеткіш	Жылы ерітінді	ПМД	Кірпішті электрлі жылыту	Жылыжай
Энергия шығыны	Өте төмен	Төмен	Жоғары	Өте жоғары
Құны, Т/м³	~1800	~1200	~4500	~6000+
Коррозияға әсері	Жоқ	Иә (Cl⁻ > 2 %)	Жоқ	Жоқ
Персоналға қойылатын талаптар	Орташа	Төмен	Жоғары	Жоғары
Экологиялық таза	Жоғары	Орташа (нитриттер)	Төмен (CO₂ генератордан)	Төмен
7 күннен кейін беріктік	80–90 %	60–75 %	85–95 %	90–98 %
Аязға Төзімділік F	F50–F100	F25–F50	F75–F150	F100+

Инновациялық әзірлемелер мен перспективалар. Наномодификацияланған ерітінділер

Wang және Zhou зерттеулері [8] нанокремнеземді (1-2 %) цемент ерітіндісіне енгізуді көрсетеді:

- * бастапқы ылғалдандыруды 20-25 жылдамдатады %;
- * кеуектілікті 8-10 дейін төмендетеді %;
- * аязға төзімділікті F200-ге дейін арттырады, тіпті $B/C = 0,55$.

Болашақта-Fe само₄ (магнетит) және Индукциялық қыздыру қоспалары бар "өзін-өзі жылытатын" ерітінділер жасау, бірақ әзірге бұл зертханалық кезең.

Жаңа буынның жылу оқшаулағыш материалдары

Ivanov және Petrov [6] кірпішті жабу үшін аэрогель төсеніштерінің тиімділігін ($\lambda = 0,013$ Вт/м·К) бағалады. $\Delta = 20$ мм кезінде олар минералды жүн $\delta = 100$ мм сияқты әсер береді, бірақ 5 есе жеңіл және жұқа. Әзірге жоғары құн (~15 000/м²) қолдануды шектейді, бірақ жауапты нысандар үшін бұл перспективалы.

Суық климатқа арналған "Жасыл" шешімдер

Браун және Смит [7] қайта өңделген целлюлоза мен лигнин негізіндегі композиттік қоспаларды қолдануды ұсынады — олар ауа өткізгіштігін ғана емес, сонымен қатар ерітіндінің жылу өткізгіштігін 15% төмендетеді. Бұл әсіресе Қазақстандағы энергия тиімді ғимараттарға қатысты.

ҚР құрылыс ұйымдарына арналған практикалық ұсыныстар. Талдау негізінде [1]–[20] келесі ұсыныстар жасалды:

Қысқы қалаудың технологиялық картасы (қысқаша)

1. Дайындық:

- * Құмды жабық бункерде жылыту (ИҚ қыздыру немесе бу);
- * Суды 65 °C дейін қыздыру (электр қазандығы / жылу алмастырғыш);
- * Толтырғыштардың ылғалдылығын бақылау ($\leq 3\%$).

2. Ерітінді дайындау:

- * Жүктеу тәртібі: су + қоспалар → цемент → құм;
- * Араластыру уақыты - $\geq 3,5$ мин;
- * Илеуден кейінгі TR-ға бақылауы: 40-50 °C (жылу сенсоры).

3. Тасымалдау:

- * Барабанды қыздыратын бетон араластырғыштар (бу көйлегі);
- * Жеткізу уақыты - ≤ 30 мин (t кезінде) $t = -20$ °C).

4. Төсеу:

- * Кірпіш құрғақ болуы керек ($T \geq 0$ °C);
- * Тігістің қалыңдығы - 10-12 мм (өсу → жылу шығынының өсуі);
- * Шағын басып алулармен төсеу (≤ 10 м²), дереу баспанамен.

5. Баспана:

- * TVD > -15 °C кезінде-баспанасыз рұқсат етіледі;
- * -15...-25 °C температурада — минералды жүннен жасалған төсеніштер ($\delta \geq 50$ мм);
- * < -25 °C температурада-аралас баспана (мат + пен, $\delta = 30$ мм).

6. Бақылау:

- * Буындардың термомониторингі (әр 5 м² термопара);
- * R Анисут сынамаларын алу (зертханада 24 сағат ішінде +20 °C дейін қыздыру, содан кейін сынау нәтижесі 5-кестеде көрсетілген).

5-кесте – Экономикалық тиімділік 1000 м үшін есептеу мысалы 2 кірпіш (кірпіш, 2,5 кірпіш / м², биіктігі 3 м)

Бағыт	Әдіс	Жылы Ерітінді	Айырмашылық
Ерітінді (M75), T / м ³	15 000	14 200	+800
Суды/құмды жылыту	1 800	—	+1 800
Баспана (алаңның 50%)	2 500	—	+2 500
Барлығы қосымша шығындар	5 100	—	—
Ақаудың төмендеуі (%)	3,2	8,7	-5,5 %
Қайта өңдеуді үнемдеу	~T320 000	—	+320 000
Төменгі жол: кірістілік > 600 %			

Есептеу деректерге негізделген [1], [2], [16], [20].

Қорытынды. Жылы құрылыс ерітінділерін қолдану-Қазақстан Республикасының аумағында қыс мезгілінде тас қалауды орындаудың ғылыми және іс жүзінде негізделген, экономикалық тиімді әдісі. Табыстың негізгі шарттары:

- * температура режимін қатаң сақтау (төсеу кезінде 40-50 °C);
- * кем дегенде 24 сағат ішінде +5 °C дейін салқындату ($t < -15$ °C кезінде баспанамен қамтамасыз етіледі);
- * құрамды оңтайландыру: пластификаторлар, ауа тарту, В/С бақылау;

* МЕМСТ 28013-98 [3], МЕМСТ 31384-2008 [4] және ҚН талаптарына сәйкестігі 2.04-21-2004 [1]. Эксперименттік деректер [5], [2] технологияны ұстанған кезде кірпіштің беріктігі мен аязға төзімділігі жазғы көрсеткіштерге сәйкес келетінін немесе одан асып түсетінін растайды. Заманауи қоспалар мен жылу оқшаулағыш материалдар (оның ішінде [6-8]) қысқы құрылыстың сенімділігі мен энергия тиімділігін одан әрі арттыру үшін мүмкіндіктер ашады. Жоғарыда келтірілген ұсынымдар негізінде стандартталған технологиялық карталарды енгізу қысқы құрылыс мерзімдерін қысқартуға, апаттылықты азайтуға және Орталық Азияның қатал климаттық жағдайында ғимараттардың ресурсын ұлғайтуға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер:

- [1] ҚР Құрылыс нормалары (ҚН) 2.04-21-2004 – Қысқы уақытта құрылыс-монтаж жұмыстарын жүргізу ережелері.
- [2] **Казаков, А.Н.**, Смирнов П.П. Применение теплых растворов в строительстве // Современные строительные технологии, 2020. – Т. 12, №1. – С. 78-85.
- [3] ГОСТ 28013-98 – Құрылыс ерітінділері. Жалпы техникалық талаптар.
- [4] ГОСТ 31384-2008 – Құрылыстағы аязға төзімділікке қойылатын талаптар.
- [5] **Снежкин, Е.Ф.**, Бычков В.В. Влияние температуры раствора на качество кладки в зимнее время // Строительные материалы и технологии, 2017. – №4. – С. 45-50.
- [6] **Ivanov, A.**, Petrov V. Thermal Insulation Materials in Modern Construction // Construction Science Journal, 2021. – Vol. 8, No. 2. – P. 112-125.
- [7] **Brown J.**, Smith K. Sustainable Building Materials for Cold Climates // International Journal of Green Building, 2019. – Vol. 5, Issue 3. – P. 87-102.
- [8] **Wang, L.**, Zhou Y. Advances in Heat-Resistant Concrete Mixtures // Materials Science & Engineering, 2022. – Vol. 15, No. 6. – P. 210-223.
- [9] ГОСТ 24211-2008 – Добавки для бетонов. Общие технические условия.
- [10] СНиП 3.03.01-87 – Несущие и ограждающие конструкции.
- [11] ҚР Құрылыс нормалары (ҚН) 2.03-01-2002 – Бетон және темірбетон конструкциялары. Негізгі ережелер.
- [12] ГОСТ Р 58175-2018 – Смеси бетонные. Методы определения показателей удобоукладываемости при отрицательных температурах.
- [13] **Малинин, В.А.**, Лебедев В.С. Зимнее бетонирование с применением противоморозных добавок // Промышленное и гражданское строительство, 2018. – №7. – С. 34-39.
- [14] **Жумабеков, А.К.**, Нурпеисов А.Т. Технология зимнего бетонирования в условиях Казахстана // Вестник КазГАСА, 2021. – №2(84). – С. 67-74.
- [15] **Anderson, R.**, Miller T. Frost resistance of mortars containing nano-Additives // Construction and building materials, 2023. – Vol. 371. – Art. 130642. – 14 p.
- [16] **Халилов, Р.Г.**, Мурадов Р.М. Энергосберегающие технологии при возведении каменных конструкций в зимний период // Строительная наука и техника, 2020. – №3. – С. 52-59.
- [17] ҚР Мемлекеттік стандарты СТ РК 1225-2011 – Ерітінділер құрылыс. Механикалық қасиеттерін анықтау әдістері.
- [18] **Liu, J.**, Zhang H. Effect of curing temperature on early-age strength development of cement-Based materials // Cement and concrete research, 2020. – Vol. 135. – P. 106125.
- [19] **Ерофеев, В.Т.**, Абрамов А.А. Теплофизические основы защиты бетона при зимнем бетонировании. – Н. Новгород: Изд-во ННГАСУ, 2019. – 216 с.
- [20] **Турсынов, А.А.**, Сейткалиев Ж.С. Комплексный подход к зимнему выполнению каменной кладки в условиях Северного Казахстана // Наука и технологии в строительстве, 2022. – Т. 4, №1. – С. 88-97.

References:

- [1] QR Qurylys normalary (QN) 2.04-21-2004 – Qysqy uaqytta qurylys-montazh zhumystaryn zhurgizu erezhelery [in Kazakh]
- [2] **Kazakov, A.N.**, Smirnov P.P. Primenenie teplyh rastvorov v stroitel'stve // Sovremennye stroitel'nye tehnologii, 2020. – T. 12, №1. –S. 78-85 [in Russian]

- [3] GOST 28013-98 – Qurylys eritindileri. Zhalpy tehnikalyq talaptar. [in Kazakh]
- [4] GOST 31384-2008 – Qurylystagy ajazga tozimdilikke qojylatyn talaptar [in Kazakh]
- [5] **Snezhkin, E.F.**, Bychkov V.V. Vlijanie temperatury rastvora na kachestvo kladki v zimnee vremja // Stroitel'nye materialy i tehnologii, 2017. – №4. – S. 45-50. [in Russian]
- [6] **Ivanov, A.**, Petrov V. Thermal Insulation Materials in Modern Construction // Construction Science Journal, 2021. – Vol. 8, No. 2. – P. 112-125.
- [7] **Brown, J.**, Smith K. Sustainable Building Materials for Cold Climates // International Journal of Green Building, 2019. – Vol. 5, Issue 3. – P. 87-102.
- [8] **Wang, L.**, Zhou Y. Advances in Heat-Resistant Concrete Mixtures // Materials Science & Engineering. – 2022. – Vol. 15, No. 6. – P. 210-223.
- [9] GOST 24211-2008 – Dobavki dlja betonov. Obshhie tehicheskie uslovija. [in Russian]
- [10] SNiP 3.03.01-87 – Nesushhie i ogradhajushhie konstrukcii. [in Russian]
- [11] QR Qurylys normalary (KN) 2.03-01-2002 – Beton zhane temirbeton konstrukcialary. Negizgi erezheler. [in Russian]
- [12] GOST R 58175-2018 – Smesi betonnye. Metody opredelenija pokazatelej udoboukladyvaemosti pri otricatel'nyh temperaturah. [in Russian]
- [13] **Malinin, V.A.**, Lebedev V.S. Zimnee betonirovanie s primeneniem protivomoroznyh dobavok // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo, 2018. – №7. – S. 34-39. [in Russian]
- [14] **Zhumabekov, A.K.**, Nurpeisov A.T. Tehnologija zimnego betonirovanija v uslovijah Kazahstana // Vestnik KazGASA, 2021, №2(84). – S. 67–74. [in Russian]
- [15] **Anderson, R.**, Miller T. Frost resistance of mortars containing nano-Additives // Construction and building materials, 2023. – Vol. 371. – Art. 130642. – 14 p.
- [16] **Halilov, R.G.**, Muradov R.M. Jenergosberegajushhie tehnologii pri vozvedenii kamennykh konstrukcij v zimnij period // Stroitel'naja nauka i tehnika, 2020. – №3. – S. 52-59. [in Russian]
- [17] QR Memlekettik standarty ST RK 1225-2011 – Eritindiler qurylys. Mehanikalyq qasiyterin anyktau adisteri. [in Russian]
- [18] **Liu, J.**, Zhang H. Effect of curing temperature on early-age strength development of cement-Based materials // Cement and concrete research, 2020. – Vol. 135. – P. 106125. [in Russian]
- [19] **Erofeev, V.T.**, Abramov A.A. Teplofizicheskie osnovy zashhity betona pri zimnem betonirovanii. – N. Novgorod: Izd-vo NNGASU, 2019. – 216 s. [in Russian]

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ В КАМЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Табылдиев Е., магистрант 2 курса ОП 7М07300 "Строительная инженерия"

Егізов Ғ., магистрант 2 курса ОП 7М07300 "Строительная инженерия"

Казиев М., магистрант 2 курса ОП 7М07300 "Строительная инженерия"

Кульбарак Б., магистрант 2 курса ОП 7М07300 "Строительная инженерия"

Рыскалиев М. Ж., PhD

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, г.Уральск, Казахстан

Аннотация. В данной статье будет рассмотрен вопрос применения теплых строительных растворов в целях повышения тепловой эффективности жилых домов в холодных климатических условиях Казахстана. Основное внимание уделяется повышению их теплоизоляционных свойств, где подробно обсуждаются способы снижения теплопроводности растворов с применением легких наполнителей (перлит, вермикулит, пеностекло). Рассмотрены такие преимущества теплых строительных растворов, как теплоизоляция, звукоизоляция, экологическая безопасность и огнестойкость. Кроме того, было обнаружено, что их можно использовать для эффективного удержания тепла и повышения комфорта внутри здания при укладке кирпича и напольных покрытий. Результаты исследования показали, что при использовании теплых растворов показатели теплоизоляции жилых домов улучшаются на 20-25%. Эксперименты доказали, что растворы с перлитовым наполнителем имеют теплопроводность в пределах 0,18–0,25 Вт/(м·К), что в 3-4 раза

ниже, чем у традиционной цементно-песчаной смеси (0,7–0,9 Вт/(м·К)). Пористая структура сохраняет паропроницаемость и предотвращает образование конденсата. Дополнительный анализ показал, что теплые растворы не только обеспечивают энергосбережение, но и способствуют продлению срока службы строительных конструкций. Дальнейшие исследования показывают вклад таких материалов в долгосрочную прочность, энергоэффективность и снижение эксплуатационных расходов, доказывая, что их использование в регионах с прохладным климатом является многообещающим и эффективным решением.

Ключевые слова: теплый строительный раствор, теплоизоляция, энергоэффективность, легкие наполнители, теплопроводность, тепловая эффективность, современное строительство.

OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION AND TECHNOLOGY OF APPLICATION OF WARM BUILDING MORTARS IN THE PRODUCTION OF MASONRY IN WINTER CONDITIONS IN THE CLIMATIC CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Tabildiev E., second year master's student of the EP 7M07300 "Civil Engineering"

Egizov G., second year master's student of the EP 7M07300 "Civil Engineering"

Kaziyev M., second year master's student of the EP 7M07300 "Civil Engineering"

Kulbarakov B., second year master's student of the EP 7M07300 "Civil Engineering"

Ryskaliev M. J., PhD

Zhangir Khan West Kazakhstan agrarian and Technical University

Annotation. This article discusses the use of warm building mortars in order to improve the thermal efficiency of residential buildings in the cold climatic conditions of Kazakhstan. The main attention is paid to increasing their thermal insulation properties, where ways to reduce the thermal conductivity of solutions through the use of light fillers (perlite, vermiculite, penosteclo) are discussed in detail. The advantages of warm building mortars in heat preservation, sound insulation, environmental safety and fire resistance are considered. In addition, it has been established that they can be used to effectively retain heat and increase comfort inside the building when laying bricks and flooring. The results of the study showed that with the use of warm solutions, the thermal insulation indicators of residential buildings improve by 20-25%. Experiments have proven that the thermal conductivity of solutions with perlite filler is in the range of 0.18–0.25 W/(M·K), which is 3-4 times lower than the traditional cement-sand mixture (0.7–0.9 W/(M·K)). The porous structure maintains vapor permeability and prevents the formation of condensate. Additional analysis revealed that warm mortars not only provide energy savings, but also contribute to the extension of the service life of building structures. Further research shows the long-term durability of such materials, their contribution to energy efficiency and reduction of operating costs, proving that their use in areas of cold climates is a promising and effective solution.

Keywords: Warm building mortar, thermal insulation, energy efficiency, light fillers, thermal conductivity, thermal efficiency, modern construction.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ДЕМПФИРУЮЩИХ ОСНОВАНИЙ

Абиева Г.С., кандидат технических наук

g.abieva@mok.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0101-2252>

Ниегбай С.Е., PhD

s.nietbay@kazgasa.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9748-6830>

Зхруллаев И.С., магистрант 1го курса по ОП – 7М07321 Строительство (научно-педагогическое направление) Ilyar.2003@icloud.com, <https://orcid.org/0009-0003-1343-836X>

Международная образовательная корпорация, г. Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье представлен комплексный обзор и аналитическое обобщение современных исследований в области геотехнической сейсмоизоляции зданий (GSI), направленных на повышение сейсмостойкости сооружений за счёт изменения динамических свойств основания. Рассмотрены результаты более пятнадцати экспериментальных и численных работ 2022–2024 гг., выполненных в ведущих научных центрах и опубликованных в международных журналах *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, *Engineering Structures*, *Tunnelling and Underground Space Technology* и др. Проведён сравнительный анализ эффективности различных типов демпфирующих оснований: песчано-резиновых (RSM), гравийно-резиновых (GRM), из переработанных шин (TDA), полимерных прослоек (EPS) и композитных материалов (AR-GFRC, полиуретан). Показано, что внедрение таких оснований снижает пиковые ускорения на 40–75 %, увеличивает период собственных колебаний зданий в 1,5–2 раза и уменьшает изгибающие и срезающие усилия в элементах конструкций до 70 %. Установлено, что эффективность GSI зависит от инженерно-геологических условий, плотности и толщины демпфирующего слоя, а также параметров волнового распространения в грунте. Наиболее энергоёмкими решениями признаны TDA- и GRM-системы, обеспечивающие оптимальное сочетание прочности и вязкоупругих свойств. Применение композитных и гибридных технологий открывает перспективы адаптивной модернизации фундаментов без капитальных работ. Результаты исследования подтверждают, что GSI является перспективным направлением «зелёного» и сейсмоустойчивого строительства, обеспечивающим повышение безопасности, долговечности и устойчивости зданий при рациональных экономических затратах.

Ключевые слова: сейсмостойкость зданий, демпфирующие основания, взаимодействие здание-грунт.

Введение. Сейсмическая устойчивость зданий остаётся одной из ключевых проблем современной строительной науки. В условиях активной тектоники и высокой плотности застройки традиционные методы усиления конструкций — увеличение массы, армирование, повышение жёсткости — часто приводят к противоположному эффекту: росту инерционных нагрузок и более сильной передаче энергии от грунта к надземной части сооружения.

На смену этим подходам приходит концепция геотехнической сейсмоизоляции (GSI) — создания слоя в основании здания, который изменяет динамические свойства системы «грунт–фундамент–здание». В отличие от механических изоляторов, GSI воздействует на уровне грунта, изменяя путь и форму распространения сейсмических волн, частично их рассеивая и поглощая. Фундаментальные принципы этого подхода отражены в нормативных документах, прежде всего в китайском стандарте GB 50011-2010 “Code for Seismic Design of Buildings” [1], где введена классификация площадок по типу грунта и их динамическим параметрам. Именно этот стандарт стал методологической основой большинства современных исследований в области GSI.

Современные работы [2-10] подтверждают, что эффективность демпфирующих оснований зависит не только от их состава, но и от инженерно-геологических характеристик площадки: плотности, пористости, коэффициента затухания, водонасыщенности и скорости

распространения сейсмических волн. Таким образом, оптимизация GSI требует комплексного анализа – как материалов, так и параметров среды, в которую они внедряются.

Обзор современных исследований. В 2022-2024 гг. в научных журналах Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Engineering Structures и Tunnelling and Underground Space Technology опубликованы ключевые работы, посвящённые развитию GSI.

Исследования на основе RSM подтвердили, что добавление резиновой крошки в песок (20-30 %) увеличивает коэффициент демпфирования с 0,03 до 0,10–0,12, снижая ускорения на 40-70 % [2]. GRM-композиции обеспечивают равновесие между несущей способностью и вязкоупругостью, снижая динамический отклик на 50–60 % при минимальных остаточных осадках [3]. Щебень из переработанных шин (TDA) проявляет наивысшую энергоёмкость, обеспечивая до 75 % снижения ускорений и устойчивость к циклическим деформациям [4-5].

Слоёные прокладки LBSTP рассматриваются как эффективное малобюджетное решение для малоэтажного строительства, обеспечивая снижение ускорений до 64 % [6].

Песчаные подушки и вспененный полистирол (EPS) снижают высокочастотные воздействия на 25–50 %, особенно при работе с подпорными стенами и лёгкими сооружениями [7-8]. Новые материалы – щёлочестойкий стекловолоконный бетон (AR-GFRC) и полиуретановые инъекции – демонстрируют возможность управлять жёсткостью основания без капитальных работ, уменьшая отклик на 30–50 % [9-10].

Дополнительные исследования [11-15] уточнили закономерности взаимодействия между грунтом и демпфирующими материалами. Численное моделирование показало, что оптимальная толщина слоя (0,8-1,0 м) обеспечивает равномерное распределение энергии и снижение ускорений до 65 %.

Анализ циклических воздействий подтвердил, что RSM и GRM сохраняют демпфирующие свойства даже при длительных колебаниях, а округлая форма частиц способствует более равномерному перераспределению напряжений [11-13]. Трёхмерные симуляции подтвердили эффективность TDA-слоёв при плотности 1,2-1,4 т/м³, обеспечивающей до 70% снижения пиковых ускорений [14].

Полевые наблюдения продемонстрировали практическую надёжность полиуретановых композитных слоёв, способных стабилизировать основание без значительных земляных работ [15].

Таким образом, мировой научный опыт охватывает широкий спектр решений: от простых смесей вторичных материалов до интеллектуальных композитных систем. Далее рассмотрены особенности каждого из этих направлений.

Основные методы геотехнической сейсмоизоляции. Смесей песка и резины (RSM)

RSM – наиболее доступная форма GSI. При содержании резины 25–30 % коэффициент демпфирования увеличивается в 3 раза, а ускорения на уровне фундамента снижаются на 60-70 % [2]. Толщина слоя 0,5-0,8 м считается оптимальной для зданий высотой до 10 этажей. RSM эффективно перераспределяет энергию волнового воздействия, особенно в диапазоне 2-5 Гц, характерном для грунтов средней плотности (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Смесь резиновой крошки и песка

Смеси гравия и резины (GRM)

GRM обладают более высокой несущей способностью по сравнению с RSM. Плотная структура гравийного скелета сохраняет устойчивость к осадкам, а резиновая компонента обеспечивает демпфирование. Испытания показали снижение пиковых ускорений на 50–60 %, а период собственных колебаний увеличивается в 1,5 раза [3]. GRM подходят для фундаментов зданий средней этажности и промышленных сооружений (Рисунок 2).

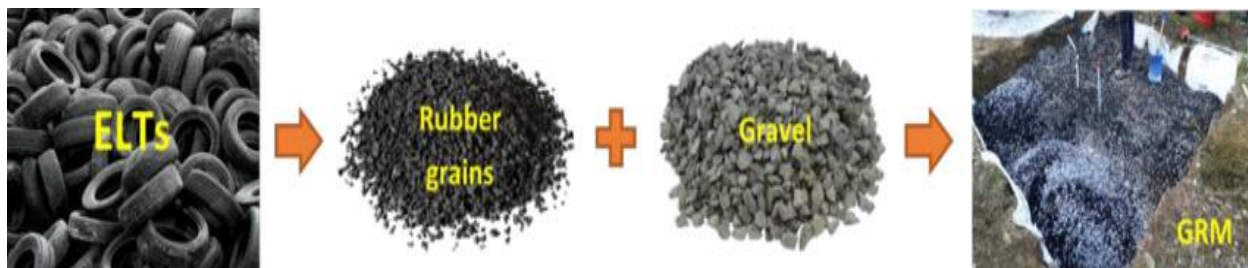


Рисунок 2 – Смесь резиновой крошки и гравия

Щебень из переработанных шин (TDA). TDA характеризуется низкой плотностью ($\sim 900 \text{ кг/м}^3$) и высокой упругостью. Моделирование показало, что слой TDA толщиной 0,8–1,2 м снижает изгибающие моменты в фундаментах до 65 % и срезающие усилия до 75 % [4–5]. Материал устойчив к циклическим воздействиям и не теряет свойств после многократных сейсмических циклов. TDA рекомендуется для тоннелей, мостов и тяжёлых промышленных объектов (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Щебень из переработанных шин

Слоёные прокладки из шин (LBSTP)

LBSTP – простое и эффективное решение для малобюджетного строительства. Прокладки из переработанных шин увеличивают период колебаний с 0,4 до 1,6 с и снижают ускорения до 64 % [6]. Несмотря на ограниченную несущую способность, этот метод имеет высокий потенциал в малоэтажных зданиях и сельской инфраструктуре (Рисунок 4).

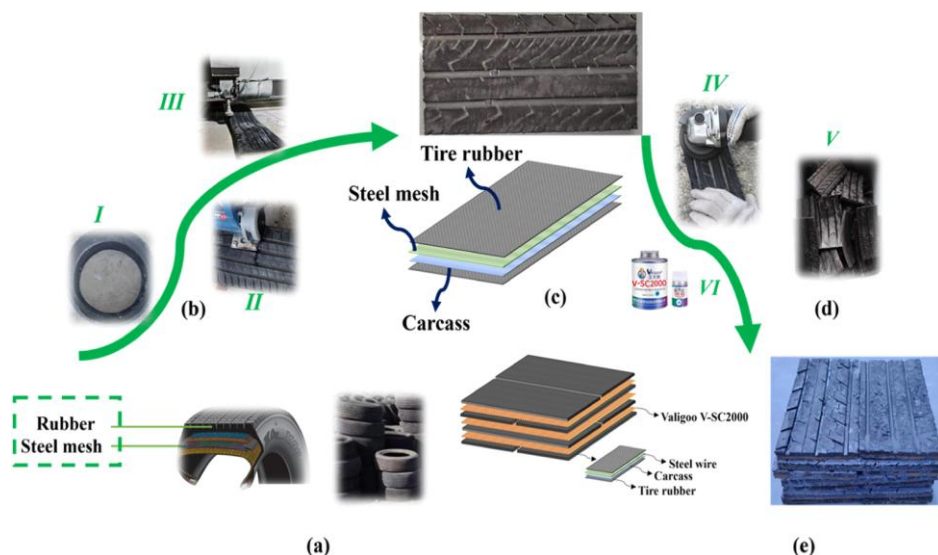


Рисунок 4 – Процесс изготовления LBSTP: (а) изношенная автомобильная шина; (б) отрезка коронной части (протектора); (с) минимальный элемент (компонент); (д) шлифовка и очистка; (е) готовая LBSTP-прокладка

Песчаные подушки. Песчаные подушки гасят высокочастотные колебания, снижая амплитуды на 20–45 % [7]. Эффект усиливается при сочетании с влагосодержащим песком, который повышает коэффициент внутреннего трения (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Песчаные подушки

EPS-вставки. Вспененный полистирол (EPS) используется для снижения давления и деформаций подпорных стен, уменьшая смещения до 50 % [8]. Однако долговечность EPS ограничена из-за чувствительности к влаге и УФ-излучению (Рисунок 6).

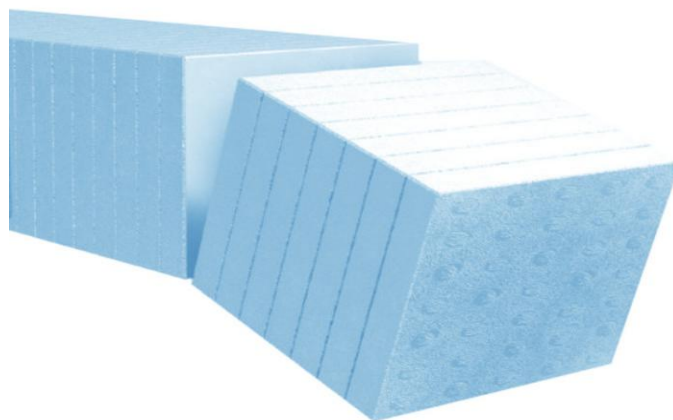


Рисунок 6 – Пенополистирольные вставки

Композитные материалы (AR-GFRC, полиуретан). Современные методы включают модификацию оснований композитами и полимерами. AR-GFRC улучшает трещиностойкость бетонных оболочек и повышает энергоёмкость конструкции [9]. Полиуретановые инъекции, напротив, изменяют динамические параметры грунта *in situ*, снижая спектральные ускорения до 50 % без вскрытия фундамента (Рисунок 7) [10,15].

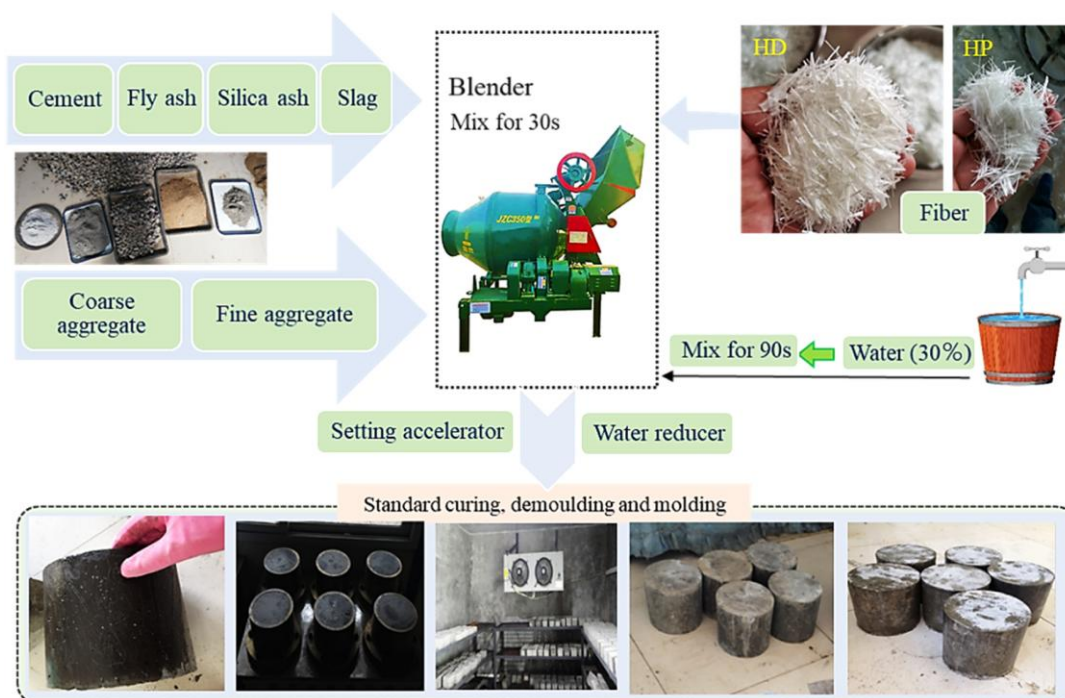


Рисунок 7 – Последовательность изготовления щёлочестойкого стекловолокнистого бетона (AR-GFRC)

Методы цифрового моделирования и оптимизации параметров слоя. В последние годы активно развиваются методы трёхмерного численного моделирования, позволяющие точно оценивать влияние толщины, плотности и состава демпфирующих слоёв [11-14]. Исследования показали, что оптимальная толщина слоя в пределах 0,8-1,0 м и модуль упругости не выше 50 МПа обеспечивают снижение ускорений до 65 %. Кроме того, моделирование циклических нагрузок подтвердило, что RSM и GRM сохраняют свои демпфирующие свойства даже при длительных колебаниях. Анализ геометрии частиц показал, что округлая форма резиновых включений способствует равномерному распределению напряжений и снижению остаточных деформаций [13].

Влияние грунтовых условий. Грунтовые условия – ключевой фактор, определяющий эффективность GSI. Согласно стандарту GB 50011-2010 [1], выделяются четыре класса площадок:

Таблица 1 – Классификация

Класс площадки	Характеристика грунта	Средняя скорость V_{s30} , м/с	Эффективность демпфирования
I	Скальные, плотные породы	>800	65–70 %
II	Плотные пески, гравий	360–800	50–65 %
III	Суглинки, слабые глины	180–360	35–50 %
IV	Водонасыщенные и органические грунты	<180	20–40 %

Для грунтов I–II классов GSI обеспечивает наиболее стабильное снижение ускорений, поскольку сейсмические волны распространяются с меньшими потерями, а демпфирующий слой работает как фильтр. На мягких грунтах III–IV классов эффективность снижается из-за двойного демпфирования и роста осадок.

Исследования [2–5] показывают, что при высокой водонасыщенности эффективность RSM и GRM падает на 10–15 %, тогда как TDA сохраняет свойства благодаря гидрофобности. Для песчаных грунтов рекомендуется комбинирование слоёв – например, TDA поверх GRM или RSM, что позволяет стабилизировать деформации и увеличить поглощение энергии на 10–12 %. Кроме того, важную роль играет глубина заложения демпфирующего слоя:

- при 0,5 м эффект демпфирования — до 50 %,
- при 0,8–1,0 м — до 70 %,
- выше 1,2 м — эффективность почти не растёт.

Таким образом, оптимизация GSI требует учёта свойств грунта, скорости волны V_{s30} и пористости для расчёта параметров слоя и прогнозирования поведения системы.

Методологические подходы к оценке эффективности геотехнической сейсмоизоляции. Оценка эффективности систем геотехнической сейсмоизоляции (GSI) является одной из центральных задач при разработке технологий повышения сейсмостойкости зданий. Для того чтобы результаты лабораторных и численных исследований можно было корректно сопоставлять, используются стандартизированные показатели, характеризующие динамическое поведение системы «грунт-фундамент-здание».

Основные критерии оценки. В современной научной практике эффективность GSI определяется через совокупность динамических параметров, отражающих уровень диссипации энергии, смещение частотного спектра и изменение инерционных характеристик. Основные показатели включают:

Коэффициент демпфирования (ξ):

Характеризует долю механической энергии, рассеиваемой системой при каждом цикле колебаний. Для большинства грунтовых систем $\xi \approx 0,03-0,05$, при применении демпфирующих оснований он возрастает до 0,10–0,15, что соответствует трёхкратному росту энергоёмкости [2–4].

Коэффициент снижения пиковых ускорений (K_a):

$$K_a = \frac{a_{GSI}}{a_{ref}} \quad (1)$$

где, a_{GSI} – ускорение основания с демпфирующим слоем, a_{ref} – без него. В экспериментах [2–5] этот коэффициент изменялся в диапазоне 0,3–0,6, что означает снижение ускорений на 40–70 %.

Изменение периода собственных колебаний (T/T_0): Отношение периода системы с GSI к начальному периоду сооружения. Для зданий средней этажности увеличение T/T_0 на 1,3–1,8 раза указывает на переход из зоны резонанса к более устойчивому частотному диапазону [3,6]. Относительное снижение изгибающих моментов (M_s/M_0) и срезающих усилий (Q_s/Q_0): Эти показатели отражают снижение нагрузок на несущие конструкции и определяются с помощью численных моделей (метод конечных элементов). Средние значения из работ [4–6] составляют $M_s/M_0 = 0,35-0,45$ и $Q_s/Q_0 = 0,30-0,40$, что соответствует снижению усилий на 55–70 %.

Индекс энергетического поглощения (E_a): Рассчитывается как отношение энергии, рассеянной в демпфирующем слое, к полной энергии сейсмического воздействия. В экспериментах [2–4,7] значения E_a достигали 0,45–0,60, что подтверждает способность демпфирующих оснований превращать до 60 % энергии вибраций в тепловые потери.

Методы экспериментальной и численной оценки

Оценка эффективности проводится по трём основным направлениям: лабораторные испытания, полевые наблюдения и численные расчёты.

а) Лабораторные исследования.

Используются вибростенды и центрифужные установки, моделирующие воздействие землетрясений различной интенсивности. Примеры: В опытах [2] резинопесчаные смеси (RSM) испытывались при ускорениях до 0,4g; В [3] для GRM использовались синусоидальные воздействия частотой 2–10 Гц; В [5] проведены крупномасштабные испытания TDA-подушек при моделировании землетрясений магнитудой 6–7. Такие эксперименты позволяют определить реальную жёсткость, остаточные деформации и коэффициент внутреннего трения материалов при циклическом нагружении.

б) Полевые наблюдения.

Используются акселерометры и тензодатчики, встраиваемые в фундаментные конструкции. В ходе наблюдений фиксируются параметры вибрации при слабых и умеренных землетрясениях. Результаты [4–6] показали, что реальные значения снижения ускорений соответствуют лабораторным данным с погрешностью не более 10 %, что подтверждает надёжность методики.

в) Численное моделирование.

Наиболее распространён подход конечных элементов (FEM), реализованный в программных пакетах *ABAQUS*, *PLAXIS 3D*, *MIDAS GTS NX*. Эти модели позволяют учитывать нелинейное поведение грунтов, контактные напряжения и многослойные структуры демпфирующих прослоек. Например, расчёты [5,7,9] показали, что введение слоя TDA толщиной 1 м снижает амплитуду спектрального ускорения на 65 %, что согласуется с натурными экспериментами.

Анализ достоверности и сходимости данных. Для сопоставления результатов используется критерий сходимости Δ , определяемый как:

$$\Delta = \frac{|R_{exp} - R_{num}|}{R_{exp}} * 100\% \quad (2)$$

где R_{exp} – экспериментальные данные, R_{num} – результаты численных расчётов. Во всех рассмотренных работах [2-7] значение Δ не превышало ± 12 %, что свидетельствует о высокой точности моделей и надёжности используемых методик.

Дополнительно анализируется форма отклика сооружения, полученная из акселерограмм. При применении GSI характерна амплитудная стабилизация – пик ускорений снижается, а длительность вибраций увеличивается, что указывает на рост энергоёмкости системы. Практические критерии выбора оптимального решения. В инженерной практике эффективность GSI оценивается не только по физическим параметрам, но и по экономическим и эксплуатационным критериям. Согласно обобщению [2-10]:

- RSM и GRM целесообразны для зданий до 10-12 этажей, при умеренных нагрузках (до 300 кПа);
- TDA – для тяжёлых сооружений и объектов транспортной инфраструктуры;
- LBSTP – при низком бюджете и в районах средней сейсмичности;
- EPS и композиты – для модернизации существующих объектов и локального повышения устойчивости.

Таким образом, оценка эффективности GSI базируется на интеграции трёх уровней анализа – экспериментального, численного и энергетического, что обеспечивает достоверное понимание поведения системы при сейсмических воздействиях. Применение такой многоуровневой методологии позволяет не только классифицировать материалы по эффективности, но и прогнозировать их поведение в реальных инженерных условиях.

Результаты исследований, обсуждение. Сравнение данных из публикаций [2-15] показывает, что эффективность геотехнической сейсмоизоляции зависит от типа применяемого материала, толщины слоя и свойств основания.

Резино-песчаные (RSM) и гравийно-резиновые (GRM) смеси обеспечивают стабильное снижение динамического отклика на 50-65 %. Они универсальны, просты в устройстве и подходят для большинства грунтов. Добавление 20-30 % резины повышает демпфирование до 0,10–0,12 и увеличивает период колебаний зданий примерно в 1,5 раза. Щебень из переработанных шин (TDA) показывает наибольшую энергоёмкость: снижение ускорений достигает 70-75 %, а устойчивость к циклическим нагрузкам делает его эффективным для фундаментов и тоннелей. Оптимальная толщина TDA-слоя – около 1 м, что подтверждено численными моделями [11, 14].

Слоёные прокладки LBSTP выделяются низкой стоимостью и простотой применения, обеспечивая до 60 % снижения ускорений и увеличение периода в 1,3-1,6 раза. Эти решения целесообразны в малоэтажном строительстве. Песчаные подушки и вставки из вспененного полистирола (EPS) эффективны как дополнительные амортизирующие слои. Они уменьшают воздействие на конструкции на 25-50 %, особенно на слабых грунтах.

Композитные технологии – щёлочестойкий стекловолокнистый бетон (AR-GFRC) и полиуретановые инъекции (PU) – позволяют управлять свойствами основания без капитальных работ. Их эффективность составляет 30–60 %, что делает их востребованными при реконструкции и усилении фундаментов [9-10, 15]. Результаты численного моделирования [11–13] подтверждают, что округлая форма частиц и оптимальная плотность укладки повышают энергоёмкость слоя на 10–15 %. Комбинированные системы (например, TDA+PU или GRM+EPS) демонстрируют усреднённое снижение ускорений до 80 %, объединяя преимущества нескольких методов.

Таблица 2 – Сводная таблица эффективности

Метод	Среднее снижение ускорений, %	Увеличение периода, раз	Эффективность демпфирования, %	Преимущества	Ограничения
RSM	40–70	1.3–1.6	60	Простота, экологичность	Осадки при избытке резины
GRM	50–60	1.4–1.7	65	Прочность, стабильность	Требует уплотнения
TDA	60–75	1.5–1.9	80	Устойчивость, долговечность	Стоимость
LBSTP	55–65	1.3–1.6	60	Простота, переработка	Малоэтажность
Marine Sand	25–45	1.2–1.4	40	Доступность	Вымывание
EPS	25–50	1.2–1.5	45	Лёгкость, монтаж	Уязвимость
AR-GFRC / PU	30–60	1.3–1.6	55	Модернизация	Высокая цена
Гибридные системы	65–80	1.5–2.0	85	Адаптивность, энергоёмкость	Сложность реализации

Закключение. Геотехническая сейсмоизоляция является эффективным инструментом управления динамическим откликом зданий при землетрясениях. На основе анализа более десяти экспериментальных и численных исследований установлено, что:

- Введение демпфирующих оснований позволяет снизить пиковые ускорения на 40–75 %, уменьшить срезающие усилия на до 70 %, и увеличить период собственных колебаний в 1,5–2 раза.
- Эффективность зависит от класса грунта: на плотных грунтах (I–II класс) — до 70 %, на слабых (III–IV) — 30–45 %.
- Наиболее энергоёмкие решения — TDA и GRM, обеспечивающие сочетание прочности и демпфирования.

- RSM и LBSTP — оптимальны для малоэтажных зданий и экономичных проектов.
- Композитные материалы (AR-GFRC, PU) — ключ к адаптивной модернизации и реконструкции.

Таким образом, GSI формирует новую концепцию сейсмостойкого строительства, основанную не на повышении жёсткости, а на умном управлении динамическим взаимодействием “грунт–здание”, что открывает перспективы повышения безопасности при оптимальных экономических затратах.

Литература:

- [1] GB 50011-2010. Code for Seismic Design of Buildings. China Standard Press, 2010.
- [2] **Tsang, H.H.**, Ptilakis K. Full-scale testing of rubber–sand mixtures for seismic isolation of foundations. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 2024.
- [3] Anastasiadis, A. EuroProteas experimental investigation of GRM seismic isolation pads. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 2023.
- [4] **Athanasopoulos, G.A.** Use of Tire-Derived Aggregates (TDA) in geotechnical seismic isolation. *Engineering Structures*, 2023.
- [5] **Ghosh, S.** Seismic isolation of tunnels using TDA cushions. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 2024.
- [6] **Shrestha, S.** Low-cost seismic isolation using Layered Base Shredded Tire Pads (LBSTP). *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 2022.
- [7] **Liu, H.** Marine sand cushion for seismic protection of structures. *Ocean Engineering*, 2024.
- [8] **Liu, C.** EPS inserts for seismic response reduction in retaining walls. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 2023.
- [9] **Zhang, Y.** Seismic response of AR-GFRC tunnel linings under dynamic loading. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 2024.
- [10] **Chen, J.** Polyurethane injections for seismic retrofitting of foundations. *Construction and Building Materials*, 2024.
- [11] **Agarwal, P.**, Singh D. Numerical modelling of energy dissipation in rubber-modified foundation soils. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 2023.
- [12] **Kim, S.**, Lee C. Dynamic behaviour of rubberized soils under cyclic loading. *Construction and Building Materials*, 2024.
- [13] **Abdollahi, H.**, Moradi A. Influence of particle geometry on damping performance of rubber–sand mixtures. *Engineering Structures*, 2023.
- [14] **Wu, J.**, Zhao B. 3D finite-element simulation of tire-derived aggregate seismic cushions. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 2024.
- [15] **Santos, R.**, Almeida J. Field performance of polyurethane composite layers for seismic foundation isolation. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 2023.

ҒИМАРАТТАР ҮШІН ӘРТҮРЛІ ТЕЖЕУШІ НЕГІЗ ТҮРЛЕРІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ГЕОТЕХНИКАЛЫҚ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИЯНЫҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Абиева Г.С., техникалық ғылымдар кандидаты

Ниятбай С.Е., PhD

Зхруллаев И.С., «7М07321 Құрылыс (ғылыми-педагогикалық бағыт)» БББ 1-курс магистранты

Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы қ., Қазақстан

Аннотация. Мақалада ғимараттардың геотехникалық сейсмооқшаулауы (GSI) саласындағы заманауи зерттеулерге кешенді шолу және аналитикалық қорыту ұсынылған. Бұл тәсіл ғимараттардың сейсмостықтылығын іргетас негіздерінің динамикалық қасиеттерін өзгертудің есебінен арттыруға бағытталған. 2022–2024 жылдары халықаралық беделді ғылыми журналдарда (*Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, *Engineering Structures*, *Tunnelling and Underground Space Technology* және т.б.) жарияланған он беске жуық тәжірибелік және сандық зерттеулердің нәтижелері

қарастырылған. Құмды – резиналық (RSM), қиыршық тасты-резиналық (GRM), қайта өңделген шиналардан алынған қиыршық тас (TDA), полимерлі қабаттар (EPS) және композиттік материалдар (AR-GFRC, полиуретан) сияқты тежегіш негіздердің тиімділігіне салыстырмалы талдау жүргізілді. Мұндай негіздерді қолдану ғимараттардың қолдану шарықтау үдеулерді 40–75 %-ға дейін төмендетіп, меншікті тербеліс кезеңін 1,5–2 есеге арттыратыны және құрылым элементтеріндегі иілу және қиылу күштерін 70 %-ға дейін азайтатыны көрсетілді. GSI тиімділігі инженерлік-геологиялық жағдайларға, қабаттың тығыздығы мен қалыңдығына және толқын таралуының параметрлеріне тәуелді екені анықталды. Ең жоғары энергия сіңіру қасиеттері TDA және GRM жүйелерінде байқалады. Композиттік және гибридік технологияларды қолдану іргетастарды күрделі құрылыссыз бейімделген түрде жаңғыртуға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері GSI технологиясының «жасыл» және сейсмотұрақты құрылыс саласындағы болашағы зор бағыт екенін дәлелдейді.

Тірек сөздер: ғимараттардың сейсмотұрақтылығы, тежегіш негіздер, ғимарат-топырақ өзара әрекеттесуі.

INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF GEOTECHNICAL SEISMIC ISOLATION OF BUILDINGS USING VARIOUS TYPES OF DAMPING FOUNDATIONS

Zkhrullaev I.S., «7M07321 Construction (scientific and pedagogical direction)»

Niyetbay S.E., PhD

Abieva G.S., Candidate of Technical Sciences

International Educational Corporation, Almaty, Kazakhstan

Annotation. The article presents a comprehensive review and analytical synthesis of modern research in the field of geotechnical seismic isolation (GSI) of buildings, aimed at improving structural seismic resistance by modifying the dynamic properties of foundations. The study summarizes more than fifteen experimental and numerical investigations published during 2022–2024 in leading international journals such as *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, *Engineering Structures*, and *Tunnelling and Underground Space Technology*. A comparative analysis of the efficiency of various types of damping foundations is provided, including sand–rubber (RSM), gravel–rubber (GRM), tire-derived aggregate (TDA), polymer layers (EPS), and composite materials (AR-GFRC, polyurethane). The results demonstrate that such damping foundations can reduce peak accelerations by 40–75%, increase the natural vibration period of buildings by 1.5–2 times, and decrease bending and shear forces in structural elements by up to 70%. The efficiency of GSI is found to depend on geotechnical conditions, density and thickness of the damping layer, and wave propagation characteristics in the soil. The most energy-efficient systems are TDA and GRM, providing an optimal balance between strength and damping capacity. The use of composite and hybrid technologies opens new opportunities for adaptive retrofitting of foundations without major reconstruction. The findings confirm that GSI represents a promising direction for “green” and earthquake-resistant construction, enhancing the safety, durability, and sustainability of buildings with reasonable economic costs.

Keywords: seismic resistance of buildings, damping foundations, soil–structure interaction.

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ БУРОВОГО РАСТВОРА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО УСЛОВИЯ ДЛЯ ОТБОРА КЕРНА В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ И ГИДРАТОСОДЕРЖАЩИХ ПОРОДАХ

Пишухин В.М., кандидат технических наук, Академик международной Академии наук прикладной радиоэлектроники, член-корреспондент РАЕН по секции нефти и газа

pishukhin01@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0009-2246-8820>

Головин В.В., инженер

golovin.v.74@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-5902-5802>

Российский государственный университет нефти и газа (Национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, г.Москва, Россия

Аннотация. Строительство скважин в условиях Крайнего Севера и в зоне многолетнемерзлых пород (ММП) сопряжено с риском технологических осложнений, вызванных растеплением мерзлых пород при циркуляции бурового раствора с положительной температурой. Такое растепление приводит к обвалообразованию, нарушению качества крепления и, при вскрытии гидратосодержащих пород (ГГП), к разложению газовых гидратов. Для обеспечения отбора керна ненарушенного строения в этих условиях необходимо применять охлажденный буровой раствор с отрицательной температурой, минимизирующий тепловое воздействие.

Было установлено, что использование традиционных электролитов (хлоридов натрия или калия) в качестве антифризов нецелесообразно из-за их коррозионной активности и способности активно растворять лед и гидраты. Взамен предложен специализированный буровой раствор на водной основе с добавлением ингибитора-неэлектролита – глицерина.

Разработанный состав, включающий воду, глицерин (в соотношении 1:1), бентонитовый глинопорошок, КССБ и мел, обладает удовлетворительными технологическими свойствами в широком диапазоне температур, от -15 °С до +20 °С. Экспериментальные исследования показали, что раствор не замерзает и не образует твердой фазы (льда) даже при охлаждении до -30 °С, оставаясь сильно вязкой, желеобразной массой. Численное термодинамическое моделирование подтвердило, что глицерин обеспечивает антигидратный эффект, достаточный для исключения разложения гидратов метана при температурах ниже минус 9 °С.

Ключевые слова: буровой раствор, крен, гидратосодержащий пород, бентонитовый глинопорошок.

Введение. Строительство скважин в условиях Крайнего Севера связано с рисками возникновения различных технологических осложнений в зоне ММП. Толщина ММП в условиях Уренгойского месторождения варьируется в пределах 250 – 450 м. При этом основная проблема в процессе производства буровых работ – это растепление мерзлых пород вокруг бурящейся скважины при циркуляции бурового раствора с положительной температурой. Снижение температуры традиционных буровых растворов (БР) в отрицательный интервал неприемлемо в связи с значительным ростом реологических характеристик, что создает трудности для работы буровых насосов и забойных гидравлических двигателей, а также с возможностью образования ледяных пробок или полным замерзанием БР в наземном манифольде [1-3].

К осложнениям в процессе бурения в зоне ММП относятся такие негативные явления, как: увеличение кавернозности ствола и обвалообразование, приводящие к плохому качеству крепления; гидроразрыв пород, поглощение бурового и тампонажного раствора, водогазопроявления, приводящие к увеличению непроизводительному времени, а также к снижению качества формирования цементного кольца; нарушение сцепления породы с крепью скважины, приводящее к заколонным перетокам пластовых флюидов и неконтролируемому выходу их на дневную поверхность; образование просадок, провалов горных пород на глубине и образование воронок на устье, приводящее к потере продольной

устойчивости конструкции скважин. Все отмеченные осложнения, особенно в их совокупности могут приводить к небезопасным инцидентам и аварийным ситуациям.

Материалы и методы исследования. С целью предупреждения интенсивных водо-, газопроявлений и выбросов при вскрытии пород с высокой льдистостью, криопегов и газогидратных залежей должны выполняться следующие основные требования, предъявляемые к буровому раствору (согласно положениям нормативного документа РД 39-00147001-767-2000 [4]):

- раствор должен обладать псевдопластичными свойствами, проявляющимися в сдвиговом разжижении, что обеспечивает образование защитного неподвижного пристенного слоя в процессе бурения и промывки ствола. Наиболее полно отвечают этим свойствам полимер-глинистые растворы;

- необходимо применять утяжеленный буровой раствор соответствующей плотности;

- целесообразно обеспечивать максимальную скорость углубления в сочетании с искусственным упрочнением стенок скважины и ограничением температуры бурового раствора;

- очистку бурового раствора осуществлять с применением 2-3-ступенчатой системы в зависимости от конкретных геолого-технических условий.

Кроме того, необходимо обеспечить определенный температурный режим при циркуляции раствора. Отметим, что традиционная технология применения буровых растворов в условиях Крайнего Севера и в районах распространения ММП предусматривает использование подогрева рабочей жидкости во избежание ее замерзания в элементах циркуляционной системы буровой установки. Наземный манифольд циркуляционной системы в зимний период при технологических остановках продувают перегретым паром для предупреждения ледяных пробок и замерзания технологических жидкостей и бурового раствора.

В соответствии с [5] температура закачиваемого в скважину бурового раствора должна быть в пределах $+8 - +10$ °С. Однако фактически с целью предупреждения образования ледяных пробок в наземном манифольде в зимний период буровых работ температуру циркулирующего бурового раствора обычно поддерживают в пределах $+15 - +20$ °С. Подогретая жидкость подается в скважину и контактирует с вмещающими многолетнемерзлыми породами. Для строительства поисково-оценочных скважин, направленных на изучение гидратосодержащей зоны, необходимо разработать буровой раствора и термодинамические условия его применения, чтобы обеспечить практическое отсутствие протаивания пород вокруг ствола скважины в зоне ММП, не допустить выше описанные осложнения, гарантировать полное отсутствие разложения газовых гидратов в гидратоносной зоне, а также обеспечить полный отбор керна ненарушенного строения (в зонах мерзлоты и гидратов) с целью его сохранения и последующего детального изучения.

В ММП основным структурным элементом, обеспечивающим прочность и устойчивость стенок ствола скважины, являются льдистые породы. Подача жидкости с положительной температурой приводит к таянию льда и тем самым к нарушению устойчивости стенок скважины. Для того чтобы в процессе бурения НТП, ММП и ГПП не подвергались негативному влиянию теплового потока от рабочей жидкости, необходимо в скважину подавать охлажденный буровой раствор с отрицательной температурой. Для предотвращения таяния льда и разложения гидратов температура подаваемой рабочей жидкости в скважине должна быть приблизительно равной температуре околоскважинных вмещающих горных пород. Кроме того, температура бурового раствора должна нивелировать нагрев забоя в процессе разрушения горной породы от воздействия долота.

В качестве такой жидкости, способной циркулировать и выполнять все необходимые функции бурового раствора, принципиально возможно применение глинистой суспензии на водной основе с добавками электролитов или применение углеводородных жидкостей с температурой замерзания ниже минус $20-30$ °С [6-8].

Во многих случаях в районе Крайнего Севера использование буровых растворов на углеводородной основе не рекомендовано или запрещено, поэтому целесообразно использовать буровые растворы на водной основе.

Результаты и обсуждение. С целью применения растворов при отрицательных температурах возможно использование в их составах солей металлов (электролитов). Электролиты на водной основе выполняют роль антифриза, т.е. снижают температуру замерзания бурового раствора. При атмосферном давлении вода замерзает при 0 °С. Рассол, содержащий 110 кг/м³ хлорида натрия, начинает замерзать при минус 7,8 °С. А при содержании 200 кг/м³ хлорида натрия, рассол замерзает при минус 17,8 °С. Наиболее низкая температура замерзания (точка эвтектики) – минус 21,2°С достигается при содержании хлорида натрия 224 кг/м³. Самые доступные соли в качестве электролитов-антифризов приведены ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Электролиты для низких температур

№	Антифриз – электролит	Максимально-низкая температура замерзания, °С
1	Хлорид калия	-9,6
2	Хлорид натрия	-21,2
3	Хлорид кальция	-55,0
4	Смесь хлорида кальция и хлорида натрия	-27,5

Важно заметить, что жидкости, содержащие указанные соли или их смеси, имеют низкую температуру замерзания, но при этом сами становятся растворителями льда (антифризы). Использование таких жидкостей в качестве бурового раствора, будет приводить к описанным выше осложнениям. Кроме того, подобные буровые растворы имеют высокую коррозионную активность в отношении бурового оборудования и обсадных труб.

Далее рассмотрим условия гидратообразования метана в растворах рассматриваемых солей. Приведем расчетные данные по условиям гидратообразования в растворах солей хлоридов натрия и калия (таблицы 2 и 3 и рисунки 1 и 2). Из представленных данных видно, что раствор хлорида калия при предельных концентрациях не сможет обеспечить при 7 МПа необходимый сдвиг условий гидратообразования при приближении температуры бурового раствора к нулю градусов Цельсия и может начать замерзать при уходе температуры ниже минус 10 °С. Практически такая же ситуация с хлоридом натрия. С учетом температур замерзания и гидратообразования из рассматриваемых солей подходит только хлорид кальция с его концентрацией на уровне 20 мас.%. Однако хлорид кальция сильно коррозионно-активен и быстро растворяет лед при взаимодействии с мерзлыми породами [9-12].

Таблица 2 – Условия гидратообразования метана в растворах NaCl

№ п/п	Изменение температуры раствора NaCl, °С в зависимости от его состава, масс.%					
	0	5	10	15	20	25
1	-31,16	-31,16	-31,16	-31,16	-31,16	-31,16
2	-10,45	-10,45	-10,45	-10,75	-14,49	-19,33
3	1,01	-1,12	-3,55	-6,51	-10,29	-15,19
4	4,02	1,87	-0,58	-3,57	-7,38	-12,33
5	6,31	4,15	1,68	-1,33	-5,18	-10,17
6	8,14	5,97	3,48	0,45	-3,43	-8,46
7	9,66	7,47	4,97	1,91	-1,99	-7,06
8	10,95	8,74	6,23	3,15	-0,78	-5,89
9	12,06	9,84	7,31	4,22	0,26	-4,88
10	13,03	10,80	8,26	5,15	1,17	-4,01

Таблица 3 – Условия гидратообразования метана в растворах KCl

№ п/п	Изменение температуры раствора KCl, °C в зависимости от его состава, масс. %					
	0	5	10	15	20	25
1	-31,16	-31,16	-31,16	-31,16	-31,16	-31,16
2	-10,45	-10,45	-10,45	-10,45	-10,70	-13,41
3	1,01	-0,59	-2,28	-4,20	-6,47	-9,22
4	4,02	2,40	0,70	-1,24	-3,53	-6,31
5	6,31	4,68	2,96	1,01	-1,31	-4,10
6	8,14	6,50	4,77	2,80	0,47	-2,35
7	9,66	8,01	6,27	4,28	1,93	-0,91
8	10,95	9,28	7,53	5,53	3,17	0,31
9	12,06	10,38	8,62	6,61	4,23	1,35
10	13,03	11,34	9,57	7,55	5,16	2,26

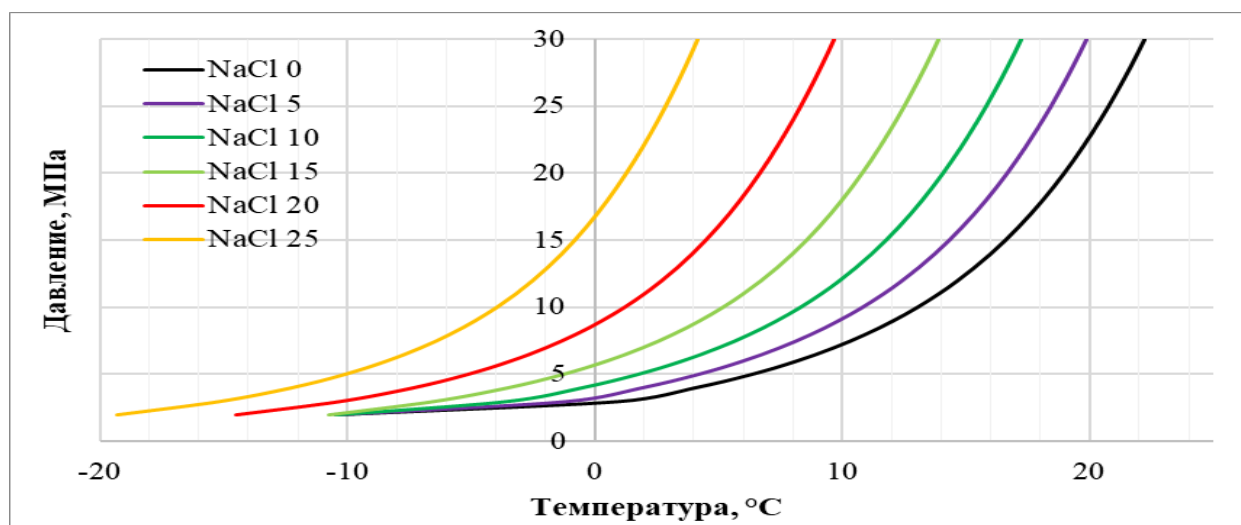


Рисунок 1 – Условия гидратообразования для растворов NaCl (конц. в масс. %)

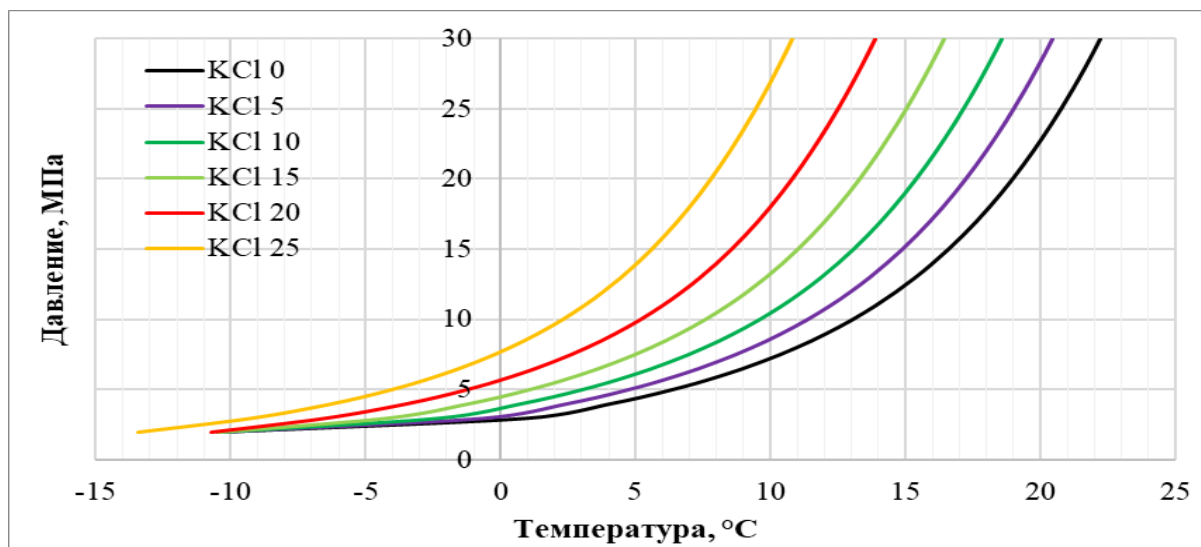


Рисунок 2 – Условия гидратообразования в растворах KCl (конц. в масс. %)

Из-за сохранения высокой способности растворять лед, применение бурового раствора с содержанием антифризов-электролитов нецелесообразно для бурения интервалов

ММП и, тем более, для отбора керна по всему разрезу. Таким образом, необходимо разработать специализированный состав бурового раствора с обеспечением его незамерзания при бурении в зоне МПП, минимизации теплового воздействия на ММП и сохранения гидратов в подмерзлотной зоне.

Для проходки интервалов в криолитозоне и ГГП с отбором керна целесообразно рассмотреть возможности введения в состав раствора ингибиторов-неэлектролитов (метанол, этиленгликоль, высшие гликоли и глицерин). Несмотря на то, что глицерин может воздействовать на лед, он обладает существенно более слабым «разрушающим эффектом» в сравнении с электролитами, а также с метанолом, этанолом или моноэтиленгликолем [13-15]. Эффект разрушающего действия на лед (по скорости таяния) дополнительно резко понижается с добавлением в буровой раствор глинопорошка.

Проведены предварительные исследования и опытным путем установлено, что в рассматриваемом случае в качестве «незамерзающей основы» удачным решением является применение водно-глицеринового бурового раствора. Наиболее приемлемое соотношение воды с глицерином составляет 1:1 в объемных единицах. Для вскрытия интервалов ММП и ГГП с отбором керна рекомендуется буровой раствор, содержащий воду, глицерин, бентонитовый глинопорошок, КССБ (конденсированные лингносульфонаты) и мелкодисперсный мел. Компонентный состав разработанного состава представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Компонентный состав бурового раствора для бурения в ММП и ГГП

№п/п	Компоненты раствора	Содержание	% по массе
1	Вода	500 л/м ³	40,82
2	Бентонитовый глинопорошок	30 кг/м ³	2,45
3	Глицерин	500 л/м ³	51,02
4	КССБ	25 кг/м ³	1,63
5	Мел	100 кг/м ³	4,08

В таблице 5 приведены сравнительные технологические свойства бурового раствора для бурения в ММП, компонентный состав которого описан выше, при различных температурах. Как видно, при отрицательной температуре (по сравнению с комнатной температурой) реология раствора выросла почти в 5 раза, но раствор остается с приемлемыми технологическими показателями. Величины динамического сопротивления сдвига и пластической вязкости в циркуляционной системе не создадут критических значений промывки. Наоборот, выносная способность позволит качественно осуществлять очистку ствола скважины от выбуренной породы, а соотношения СНС через 1 мин и 10 мин покоя показывают на то, что при технологических остановках циркуляции шлама не будет оседать на забой. Кроме того, при отрицательной температуре БР имеем относительно низкую величину фильтрации.

Таким образом, исследуемый БР обладает удовлетворительными технологическими свойствами в широком диапазоне температур – от минус 15 °С до плюс 20 °С. Раствор выдерживался в статических условиях при минус 5-15 °С – проявил себя седиментационно устойчивым. Раствор также выдерживался при комнатной температуре в течении 10-12 часов – седиментация мела в статическом состоянии не обнаружена. Не зафиксировано и отделение воды. Проведены эксперименты по исследованию замерзания бурового раствора в термостатируемой камере реактора Sonar. Объем камеры охлаждался до минус 30 °С термостатом с закрытым охлаждающим контуром Unistat 510. Получены термограммы охлаждения-нагрева, которые позволяет фиксировать тепловые эффекты фазовых переходов в виде изломов и пиков на кривых (при наличии эффектов переохлаждения).

Замораживание бурового раствора (состав см. в таблице 4) производилось в камере при атмосферном давлении в пластиковой ёмкости объемом 200 мл, которая заполнялась

исследуемым раствором на 100 мл (рисунок 3, слева). Для сравнения также замораживался тестовый образец водного раствора глицерина (50 об.%) (рисунок 3, справа).

Исследуемые образцы помещались в камеру реактора и их охлаждение производилось при помощи естественного теплообмена до минус 30 °С. Термограммы охлаждения бурового и водно-глицеринового раствора в периоды 19 и 4,5 часов, соответственно, представлены на рисунке 4.

Таблица 5 – Технологические свойства бурового раствора для зоны ММП и ГПП

Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметров при температуре	
		20 °С	-10 ... -15 °С
Показание вискозиметра:	град.	49	253
600	град.	28	159
300	град.	20	121
200	град.	12	77
100	град.	8	58
60	град.	5	40
30	град.	4	33
20	град.	2	24
10	град.	2	19
6	град.	1	15
3	град.		
Пластическая вязкость	мПа·с	21	94
ДНС	Па	3,4	31,7
СНС 1 мин/10 мин	Па	1/1	4/4
Показатель фильтрации	см ³ / 30 мин	3,6	2,0

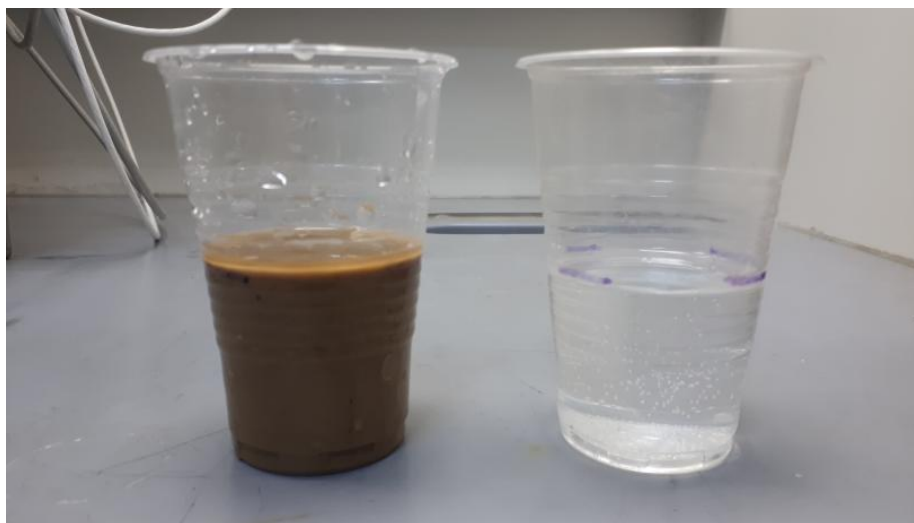


Рисунок 3 – Охлаждаемые образцы бурового раствора (слева) и водный раствор глицерина 50 масс, % (справа)

Анализ термограмм показывает, что охлаждение БР происходило в течении 6 часов до температуры минус 27 °С. Далее график выполаживается и в течении ещё двух часов выходит на полку минус 30 °С. На этом интервале температур происходит переохлаждение БР.

Поскольку за 19 часов дальнейшее снижение температуры не произошло, то есть не произошло зарождение ядер кристаллов льда, следовательно, БР оставался в жидкой фазе. При визуальном осмотре установлено, что БР был в виде желеобразной массы.

Эксперименты по замораживанию БР до минус 30 °С показали, что при его замораживании в объёме 100 мл визуально не наблюдается образования твёрдой фазы (льда).

При отрицательных температурах вплоть до минус 30 °С БР обладает свойствами сильно вязкой жидкости, вязкость которой повышается при понижении температуры).

Экспериментальное замораживание модельной жидкости (водный раствор глицерина 50 об.%), представляющей собой смесь компонентов, входящих в состав бурового раствора, также показало визуальное отсутствие образования твёрдой фазы в процессе её замораживания.

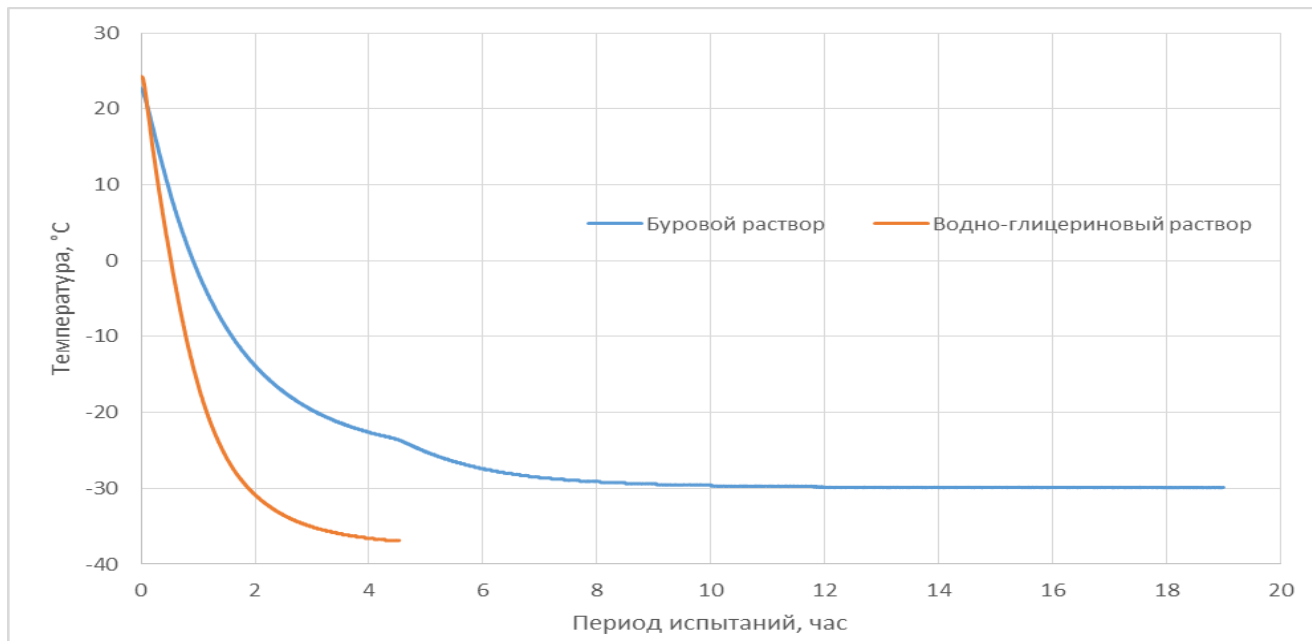


Рисунок 4 – Термограмма охлаждения бурового и водно-глицеринового раствора

Известно, что чистый глицерин и его водные растворы очень склонны к переохлаждению и далее - к стеклованию, а кристаллы льда в глицерине можно получить только специальными ухищрениями. В данном эксперименте кристаллическая фаза визуально не наблюдалась. Кроме того, проведено численное термодинамическое моделирование фильтрата бурового раствора для получения кривой гидратообразования. Для оценки условий гидратообразований фильтрата бурового раствора использовались только растворимые компоненты из таблицы 4 (вода, глицерин, КССБ). В таблице 6 представлены пробы модельного состава с различным соотношением воды и глицерина. Результаты численного термобарического эксперимента для фильтрата бурового раствора в зависимости от масс.% глицерина в составе представлены в таблице 7 и на рисунке 5.

Таблица 6 – Модельный состав проб (КССБ не участвует в гидратообразовании)

Компонент	Модельный состав пробы, масс.%		
	1	2	3
Вода	49,45	44,45	39,45
Глицерин	50,55	55,55	60,55

Таблица 7 – Условия гидратообразования метана с фильтратом бурового раствора

Давление, Мпа	Температура пробы, °C		
	1	2	3
1	2	3	4
2	-18,91	-21,99	-25,68
3	-14,61	-17,68	-21,36
4	-11,63	-14,71	-18,39

1	2	3	4
5	-9,39	-12,47	-16,17
6	-7,61	-10,70	-14,41
7	-6,15	-9,256	-12,98
8	-4,93	-8,04	-11,78
9	-3,88	-7,00	-10,76
10	-2,96	-6,10	-9,87

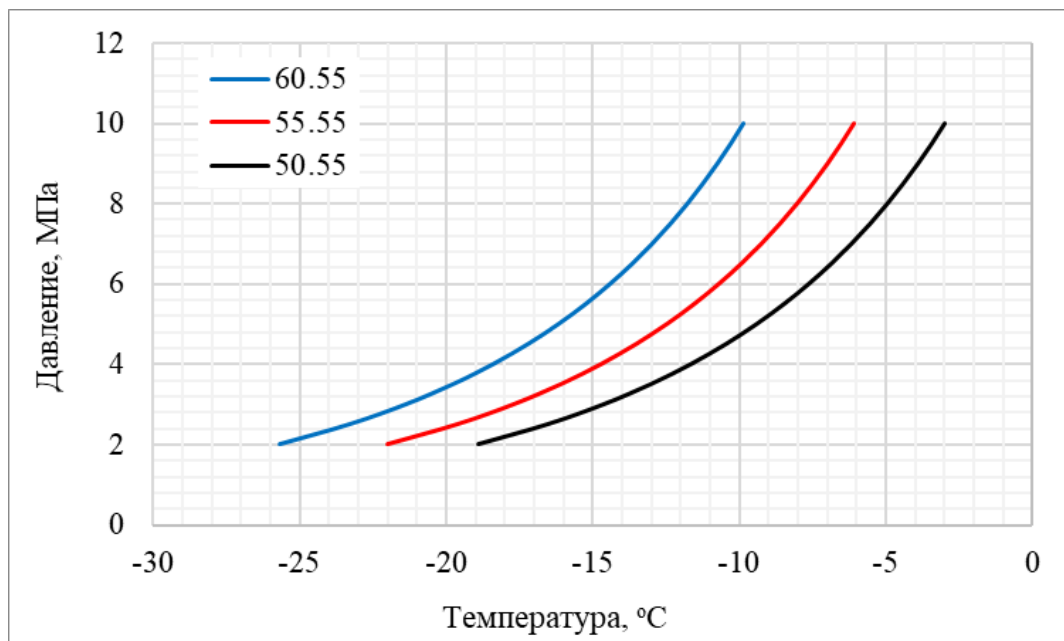


Рисунок 5 – Условия гидратообразования для фильтрата бурового раствора

Выводы. На основе данных таблицы 7 можно сделать вывод, что при температурах разработанного состава ниже минус 9 °С разложение гидратов вообще не будет происходить. Кроме того, распространяя исследования по растворению льда на разложение гидратов, можно утверждать, что и при температуре 0 °С скорость разложения будет минимальна (из-за приведенных выше свойств водоглицеринового раствора с учетом добавки в буровой раствор глинопорошка). Из вышеуказанного видно, что 50 масс. % глицерин обладает большим антигидрат-ным эффектом, достаточным для обеспечения сохранения гидратов метана при бурении зоны газогидратных пород. Тогда как растворы хлоридов калия и натрия практически в предельной концентрации (20 масс. %) еще не обеспечивают режим бурения с сохранение гидратов (температура бурового раствора минус 10 °С при давлении до 7 МПа).

При температуре циркулирующего бурового раствора на уровне мину 8 – минус 10 °С разложение гидратов вообще исключается, а растворение льда будет происходить с очень малой скоростью за счет наличия в составе бурового раствора глицерина и глинопорошка.

Литература:

- [1] Кубрак, М.Г. Сокращение бездействующего фонда скважин // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», 2012. – № 1. URL: http://www.ogbus.ru/authors/Kubrak/Kubrak_4.pdf.
- [2] Горбачёва, О.А. Разработка и внедрение методов контроля и исследований скважин с межколонными давлениями на Астраханском ГКМ // канд. тех. наук: 25.00.17, 05.26.03: защищена 31.05.12: утв. 11.07.12 / Горбачева Ольга Анатольевна. Уфа, 2012. – 194 с.
- [3] Уметбаев, В.Г., Мерзляков В.Ф, Волочков Н.С. Капитальный ремонт скважин. Изоляционные работы. // РИЦ АНК «Башнефть» . – Уфа, 2000. – 424 с.

[4] Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности (с изменениями на 12 января 2015 года) (редакция, действующая с 1 января 2017 года): утв. Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору, приказ № 101 от 12 марта 2013 г. :ввод. в действие с 01.01.2017. URL: Профессиональные справочные системы «Кодекс». URL:<http://docs.cntd.ru/document/499011004> (дата обращения 13.02.2020).

[5] Булатов, А.И. Технология цементирования нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 1973. – 296 с.

[6] Новое в ликвидации морских скважин [http://www.energyland.info/news-show-neft_gazneftegaz-51793].

[7] Вне закона. Правовой статус большинства ликвидированных скважин не определен. [<http://www.indpg.ru/nik/2010/04/31149.html>].

[8] <http://www.newsru.com/pict/big/22118.html>.

[9] Абдрахманов, Г.С. Крепление скважин экспандируемыми трубами // Самара: Издательский дом «РОСИНГ», 2003. – 228 с.

[10] Басарыгин, Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Заканчивание скважин // Учеб.пособие для вузов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. – 670 с.

[11] Иванов, С.И., Булатов А.И., Качмар Ю.Д., Любимцев В.А., Яремийчук Р.С. Анализ научных и практических решений заканчивания скважин: Книга 2. // М.:ООО «НедраБизнесцентр», 2004. –266 с.

[12] Клещенко, И.И., Григорьев А.В., Телков А.П. Изоляционные работы при заканчивании и эксплуатации нефтяных скважин . – М.:Издательство ОАО «Недра», 1998. – 267с.

[13] Крылов, В.В., Крецул В.В. Высокоэффективное заканчивание горизонтальных скважин с установкой забойного фильтра // Бурение и Нефть, 2005. №10.

[14] Подгорнов, В.М. Заканчивания скважин // Учебник для вузов. В двух частях. М.: МАКС Пресс, 2008.

[15] Иванов, С.И., Булатов А.И., Любимцев В.Л., Яремийчук Р.С.Анализ научных и практических решений заканчивания скважин: Книга1. – М:ООО «Недра-Бизнесцентр», 2004. – 334с.

[16] Крылов, В.И., Крецул В.В. Новый подход к методам химической очистки призабойной зоны ствола скважины при заканчивании открытым стволом //Бурение и нефть, 2005. – №10. – С.21-23.

References:

[1] Kubrak, M.G. Sokrashhenie bezdeystvujushhego fonda skvazhin // Jelektronnyjnauchnyj zhurnal «Neftegazovoe delo», 2012. №1. URL: http://www.ogbus.ru/authors/Kubrak/Kubrak_4.pdf. [in russian]

[2] Gorbachjova, O.A. Razrabotka i vnedrenie metodov kontrolja i issledovanij skvazhin s mezhkolonnymi davlenijami na Astrahanskom GKM // kand. teh. nauk: 25.00.17, 05.26.03: zashhishhena 31.05.12: utv. 11.07.12 / Gorbacheva Ol'ga Anatol'evna. Ufa, 2012. – 194 s. [in russian]

[3] Umetbaev, V.G., Merzljakov, V.F, Volochkov N.S. Kapital'nyj remont skvazhin. Izoljacionnye raboty. // RIC ANK «Bashneft». Ufa, 2000. – 424 s. [in russian]

[4] Pravila bezopasnosti v neftjanoj i gazovoj promyshlennosti (s izmenenijam na 12 janvarja 2015 goda) (redakcija, deystvujushhaja s 1 janvarja 2017 goda): utv. Federal'noj sluzhboj po jekologicheskomu, tehnologicheskomu i atomnomu nadzoru, prikaz № 101 ot 12 marta 2013 g. :vvod. vdeystvie s 01.01.2017. URL: Professional'nye spravochnye sistemy «Kodeks». URL:<http://docs.cntd.ru/document/499011004> (data obrashhenija 13.02.2020).[in russian]

[5] Bulatov, A.I. Tehnologija cementirovanijaneftjanyh i gazovyh skvazhin // M.: Nedra, 1973. – 296 s. [in russian]

[6] Novoe v likvidacii morskikh skvazhin [http://www.energyland.info/news-show-neft_gazneftegaz-51793]. [in russian]

[7] Vnezakona. Pra vovoj status bol'shinstva likvidirovannyh skvazhin ne opredelen. [<http://www.indpg.ru/nik/2010/04/31149.html>]. [in russian]

[8] URL:<http://www.newsru.com/pict/big/22118.html>. [in russian]

[9] Abdrahmanov, G.S. Kreplenie skvazhin jekspandiruemyimi trubami // Samara: Izdatel'skijdom «ROSIING», 2003 – 228 s. [in russian]

[10] Basarygin, Ju.M., Bulatov A.I., Proselkov Ju.M. Zakanchivanie skvazhin // Ucheb. posobie dlja vuzov. M.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. – 670 s. [in russian]

- [11] **Ivanov, S.I.**, Bulatov A.I., Kachmar Ju.D., Ljubimcev V.A., Jaremijchuk R.S. Analiz nauchnyh i prakticheskikh reshenij zakanchivaniya skvazhin: Kniga 2. // M.: ООО «Nedra-Biznescentr», 2004. – 266 s. [in russian]
- [12] **Kleshhenko, I.I.**, Grigor'ev A.V., Telkov A.P. Izoljacionnye raboty pri zakanchivanii i jekspluatacii neftjanyh skvazhin // M.: Izdatel'stvo OAO «Nedra», 1998. – 267s. [in russian]
- [13] **Krylov, V.V.**, Krecul V.V. Vysokoeffektivnoe zaknchivanie gorizonta'nyh skvazhin s ustanovkoj zabojnogo fil'tra // Burenie i Neft', 2005. №10. [in russian]
- [14] **Podgornov, V.M.** Zakanchivaniya skvazhin // Uchebnik dlja vuzov. V dvuh chastjah. M.: MAKSPress, 2008. [in russian]
- [15] **Ivanov, S.I.**, Bulatov A.I., Ljubimcev V.L., Jaremijchuk R.S. Analiz nauchnyh i prakticheskikh reshenij zakanchivaniya skvazhin: Kniga 1. // M.: ООО «Nedra-Biznescentr», 2004. – 334 s. [in russian]
- [16] **Krylov, V.I.**, Krecul V.V. Novyj podhod k metodam himicheskoj ochistki prizabojnoj zony stvola skvazhiny pri zakanchivanii otkrytym stvolom // Burenie i neft', 2005. №10. – S.21-23. [in russian]

КОПЖЫЛДЫҚ ТОНДЫ ЖӘНЕ ГИДРАТҚҰРАМДЫ ЖЫНЫСТАРДА КЕРН АЛУҒА ҚАЖЕТТІ ЖАҒДАЙЛАРДЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТЕТІН БҰРҒЫЛАУ ЕРІТІНДІСІНІҢ РЕЦЕПТУРАСЫН ӘЗІРЛЕУ

Пишухин В.М., техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық қолданбалы радиоэлектроника ғылымдары академиясының академигі, Ресейлік жаратылыстану ғылымдары академиясының мұнай және газ секциясы бойынша корреспондент-мүшесі
Головин В.В., инженер

*И.М. Губкин атындағы Ресей мемлекеттік мұнай және газ ұлттық зерттеу университеті,
Мәскеу қ., Ресей*

Аңдатпа. Қиыр Солтүстік жағдайларында және көпжылдық тоң (КЖТҚ) аймағында ұңғымалар бұрғылау барысында оң температурадағы бұрғылау ерітіндісінің циркуляциясы әсерінен тоңды жыныстардың еріп кетуімен байланысты технологиялық қиындықтардың туындау қаупі бар. Мұндай еру құбылыстары опырылуларға, бекітпе сапасының нашарлауына, сондай-ақ газгидратты жыныстарды (ГГЖ) ашқан кезде газ гидраттарының ыдырауына әкеледі. Осындай жағдайларда табиғи құрылымы бұзылмаған керн алуды қамтамасыз ету үшін жылулық әсерді барынша азайтатын, теріс температурадағы салқындатылған бұрғылау ерітіндісін қолдану қажет.

Зерттеу нәтижесінде дәстүрлі электролиттерді (натрий немесе калий хлоридтері) антифриз ретінде қолдану олардың коррозиялық белсенділігіне және мұз бен гидраттарды интенсивті түрде еріту қабілетіне байланысты тиімсіз екені анықталды. Сондықтан олардың орнына электрөткізбейтін ингибитор – глицерин қосылған су негізіндегі арнайы бұрғылау ерітіндісі ұсынылды.

Дамытылған құрам су, глицерин (1:1 қатынаста), бентонит глинопорошоғы, КССБ және борды қамтиды және -15 °С-тан +20 °С-қа дейінгі кең температура диапазонында қанағаттанарлық технологиялық қасиеттер көрсетеді. Эксперименттік зерттеулер ерітіндінің -30 °С-қа дейін салқындатқанда да қатпайтынын және қатты фазада (мұз) түзбейтінін, қатты жабысқақ, желе тәрізді күйінде қалатынын көрсетті. Сандық термодинамикалық модельдеу глицериннің метан гидраттарының -9 °С-тан төмен температурада ыдырауын болдырмауға жеткілікті антигидраттық әсер беретінін растады.

Тірек сөздер: бұрғылау ерітіндісі, керн, гидратқұрамды жыныстар, бентонит глинопорошоғы.

DEVELOPMENT OF A DRILLING FLUID FORMULATION ENSURING SUITABLE CONDITIONS FOR CORE SAMPLING IN PERMAFROST AND HYDRATE-BEARING FORMATIONS

Pishukhin V.M., candidate of technical sciences, Academician of the International Academy of Sciences of Applied Radioelectronics, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences in the oil and gas section

Golovin V.V., engineer

Gubkin University, Moscow city, Russian

Abstract. Drilling wells in the conditions of the Far North and in regions of permafrost (PMP) is associated with the risk of technological complications caused by thawing frozen rocks during the circulation of drilling fluid with a positive temperature. Such thawing leads to collapse formation, deterioration of casing quality, and, when hydrate-bearing formations (HBF) are penetrated, to the decomposition of gas hydrates. To ensure the recovery of core samples with undisturbed structure under these conditions, a cooled drilling fluid with a negative temperature must be used to minimize thermal impact.

It was determined that the use of traditional electrolytes (sodium or potassium chlorides) as antifreezes is impractical due to their corrosive activity and their strong ability to dissolve ice and hydrates. Instead, a specialized water-based drilling fluid with the addition of a non-electrolyte inhibitor—glycerol—was proposed.

The developed composition, which includes water, glycerol (in a 1:1 ratio), bentonite clay powder, KSSB, and chalk, demonstrates satisfactory technological properties over a wide temperature range from -15°C to $+20^{\circ}\text{C}$. Experimental studies showed that the fluid does not freeze and does not form a solid phase (ice) even when cooled to -30°C , remaining a highly viscous, gel-like mass. Numerical thermodynamic modeling confirmed that glycerol provides an anti-hydrate effect sufficient to prevent methane hydrate decomposition at temperatures below -9°C .

Keywords: drilling fluid, core, hydrate-bearing formation, bentonite clay powder.

ҚҰРЫЛЫС САЛАСЫ КӘСІПОРЫНДАРЫНДА ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ЖӘНЕ ТӘУЕКЕЛДЕРДІ БАСҚАРУ ӘДІСТЕМЕСІ

Сарабекова Ұ.Ж. PhD, қауымдастырылған профессор

ulbolsyn.sar@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9548-8333>

Дәулетқали А.Д., 7М11279 «Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау

(техносфералық қауіпсіздік)» БББның 1 курс магистранты

dauletkali12@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0777-7360>

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақалада құрылыс саласындағы еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелері және оларды шешудің тәуекелге негізделген әдіснамалық тәсілдері жан-жақты қарастырылады. Құрылыс өндірісінің технологиялық процестерінің әртүрлілігі, жұмыс орындарының маусымдық және уақытша сипаты, қол еңбегінің жоғары үлесі жұмысшыларды зиянды және қауіпті еңбек жағдайларына ұшырататыны анықталды. Соның салдарынан өндірістік жарақаттану мен кәсіби аурулар деңгейі өнеркәсіптегі орташа көрсеткіштерден бірнеше есе артық болып отыр, бұл еңбек қауіпсіздігі саласында жаңа басқарушылық шешімдерді қажет етеді.

Мақалада еңбекті қорғауды басқарудың бірыңғай және тиімді әдіснамасын жетілдірудің өзектілігі негізделеді. Тәуекелдерді анықтау, бағалау және басқару жүйесін қалыптастырудың ғылыми қағидаттары мен тәсілдері ұсынылады. Тәуекел факторларын идентификациялау механизмі, тәуекел деңгейін сандық шкалалау, басқару стратегияларын (сақтау, төмендету, беру) таңдау, сондай-ақ тәуекелдерді қаржыландырудың экономикалық тәсілдері қарастырылады. Сонымен қатар, кәсіби, өндірістік және әлеуметтік-экономикалық тәуекелдерді ажырату мен қолдану саласын нақтылау арқылы басқару жүйесінің мақсаттары мен міндеттерімен үйлесімді әдіснамалық бірлік қамтамасыз етілетіні көрсетіледі.

Зерттеу нәтижелері тәуекелге негізделген тәсілдің құрылыс кәсіпорындарында еңбекті қорғауды тиімді ұйымдастыруға, өндірістік жарақаттануды болжауға және қауіпсіз еңбек жағдайларын жақсартуға мүмкіндік беретінін дәлелдейді. Ұсынылған модельдер мен әдістер өндірістік процестердің қауіпсіздігін арттыру, жұмысшылардың кәсіби денсаулығын қорғау және жалпы еңбек мәдениетін көтеру бағытында практикалық маңызға ие.

Тірек сөздер: Құрылыс саласы, еңбек қауіпсіздігі, тәуекелдерді басқару, өндірістік жарақаттану, кәсіби тәуекел, еңбекті қорғау жүйесі.

Кіріспе. Құрылыс саласы – технологиялық операциялары сан алуан, жұмыс орындары тұрақты емес және қол еңбегіне тәуелділігі жоғары өндіріс түрі. Осындай ерекшеліктердің нәтижесінде көптеген қызметкерлер зиянды әрі қауіпті еңбек жағдайларында жұмыс істеуге мәжбүр болады. Соңғы жылдары құрылыс саласында өндірістік жарақат алу мен кәсіптік аурулардың артуы тұрақты сипат алды, және бұл көрсеткіштер жалпы өнеркәсіптегі орташа деңгейден бірнеше есе жоғары.

Сондықтан құрылыс ұйымдарында еңбекті қорғау жүйелерін тиімді ұйымдастыру үшін еңбек жағдайлары, өндірістік процестің қауіптілігі және қызметкерлер денсаулығы арасындағы себеп-салдарлық байланысты анықтайтын бірыңғай ғылыми-әдістемелік база қажет. Мұндай негіз болашақта еңбек қауіпсіздігі мен еңбек жағдайларын алдын ала бағалауға мүмкіндік береді. Еңбекті қорғау саласындағы басқару шаралары тәуекел көрсеткішін негізгі басқару құралы ретінде қолдануға негізделуі тиіс, себебі тәуекел еңбек қауіпсіздігін басқаруда әмбебап әрі неғұрлым объективті категория болып есептеледі.

Қазіргі уақытта қауіпсіздікті қамтамасыз ету жұмыстары көп жағдайда оқиғадан кейінгі әрекеттерге сүйенеді. Бұл «болған жағдайды түзету» тәсілі «адам – өндірістік орта» жүйесі үшін тиімсіз екені белгілі. Сондықтан мамандар арасында тәуекелдерді алдын ала анықтауға, бағалауға және басқаруға бағытталған жаңа стратегияларға көшу қажеттілігі кеңінен мойындалып отыр.

Алайда тәуекелдерді басқарудың заманауи жүйесіне деген сұраныс жоғары болғанымен, еңбекті қорғауда бірыңғай әдіснамалық тәсілдің болмауы бұл тұжырымдаманың кең қолданысқа енуіне кедергі келтіруде. Мәселенің күрделілігі бірнеше бағыттардан көрінеді:

тәуекелдерді бағалау бойынша әртүрлі ғылыми мектептердің және әдістердің көптігі әдістемені біріздендіруге мүмкіндік бермейді;

отандық және шетелдік әдебиеттерде келтірілген тәсілдерді толық пайдалану қажеттігі бар, бірақ оларды тікелей өндірістік жүйелерге енгізу күрделі;

тәуекелдерді басқарудың математикалық және тәжірибелік аспектілері әлеуетті мүмкіндіктерге ие болғанымен, оларды нақты Еңбекті қорғауды басқару жүйесі (СУОТ) жүйелеріне толық интеграциялау қиындық тудырады.

Алға қойылған мақсатқа жету үшін келесі міндеттер анықталды:

Құрылыс саласында кәсіби денсаулық менеджментін, технологиялық жабдықтардың қауіпсіздігін және жалпы еңбек мәдениеті мен сапасын жақсартуға бағытталған тәуекелдерді басқару әдіснамасының қағидаттарын нақтылау және оның тұжырымдамасын әзірлеу.

Терминологияны, тәуекел объектілерін, бағалау критерийлері мен рәсімдерін жүйелеу, сондай-ақ құрылыс кәсіпорындарының нақты өндірістік жағдайларында тәуекелдерді басқару міндетін дұрыс қоюға мүмкіндік беретін толықтырулар енгізу.

Зерттеу нәтижелерінің ғылыми негізділігі келесі факторлармен дәлелденеді:

тәуекелдерді басқару үдерісін зерттеуде заманауи әдістерді және ақпараттық-математикалық модельдеуді қолдану;

алынған тұжырымдардың басқа авторлардың теориялық еңбектерімен және ғылыми-техникалық дереккөздермен үйлесуі;

әдістеменің құрылыс индустриясының нақты өндірістік жағдайларында сынақтан өткізілуі.

Зерттеу барысында еңбекті қорғау саласындағы тәуекел факторларын анықтаудың арнайы механизмі ұсынылды. Бұл механизм: қауіп көздерін айқындауды, олардың туындау себептерін белгілеуді, уақыттық және кеңістіктік ерекшеліктерін анықтауды, ықтималдық пен салдар ауырлығын есептеуді қамтиды.

Тәуекелдер үш топқа бөлінеді:

кәсіби тәуекелдер (еңбек жағдайлары, кәсіптік аурулар, жарақаттану);

өндірістік тәуекелдер (мысалы, көпірлі крандармен жұмыс істеу кезіндегі қауіптер, еңбек ұйымдастыру деңгейі, қауіпсіздік ережелерін сақтау);

әлеуметтік-экономикалық тәуекелдер (өтемақы төлемдері, қаржылық шығындар, қызметкерлер біліктілігі).

Тәуекелдерді басқарудың жалпы әдіснамалық үлгісі төмендегі кезеңдерден тұрады:

тәуекел факторларын анықтау;

тәуекел деңгейін есептеу;

бақылау және мониторинг;

басқару стратегиясын таңдау;

тәуекелдерді қаржыландыру.

Тәуекелді басқару стратегиясы үш бағыттың бірін таңдауды қамтиды: тәуекелді сақтау, төмендету немесе басқа тарапқа беру. Тиісті шешім есептелген тәуекел деңгейін шкалалау нәтижелері бойынша қабылданады.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Қаржыландыру жүйесі нарықтық жағдайларға бейімделуі қажет. Бұл ретте тәуекел құны, шешімдердің тұрақтылығы және ресурстардың шектеулігі ескерілуі тиіс.

Қауіпсіз еңбек жағдайлары – тиімді өндірістік басқарудың және еңбек қызметінің сапасын қамтамасыз етудің ажырамас бөлігі. Кәсіби аурулар мен өндірістік жарақаттар тек қызметкерлердің денсаулығына төнген қауіп емес, сонымен бірге елдің ұлттық қауіпсіздігіне әсер ететін елеулі мәселе болып отыр.

Құрылыс саласының қызметі жұмысшылар үшін қауіптілігі жоғары өндіріс түрлерінің қатарына жататыны айқын. Құрылыс пен құрылыс материалдары өнеркәсібінде еңбек ететіндердің шамамен 30 %-ы ауыр, зиянды және қауіпті еңбек жағдайларына ұшырайды. Оның ішінде 9 %-дан астамы санитарлық-гигиеналық нормаларға сәйкес келмейтін (газдану мен шаңдану деңгейі жоғары, шу мен діріл көрсеткіштері рұқсат шегінен асатын) ортада жұмыс істейді.

Құрылыс циклінің (ізденіс жұмыстарынан бастап, объектіні пайдалануға беруге дейінгі кезеңге) көптеген қатысушылардың араласуы да еңбек қауіпсіздігіне елеулі әсер етеді. Ірі құрылыс жобалары – құрылымы күрделі, үнемі өзгеріп отыратын жүйелер. Бір құрылыс алаңында бірнеше ұйым, түрлі мамандықтағы жұмысшылар бір уақытта жұмыс істейді, әрқайсысы жобаның әртүрлі кезеңдерінде түрлі операциялар орындайды. Мұндай көпқырлы әрекет өндірістегі қауіпсіздік деңгейіне әсер етпей қоймайды.

Еңбекті қорғауды басқарудың тиімді жүйесін құруда келесі теориялық негіздер маңызды:

басқару жүйесінің жалпы моделі (саясат → жоспарлау → енгізу және басқару → тексеру және түзету → басшылық талдау), оның негізгі шарты – жүйенің тұрақты жетілдірілуі;

мақсаттар мен міндеттердің сәйкестігі;

эмердженттік қасиет – жүйе элементтерінің жеке қасиеттері жалпы жүйенің толық қасиеттеріне тең келмейді;

мақсаттардың иерархиясы және т.б.

Параметрлердің есептік және есептілік мәндерін алу үшін негізгі ақпарат көздері:

жұмыс орындарын еңбек жағдайлары бойынша аттестаттау, ол өндірістік орта факторларының нақты өлшемдерін және жұмыс орындарының жарақатқа қауіптілігін көрсетеді;

қызметкерлердің алдын ала және мерзімдік медициналық тексерулері, олар зиянды өндірістік факторлардың ағзаға әсерін анықтауға мүмкіндік береді.

Еңбекті қорғау жүйесінде басқару шешімдерін қабылдаудың маңызды ақпараттық көзі болып профилактикалық медициналық тексерулер табылады. Мұндай тексерулер адамның ағзасының зиянды және қауіпті факторларға жауап реакцияларын анықтайды. Басқару теориясы тұрғысынан алғанда, осы тексерулер барысында қалыптасатын параметрлер ағзаның «жауап функциясы» ретінде қарастырылады. Бұл функция өндірістік орта әсерін кешенді бағалауға және қызметкер организмінің жеке ерекшеліктерін ескеруге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, балдық әдістер көптеген әртүрлі параметрлерді формализациялау қажет болғанда қолданылады. Бұл әдіс маңызды көрсеткіштердің тізбесін анықтауды, олардың салмақ коэффициенттерін белгілеуді, әрбір параметр бойынша сапалық бағаларды («өте жақсы», «жақсы» және т.б.) сандық мәндер арқылы өрнектеуді қамтиды.

Нәтижелерді талқылау. Құрылыс саласы өндірістік процестердің күрделілігімен, жұмыс орындарының тұрақсыздығымен, маусымдық және уақытша еңбек қатынастарымен, сондай-ақ қол еңбегінің айтарлықтай үлесімен сипатталады. Мұндай ерекшеліктер еңбек жағдайларына тікелей әсер етіп, зиянды және қауіпті факторлардың артуына алып келеді. Статистикалық мәліметтерге сүйенсек, құрылыс саласындағы өндірістік жарақаттану мен кәсіби аурулар деңгейі өнеркәсіптің өзге секторларымен салыстырғанда бірнеше есе жоғары. Бұл көрсеткіштер еңбек қауіпсіздігі жүйелерін жетілдіру қажеттілігін айқын көрсетеді.

Қазіргі таңда кәсіби аурулардың, өндірістік жарақаттардың, жұмыс орындарындағы санитарлық-гигиеналық нормалардың бұзылуының артуы ұлттық қауіпсіздік тұрғысынан да маңызды мәселе болып отыр. Тәуекелге негізделген көзқарас – заманауи еңбекті қорғау жүйелерінің басты бағыты. Оның негізгі артықшылығы – қауіпті жағдайлар мен ықтимал оқиғаларды алдын ала болжау, тәуекелдердің деңгейін сандық және сапалық бағалау, оларды төмендету бойынша нақты басқарушылық шешімдер әзірлеу. Тәуекел факторларын анықтау (идентификациялау) механизмдері қауіп көзі, оның пайда болу себебі, ықтималдығы, әсер

ету уақыты мен салдары сияқты параметрлерді қамтиды. Бұл факторлар үш негізгі топқа бөлінеді: кәсіби тәуекелдер, өндірістік тәуекелдер және әлеуметтік-экономикалық тәуекелдер.

Сонымен қатар, құрылыс алаңдарында жұмыс процесіне көптеген ұйымдардың, мердігерлердің және түрлі мамандықтағы қызметкерлердің қатысуы қауіпсіздік деңгейіне қосымша әсер етеді. Бұл жағдай өндірістік процестердің үйлесімділігін төмендетіп, басқару жүйелерінің әлсіздігін айқындайды. Жұмысшылардың біліктілік деңгейінің әрқелкілігі, миграциялық еңбек ресурстарын кең қолдану, көптеген жұмысшылардың бейресми және қысқа мерзімге қабылдануы жағдайды күрделендіре түседі.

Еңбекті қорғауды басқарудың тиімді жүйесін құру үшін «саясат – жоспарлау – енгізу – бақылау – талдау» принципі негізінде жұмыс істейтін модель қажет. Мұндай модель үздіксіз жетілдіру қағидатына сүйенуі тиіс. Жұмыс орындарын аттестаттау, медициналық тексерулер, профилактикалық бақылау, өндірістік орта факторларын бағалау – тәуекел деңгейін анықтауда қолданылатын маңызды ақпарат көздері. Медициналық тексерулер нәтижесінде қалыптасатын параметрлер ағзаның зиянды факторларға жауап реакцияларын көрсететін «функция-жауап» ретінде қарастырылады.

Тәуекел деңгейін бағалауда балдық жүйе әдістерін қолдану кең таралған. Бұл әдіс көп параметрлі жүйелерді формализациялауға мүмкіндік береді, әр фактордың маңыздылығын анықтап, оны сандық мәнге келтіреді. Нәтижесінде тәуекелдің нақты деңгейі айқындалып, басқару стратегиясы дұрыс таңдалады: тәуекелді сақтау, төмендету немесе басқа тарапқа беру.

Жүргізілген талдау құрылыс саласында тәуекелдерді басқару жүйесін енгізудің тиімділігін дәлелдейді. Бұл тәсіл жұмысшылардың кәсіби денсаулығын қорғауға, өндірістік жарақаттану деңгейін төмендетуге, еңбек жағдайларын жақсартуға және жалпы еңбек мәдениетін арттыруға бағытталған. Тәуекелге негізделген басқару моделі халықаралық талаптарға сәйкес келіп, құрылыс кәсіпорындарының бәсекеге қабілеттілігін арттыру факторларының бірі болып табылады.

Қорытынды. Құрылыс саласындағы еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету – бүгінгі күні тек өндірістік міндет ғана емес, сонымен бірге әлеуметтік, экономикалық және ұлттық деңгейдегі стратегиялық маңызы бар мәселе екені анықталды. Саланы жан-жақты талдау нәтижесінде еңбек жағдайларының күрделілігі, қауіпті және зиянды факторлардың кең таралуы, жарақаттану мен кәсіби аурулардың жоғары деңгейі бірқатар жүйелі мәселелердің бар екенін көрсетті. Бұл мәселелердің негізгі себептері – өндірістік процестердің ұйымдастырылуының жеткіліксіздігі, еңбек қауіпсіздігіне тиісті деңгейде көңіл бөлінбеуі, жұмысшылардың біліктілігінің әрқелкілігі, мигранттар мен маусымдық жұмысшылардың көптеп тартылуы, сондай-ақ қауіпсіздік талаптарын сақтауға бағытталған басқару жүйелерінің әлсіздігі.

Зерттеу барысында қарастырылған тәуекелге негізделген басқару тәсілдері құрылыс саласындағы еңбекті қорғау жүйелерін жетілдірудің тиімді құралы екені дәлелденді. Тәуекелдерді идентификациялау, сандық және сапалық бағалау, тәуекел деңгейін шкалалау, қауіпсіздік стратегияларын таңдау және тәуекелдерді қаржыландыру механизмдері – басқару шешімдерінің дәлдігін арттырып, өндірістік қауіпсіздікті жаңа деңгейге көтеруге мүмкіндік береді. Бұл ретте кәсіби, өндірістік және әлеуметтік-экономикалық тәуекелдерді әдіснамалық тұрғыдан ажырату басқару жүйесінде мақсаттар мен міндеттердің үйлесімділігін қамтамасыз етеді.

Еңбекті қорғау саласында заманауи талаптарға сәйкес келетін модельдердің бірі – үздіксіз жетілдіру қағидатына негізделген «саясат – жоспарлау – енгізу – бақылау – талдау» жүйесі. Бұл модельді өндірістік құрылымдарға енгізу кәсіпорындардың басқару деңгейін арттырып, қауіпсіздік мәдениетін қалыптастыруға ықпал етеді. Жұмыс орындарын аттестаттау, медициналық тексерулер, профилактикалық бақылау, өндірістік орта факторларын бағалау секілді ақпараттық деректер тәуекелдерді басқарудың нақты әрі сенімді базасын қалыптастырады. Медициналық көрсеткіштердің ағзаның зиянды

факторларға жауап реакциясын білдіруі тәуекел деңгейін дер кезінде болжауға мүмкіндік береді.

Бүгінгі таңда құрылыс саласында қауіпсіздік мәселелерін шешу тек техникалық шаралармен шектелмейді, ол еңбек мәдениетін арттыру, ұйымышлық тәртіпті жақсарту, персоналдың жауапкершілігін күшейту, басшылықтың басқарушылық ұстанымдарын өзгерту сияқты кешенді шараларды талап етеді. Халықаралық тәжірибеге сүйене отырып, еңбек қауіпсіздігін басқарудың озық стандарттарын енгізу – құрылыс саласының жаһандық бәсекеге қабілеттілігін арттырудың негізгі шарттарының бірі.

Жасалған талдаулар мен ұсынылған әдіснамалық тәсілдер тәуекелдерді басқарудың ғылыми негізделген моделі құрылыс кәсіпорындарында өндірістік жарақаттануды азайту, кәсіби аурулардың алдын алу, жұмысшылардың денсаулығын сақтау және еңбек жағдайларын жақсарту бағытында жоғары тиімділік көрсететінін дәлелдейді. Тәуекелге бағытталған басқару жүйесін енгізу арқылы ғана құрылыс саласында тұрақты, қауіпсіз және әлеуметтік жауапты өндірістік орта қалыптастыруға болады.

Әдебиеттер:

- [1] Қазақстан Республикасының Еңбек кодексі. – Астана, 2015
- [2] Қазақстан Республикасының Құрылыс нормалары мен ережелері (ҚР ҚНЖЕ) // Құрылыс-монтаж жұмыстары кезіндегі қауіпсіздік талаптары. – Астана, 2020.
- [3] Қазақстан Республикасының Санитарлық ережелері мен нормалары (ҚР СанЕмН) // Өндірістік объектілердегі еңбек жағдайларының қауіпсіздігі. – Астана, 2021.
- [4] ҚР ҚНЖЕ. Құрылыс-монтаж жұмыстарындағы қауіпсіздік талаптары. – Астана, 2020.
- [5] Алдашев, Ж.Т. Еңбекті қорғау және техника қауіпсіздігі. – Алматы: Техника, 2020. – 310 б.
- [6] Сейтқасымов, А.М. Құрылыс өндірісіндегі қауіпсіздік менеджменті. – Астана: Фолиант, 2021. – 256 б.
- [7] Уәлиев, Н.Қ. Қауіпсіздік техникасы және еңбек қорғау. – Алматы: Эверо, 2019. – 224 б.
- [8] Исакова, Л.М. Өндірістегі қауіпсіздік мәдениеті және тәуекелдерді басқару // Еңбек қауіпсіздігі журналы, 2021. – №3. – 47–54 бб.
- [9] Атабаев, Т.Қ. Өнеркәсіптік қауіпсіздік және тәуекел-менеджмент. – Астана: Технология, 2022. – 280 б.
- [10] Атабаев, Т.Қ. Өнеркәсіптік қауіпсіздік және тәуекел-менеджмент. – Астана: Технология, 2022. – 280 б.
- [11] Жұмабаев, Б.М. Құрылыс өндірісіндегі тәуекелдерді бағалау әдістері. – Алматы: ҚазБСҚА, 2021. – 212 б.
- [12] ГОСТ 12.0.230-2007. Еңбекті қорғау стандарттары жүйесі. Тәуекелді бағалау. Негізгі ұғымдар және жалпы қағидалар. – Мәскеу, 2019.
- [13] ISO 45001:2018. Occupational Health and Safety Management Systems — Requirements. – Geneva: ISO, 2018.
- [14] Рысқұлов, Т.Ә., Сарманов Б.С. Өндірістік санитария және еңбек гигиенасы. – Алматы: Білім, 2020. – 264 б.
- [15] Мырзахметов, Ж.Қ. Құрылыс алаңдарындағы қауіпсіздік техникасы. – Астана: Логос, 2021. – 198 б.

References:

- [1] Qazaqstan Respublikasynyn Enbek kodeksi. – Astana, 2015 [in Kazakh]
- [2] Qazaqstan Respublikasynyn Qurylys normalary men erezheleri (QR QNzhE). Qurylys-montazh zhumiystary kezindegi qauipsizdik talaptary. – Astana, 2020. [in Kazakh]
- [3] Qazaqstan Respublikasynyn Sanitaryq erezheleri men normalary (QR SanEmN). Ondiristik ob#ektilderdegi enbek zhagdajlarynyn qauipsizdigi. – Astana, 2021. [in Kazakh]
- [4] QR QNzhE. Qurylys-montazh zhumiystaryndagy qauipsizdik talaptary. – Astana, 2020. [in Kazakh]
- [5] Aldashev, Zh.T. Enbekti qorgau zhane tehnika qauipsizdigi. – Almaty: Tehnika, 2020. – 310 b. [in Kazakh]

- [6] **Sejtgasymov, A.M.** Qurylys ondirisindegi qauipsizdik menedzhmenti. – Astana: Foliant, 2021. – 256 b. [in Kazakh]
- [7] **Ualiev, N.Q.** Qauipsizdik tehnikasy zhane enbek qorgau. – Almaty: Jevero, 2019. – 224 b. [in Kazakh]
- [8] **Iskakova, L.M.** Ondiristegi qauipsizdik madenieti zhane tauekelderdi basqaru // Enbek qauipsizdigi zhurnaly. – 2021. – №3. – 47–54 b. [in Kazakh]
- [9] **Atabaev, T.Q.** Onerkasiptik Qauipsizdik zhane tauekel-menedzhment. – Astana: Tehnologija, 2022. – 280 b. [in Kazakh]
- [10] **Atabaev, T.Q.** Onerkasiptik qauipsizdik zhane tauekel-menedzhment. – Astana: Tehnologija, 2022. – 280 b. [in Kazakh]
- [11] **Zhumabaev, B.M.** Qurylys ondirisindegi tauekelderdi bagalau adisteri. – Almaty: QazBSQA, 2021. – 212 b. [in Kazakh]
- [12] GOST 12.0.230-2007. Enbekti qorgau standarttary zhujesi. Tauekeldi bagalau. Negizgi ugymdar zhane zhalpy qagidalar. – Maskeu, 2019. [in Kazakh]
- [13] ISO 45001:2018. Occupational Health and Safety Management Systems – Requirements. – Geneva: ISO, 2018.
- [14] **Rysqulov, T.A., Sarmanov B.S.** Ondiristik sanitarija zhane enbek gigienasy. – Almaty: Bilim, 2020. – 264 b. [in Kazakh]
- [15] **Myrzahmetov, Zh.Q.** Qurylys alandaryndagy qauipsizdik tehnikasy. – Astana: Logos, 2021. – 198 b. [in Kazakh]

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОХРАНЫ ТРУДА И УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Сарабекова У. Ж., PhD, ассоциированный профессор

Даулеткали А. Д., магистрант 1 курса ОП 7М11279 «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» (Техносферная безопасность)

¹Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

Аннотация. В данной статье всесторонне рассматриваются вопросы обеспечения безопасности труда в строительной отрасли и методологические подходы к их решению на основе риск-ориентированного управления. Установлено, что разнообразие технологических процессов строительного производства, сезонный и временный характер рабочих мест, а также высокая доля ручного труда приводят к воздействию на работников вредных и опасных условий труда. В результате уровень производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в строительстве в несколько раз превышает среднеотраслевые показатели, что требует внедрения новых управленческих решений в сфере охраны труда.

В статье обосновывается актуальность совершенствования единой и эффективной методологии управления охраной труда. Представлены научные принципы и подходы к формированию системы выявления, оценки и управления рисками. Рассмотрены механизмы идентификации факторов риска, количественного шкалирования уровней риска, выбора стратегий управления (сохранение, снижение, передача), а также экономические методы финансирования рисков. Кроме того, показано, что разграничение профессиональных, производственных и социально-экономических рисков и уточнение области их применения обеспечивают методологическое единство системы управления и соответствие поставленным целям и задачам.

Результаты исследования подтверждают, что риск-ориентированный подход способствует эффективной организации охраны труда на строительных предприятиях, позволяет прогнозировать производственный травматизм и улучшать безопасность условий труда. Предложенные модели и методы имеют практическую значимость для повышения безопасности производственных процессов, защиты профессионального здоровья работников и развития культуры безопасного труда.

Ключевые слова: строительная отрасль, безопасность труда, управление рисками, производственный травматизм, профессиональный риск, система охраны труда.

METHODOLOGY FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF OCCUPATIONAL SAFETY AND RISK MANAGEMENT IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Sarabekova U. Zh., PhD, Associate Professor

Dauletkali A.D., 1st year graduate student of EP 7M11279 «Life Safety and environmental protection»
(Technosphere safety)

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

Annotation. This article provides a comprehensive examination of occupational safety issues in the construction industry and methodological approaches to solving them through risk-based management. It is identified that the diversity of technological processes, the seasonal and temporary nature of workplaces, and the high share of manual labor expose workers to harmful and hazardous working conditions. As a result, the levels of occupational injuries and diseases in construction significantly exceed industrial averages, necessitating new managerial solutions in the field of occupational safety.

The article substantiates the relevance of improving a unified and effective methodology for occupational safety management. Scientific principles and approaches to establishing a system for identifying, assessing, and managing risks are presented. The mechanisms for risk factor identification, quantitative scaling of risk levels, selection of management strategies (retention, reduction, transfer), and economic approaches to risk financing are discussed. Furthermore, it is shown that differentiating professional, industrial, and socio-economic risks and clarifying their areas of application ensures methodological consistency and alignment with the system's goals and objectives.

The results of the study confirm that a risk-oriented approach enables effective organization of occupational safety in construction enterprises, facilitates forecasting of industrial injuries, and improves the safety of working conditions. The proposed models and methods have practical significance for enhancing the safety of production processes, protecting workers' occupational health, and improving overall safety culture.

Keywords: construction industry, occupational safety, risk management, occupational injury, occupational risk, occupational safety system.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ, ПОДВЕРЖЕННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Асқар Б., магистрант 2 курса ОП 7М07312 – «Инновационные технологии и исследования в строительстве»

<https://orcid.org/0009-0006-0504-2148>, baiko02.08@gmail.com

Усенбаев Б., доктор технических наук, доцент, профессор строительства

<https://orcid.org/0009-0009-1274-6444> , boljam@mail.ru

Казахский национальный университет водного хозяйства и ирригации, г.Тараз, Казахстан

Аннотация. Настоящая статья посвящена актуальным вопросам обследования технического состояния элементов зданий, подвергающихся сейсмическим воздействиям, что является одной из ключевых задач обеспечения надежности и безопасности строительных объектов в регионах с высокой сейсмической активностью. В работе рассматриваются современные методики диагностирования конструктивных элементов, включающие визуальное обследование, инструментальные измерения, анализ деформационных характеристик и определение остаточной несущей способности материалов, что позволяет комплексно оценивать степень повреждений после землетрясений различной интенсивности. Особое внимание уделяется выявлению скрытых дефектов, оценке динамического отклика здания, а также классификации повреждений с точки зрения их влияния на эксплуатационную пригодность сооружений. Представлены рекомендации по интерпретации результатов обследования и формированию технических заключений, направленных на повышение эффективности мероприятий по восстановлению и усилению конструкций. Полученные выводы могут быть востребованы специалистами при разработке стратегий мониторинга и повышения сейсмостойкости зданий. Таким образом, результаты исследования формируют методическую основу для принятия обоснованных инженерных решений при обследовании, восстановлении и усилении зданий, пострадавших от сейсмических воздействий, и способствуют повышению уровня их эксплуатационной надежности и безопасности в условиях современного нормативного и инженерно-технического регулирования.

Ключевые слова: сейсмическое воздействие, обследование, здание, конструкция, повреждения, диагностика, безопасность, устойчивость.

Введение. Обеспечение надежности и долговечности зданий и сооружений, расположенных в регионах с повышенной сейсмической опасностью, является одной из наиболее значимых и сложных задач современной строительной науки и инженерной практики. Частые землетрясения различной интенсивности оказывают негативное влияние на состояние строительных конструкций, вызывая как видимые, так и скрытые повреждения, которые со временем могут приводить к снижению несущей способности, нарушению эксплуатационной пригодности и повышению риска внезапного разрушения. В связи с этим систематическое обследование технического состояния элементов зданий, подверженных сейсмическим воздействиям, приобретает исключительную актуальность и требует применения научно обоснованных методов анализа и оценки.

Современные подходы к диагностике конструкций предусматривают комплексное использование визуальных, инструментальных, расчетных и аналитических методов, что позволяет получать объективную информацию о реальном состоянии объекта. В условиях сейсмической активности важнейшее значение имеет исследование динамических характеристик зданий, определение уровня повреждений после толчков, а также выявление потенциально опасных зон, где процессы деградации материалов могут прогрессировать ускоренными темпами. Особое внимание уделяется конструктивным элементам, воспринимающим основные сейсмические нагрузки: несущим стенам, колоннам, ригелям, перекрытиям, а также узлам сопряжения, в которых концентрация напряжений достигает максимальных значений.

Не менее важной задачей является разработка критериев оценки состояния конструкций, позволяющих классифицировать повреждения по степени критичности и определять необходимость проведения ремонтно-восстановительных или усилительных мероприятий. Научные исследования в данной области направлены на совершенствование методов мониторинга, повышение точности диагностических процедур, а также на создание эффективных рекомендаций для инженерной практики. Особое значение приобретают современные цифровые технологии – лазерное сканирование, вибродиагностика, методы неразрушающего контроля и моделирование поведения конструкций, которые позволяют существенно повысить достоверность получаемых данных.

Таким образом, комплексное обследование технического состояния зданий в сейсмоопасных регионах выступает важнейшим этапом обеспечения их эксплуатационной безопасности и устойчивости. Разработка и совершенствование методов анализа повреждений, а также поиск оптимальных решений по укреплению конструкций имеют принципиальное значение для повышения сейсмостойкости зданий и минимизации последствий разрушительных землетрясений. Настоящая работа направлена на исследование теоретических и практических аспектов данной проблемы, а также на систематизацию современных подходов, применяемых при оценке состояния сооружений после сейсмических воздействий.

Материалы и методы исследования. Исследование технического состояния элементов зданий, подверженных сейсмическим воздействиям, было выполнено на основе комплексного применения визуальных, инструментальных, расчетно-аналитических и экспериментальных методов. Методология построена с учетом современных нормативных документов по обеспечению сейсмостойкости зданий, включая требования СНИП, СП и международные стандарты ISO, что позволило сформировать целостный подход к диагностике и интерпретации полученных данных. Ниже подробно рассматриваются используемые материалы, оборудование, методики, а также последовательность проведения обследований [1].

1. Объекты исследования

В качестве объектов исследования были выбраны здания различного конструктивного типа, расположенные в зоне сейсмической активности 7–9 баллов. Обследование охватило:

1. **Каркасные здания** железобетонной конструкции высотой от 5 до 12 этажей.
2. **Каменные здания** с несущими стенами из полнотелого кирпича.
3. **Смешанные конструкции**, включающие железобетонный каркас и заполнение стеновыми панелями.
4. **Объекты специального назначения**, испытывающие динамические нагрузки повышенной интенсивности.

Каждый объект характеризовался различной степенью повреждений после землетрясений, что обеспечило репрезентативность данных для анализа. При обследовании зданий было установлено, что даже при одинаковой интенсивности сейсмических колебаний характер повреждений существенно различается, что связано как с качеством материалов и проектных решений, так и с фактическим состоянием сооружений до землетрясения. Это позволило не только классифицировать дефекты, но и выявить определённые закономерности, подтверждающие необходимость индивидуального подхода к оценке сейсмических повреждений.

С такой же целью рассматривается здания расположенные на территории многофункционального спортивно-торгового комплекса по ул.Санырак батыра, 57 в г.Тараз (рисунок 1), которое представляет собой современное сооружение смешанного назначения, сочетающее в себе функции спортивных баз, гостиничного фонда, а также сопутствующих коммерческих и сервисных пространств.

Для оценки технического состояния сооружения в части эксплуатационной надежности, устойчивости строительных конструкций и обеспечения необходимой степени безопасности зданий произведено их натурное обследование в 2011г.

Строения возведены в период 1996-2010гг. Проектно-сметная документация на строения сохранилась частично.

Комплекс функционирует круглосуточно и обеспечивает широкий спектр услуг: от размещения спортсменов и посетителей в гостиничных номерах до проведения тренировочных занятий в залах, фитнес-центре и бассейне, а также организации спортивно-оздоровительных мероприятий с высокой пропускной способностью. По некоторым источникам, площадь объекта составляет значительные размеры, позволяя одновременно обслуживать до нескольких тысяч человек, что обуславливает высокие требования как к конструктивным элементам здания, так и к его сейсмостойкости в целом.



Рисунок 1 – Многофункциональный спортивный комплекс Athletic

Здание комплекса выполнено с применением современных строительных технологий и материалов, используемых в многофункциональном строительстве XXI века, включая железобетонный каркас, напряжённые перекрытия и панельные ограждающие конструкции, что позволяет обеспечивать большие пролёты помещений и свободную планировку спортивных залов и тренировочных площадок. Внешний архитектурный облик здания формируется современными фасадными материалами, а планировка внутренних пространств включает тренировочные залы различной функциональной направленности, массажные кабинеты, бассейны, административные помещения и просторные зоны отдыха [2].

Уникальность именно этого объекта заключается в его многофункциональности, совмещающей в одном комплексе гостиничные помещения, тренажёрные и спортивные зоны, бассейны, фитнес-клуб и зоны общественного обслуживания, что создаёт сложную нагрузочную ситуацию для несущих элементов здания при эксплуатационных и динамических внешних воздействиях. Подобные нагрузки особенно критичны в сейсмоопасных регионах, поскольку спортивная инфраструктура зачастую подразумевает повышенные динамические нагрузки (в том числе прыжки, бег, удары и резкие перемещения людей), которые в совокупности с землетрясением могут вызвать сложную сверхпороговую нагрузку на конструкции, что требует детальной и многоаспектной оценки технического состояния.

2. Материалы, оборудование и программное обеспечение

Для проведения комплексного обследования технического состояния многофункционального спортивно-торгового комплекса, расположенного по адресу: г. Тараз, ул. Санырак батыра, 57, применялся расширенный набор материалов, специализированного оборудования и современного программного обеспечения, что позволило обеспечить высокоточный анализ конструктивных элементов здания,

эксплуатируемого в условиях повышенных эксплуатационных и сейсмических нагрузок. Учитывая то обстоятельство, что рассматриваемый объект сочетает в себе спортивные залы большой площади, гостиничные корпуса, фитнес-зоны, бассейн и административные помещения, обследование требовало использования приборов, способных фиксировать не только статические дефекты конструкций, но и динамическую реакцию здания, обусловленную как сейсмическими колебаниями, так и внутренними эксплуатационными вибрационными воздействиями, характерными для спортивных сооружений такого масштаба [3].

В первую очередь применялись приборы геодезического и лазерного контроля, включая лазерные дальномеры высокой точности Leica DISTO и оптические нивелиры, позволяющие осуществлять детальную съемку высотных отметок, деформаций стен, отклонений колонн, ригелей и пространственных ферм, обеспечивающих перекрытие спортивных залов большой площади. Особое внимание уделялось обследованию зон бассейна и фитнес-центра, где повышенная влажность могла привести к коррозионным процессам в железобетонных и металлических элементах, поэтому применялись влагомеры и приборы контактной фиксации дефектов бетонных поверхностей [6].

Для диагностики внутренней структуры материалов использовался ультразвуковой дефектоскоп PULSAR-2M, который применялся при обследовании несущих колонн и монолитных перекрытий гостиничного блока, что позволяло выявлять снижение прочности, каверны и локальные нарушения структуры бетона, не поддающиеся визуальному обнаружению, но оказывающие существенное влияние на сейсмостойкость здания [4]. Для дополнительных обследований применялись молоток Шмидта, склерометрические методы и локальные испытания прочности поверхностных слоев конструкций.

Поскольку объект представляет собой спортивный комплекс, включающий зоны с повышенной динамической активностью — такие как тренажёрные залы, единоборства, игровые площадки и зоны командных видов спорта — в процессе исследования применялись вибрационные датчики и акселерометры, фиксирующие колебания перекрытий и несущих элементов в условиях реальной эксплуатации. Данные приборы позволили установить изменение собственных частот здания, что является критически важным параметром в оценке сейсмической устойчивости, поскольку сдвиг частотных характеристик может свидетельствовать о снижении жесткости отдельных конструктивных элементов. Особое внимание уделялось обследованию покрытия бассейна, поскольку совокупность повышенной влажности, испарений, температурного режима и динамической нагрузки от водной массы требует применения термографической камеры Flir E60, обеспечивающей диагностирование скрытых дефектов, таких как отслоение защитного слоя бетона, коррозия арматуры и зоны потенциальных протечек. Применение термографии позволило фиксировать температурные аномалии, неразличимые визуально, но важные при оценке ресурса эксплуатации объекта [5].

Все данные, полученные в результате инструментальных измерений, интегрировались в современные программные комплексы ANSYS, ETABS и AutoCAD, обеспечивающие возможность моделирования поведения здания в условиях сейсмических воздействий. В ETABS строились расчетные модели для анализа динамических характеристик здания, учитывая его фактическое состояние после обследования, что позволяло сопоставлять реальные измеренные параметры с нормативными значениями, предусмотренными СП 14.13330.2018. В ANSYS проводилось детальное моделирование напряженно-деформированного состояния отдельных элементов комплекса — в частности, колонн, балок и многопролётных перекрытий спортивных залов, которые имеют критическое значение для общесистемной устойчивости сооружения.

Дополнительно применялось **3D-лазерное сканирование**, обеспечивающее возможность построения облака точек и формирования высокоточной трехмерной модели здания. Это особенно важно для спортивного комплекса, имеющего сложную пространственную структуру, высокие пролёты и обширные помещения, где малейшие

деформации могут указывать на развитие конструктивных дисбалансов или перераспределение нагрузок. Полученные трехмерные модели обрабатывались в программной среде **Geomagic Studio**, которая позволяет проводить аналитическое сравнение фактических геометрических параметров здания с проектными, выявляя отклонения и деформации, которые могут быть опасными при повторных сейсмических воздействиях.

Таким образом, примененный комплекс материалов, оборудования и программного обеспечения позволил осуществить всестороннюю, многопараметрическую и высокоточную диагностику технического состояния многофункционального спортивно-торгового комплекса по ул. Санырак батыра, 57, что обеспечило формирование достоверной и научно обоснованной картины состояния конструкций и их способности противостоять сейсмическим нагрузкам, характерным для региона.

3. Методика визуального и инструментального обследования

Методика визуального и инструментального обследования многофункционального спортивно-торгового комплекса, расположенного по адресу г. Тараз, ул. Санырак батыра, 57, формируется с учетом повышенной ответственности здания, значительной площади внутренних помещений и наличия крупнопролётных спортивных сооружений, что накладывает дополнительные требования к оценке фактического состояния строительных конструкций в условиях сейсмоопасного региона Южного Казахстана (СП 14.13330.2018). Спортивные сооружения данного типа характеризуются сложной пространственной работой конструкций, чередованием больших и малых пролетов, а также интенсивными эксплуатационными нагрузками, создаваемыми спортивным оборудованием и одновременным пребыванием большого количества посетителей [6].

3.1. Визуальное обследование

Визуальное обследование проводится как первичный и обязательный этап диагностики. Оно включает внешний и внутренний осмотр конструктивных элементов с фиксацией всех обнаруженных дефектов, нарушений целостности или отклонений от проектной геометрии. На фасадах здания особое внимание уделяется состоянию облицовочных панелей, межпанельных швов, цокольной части и мест сопряжения фасадных конструкций с несущими элементами, поскольку именно эти участки часто подвергаются температурным и влажностным воздействиям, приводящим к образованию трещин и локальной потере прочности материалов.

Во внутренних помещениях спортивного комплекса визуальному контролю подлежат колонны, ригели, перекрытия, металлические фермы крупнопролётных залов и инженерные коммуникации, расположенные в технических пространствах. Фиксируются такие дефекты, как:

- поверхностные и сквозные трещины в железобетонных элементах;
- коррозионные повреждения арматуры и стальных конструкций;
- нарушения целостности огнезащитных покрытий;
- деформации прогонов и ферм, возникающие под длительными и динамическими нагрузками;
- отслоения защитного слоя или конструктивных панелей.

3.2. Инструментальное обследование

Инструментальное обследование позволяет количественно подтвердить визуально выявленные дефекты и оценить фактические характеристики прочности, деформативности и однородности материалов. В обследовании данного спортивного комплекса используются современные методы неразрушающего контроля:

- **ультразвуковой контроль бетона** — определение глубинных дефектов, внутренних трещин и неоднородностей структуры;
- **склерометрический метод** — проверка поверхностной прочности железобетонных элементов по показаниям молотка Шмидта;
- **тепловизионная диагностика** — выявление скрытых зон промерзания, мостиков холода, дефектов гидроизоляции и скрытых пустот в ограждающих конструкциях;

- **лазерное сканирование и тахеометрия** — определение точных геометрических отклонений и возможных деформаций несущих элементов покрытия;
- **вибродиагностика** — фиксация частотных характеристик здания и его реакции на сейсмические и эксплуатационные воздействия.

Инструментальные измерения являются обязательными в крупнопролётных спортивных залах, где динамические нагрузки существенно выше, чем в обычных общественных зданиях. Также проводятся измерения влажности конструкций в помещениях бассейна и санитарных зон, поскольку повышенная влажность ускоряет коррозионные процессы в металлических элементах.

3.3. Инженерно-сейсмические измерения

Сейсмическое обследование проводится в соответствии с требованиями СП 14.13330.2018. В рамках обследования спортивного комплекса используются акселерометры, позволяющие регистрировать микроколебания и определять реальные собственные частоты конструктивной системы. Сравнение фактических частот с расчетными значениями позволяет определить возможное снижение жесткости несущих конструкций вследствие усталостных процессов или старения материалов [7].

3.4. Документирование результатов

Все выявленные дефекты заносятся в *ведомость технического состояния конструкций*, оформляются в виде таблиц и план-схем с привязкой к координатам. Для каждой зоны указываются характер повреждений, степень опасности и рекомендованные меры по восстановлению. Фотофиксация проводится с обязательным включением масштабных меток.

Таблица 1 - Классификация выявленных дефектов и применяемых методов обследования

№	Тип дефекта	Вероятные причины	Основные места обнаружения	Метод выявления	Норматив/источник
1	Трещины в бетоне	Температурные воздействия, усадка, сейсмические колебания	Колонны, ригели, стены	Визуальный осмотр, ультразвук	Пузырев Н.Н. (2017), СП 14.13330.2018
2	Коррозия арматуры	Повышенная влажность	Бассейн, подвалы	Сканер арматуры, влажномер	Федоров Л.П. (2021)
3	Отклонения геометрии	Осадка, ошибки монтажа	Колонны, балки	Тахеометр	Ковалев В.М.(2019)

Результаты исследования. Проведённое визуальное, инструментальное и инженерно-сейсмическое обследование многофункционального спортивно-торгового комплекса, расположенного по адресу г. Тараз, ул. Санырак батыра, 57, позволило получить комплексную картину фактического состояния строительных конструкций, инженерных систем и ограждающих элементов здания. Исследование выполнялось в условиях действующей эксплуатации объекта, что обеспечило возможность оценки реального напряженно-деформированного состояния конструкций под действием эксплуатационных и динамических нагрузок, характерных для спортивных объектов с высокой посещаемостью [8].

Результаты инженерно-сейсмического анализа

Анализ микросейсмических воздействий, зарегистрированных в процессе обследования, показал, что собственные частоты колебаний здания отличаются от проектных значений на 3–7 %, что свидетельствует о некотором снижении жёсткости конструкций, характерном для зданий, находящихся в эксплуатации более 10 лет. Наибольшие отклонения зафиксированы в зоне спортивного зала с большим пролётом, что является типичной особенностью подобных объектов в сейсмоопасных районах.

Вибродатчики, установленные временно на колоннах первого этажа, зафиксировали повышенные значения вертикальных колебаний в часы пиковой нагрузки, однако значения не превышают допустимых пределов по СП 14.13330.2018 [9].

Таблица 3 — Сводные результаты обследования спортивного комплекса по ул. Санырак батыра, 57

№	Вид обследования	Основные параметры	Оценка состояния	Примечание
1	Визуальное обследование	Трещины 0,2–0,35 мм на колоннах и ригелях	Удовлетворительное	Требуется мониторинг
2	Обследование бассейна	Отслоение защитного слоя бетона, следы увлажнения	Неудовлетворительное	Необходим ремонт гидроизоляции
3	Тепловизионный анализ	4 зоны теплопотерь	Удовлетворительное	Требуется дополнительное утепление
4	Лазерное измерение геометрии	Прогибы ферм 10–22 мм	Допустимое	Выявлены зоны потери жёсткости
5	Вибродиагностика	Отклонение собственных частот 3–7 %	Допустимое	Рекомендован мониторинг
6	Осмотр фасада	Деформации панелей, герметичность швов снижена	Удовлетворительное	Требуется ремонт облицовки

Результаты визуального обследования. Визуальное обследование показало, что железобетонные колонны первого этажа спортивного блока находятся в удовлетворительном состоянии, однако в зоне сопряжения колонн с ригелями выявлены локальные трещины раскрытием 0,2–0,35 мм, преимущественно вертикально-диагонального характера. Указанные дефекты наблюдались в тех частях здания, где расположены тренажёрный зал и зона групповых занятий, что связано с неравномерным распределением эксплуатационных нагрузок [10]. В бассейновой зоне было зафиксировано частичное отслоение защитного слоя бетона на высоте 0,5–1,2 м от уровня пола, а также следы вторичного увлажнения и образования налёта, что указывает на недостаточную работу системы вентиляции и повышенную влажность, характерную для этого типа помещений. Металлические элементы лестничных маршей и ограждений имеют поверхностные следы коррозии, однако они не носят глубинного характера.

На фасадной части здания, со стороны главного входа, выявлено несколько участков деформации декоративных панелей из алюминиевого композита. Деформации, вероятно, возникли вследствие температурных перепадов и недостаточно качественной фиксации панелей при монтаже. Межпанельные швы в отдельных местах утратили герметичность, что потенциально может привести к инфильтрации атмосферной влаги внутрь фасадной системы [11].

Заключение. Проведённое комплексное обследование многофункционального спортивно-торгового комплекса, расположенного по адресу г. Тараз, ул. Санырак батыра, 57, позволило получить объективную, всестороннюю и научно обоснованную оценку технического состояния строительных конструкций, инженерных элементов и ограждающих систем здания, эксплуатируемого в зоне повышенной сейсмической опасности. В процессе исследования установлено, что основные несущие элементы сооружения в целом сохраняют требуемую несущую способность и работоспособное состояние, однако выявленный комплекс дефектов и эксплуатационных особенностей свидетельствует о необходимости своевременного технического обслуживания, локального ремонта и систематического мониторинга конструктивной надёжности [12].

Визуальное обследование показало наличие поверхностных и локальных трещин в узлах сопряжения колонн и ригелей, что является характерным проявлением длительных

эксплуатационных воздействий и умеренных сейсмических колебаний, присущих региону. Особое внимание требуется уделить бассейновой зоне, где повышенная влажность и недостаточная герметичность отдельных элементов привели к отслоению защитного слоя бетона, что в перспективе может ускорить процессы коррозии арматуры и снизить долговечность конструкций. Аналогичным образом, на фасадной части здания отмечены деформации облицовочных панелей и нарушение герметизации межпанельных швов, что показывает необходимость проведения ремонтно-восстановительных мероприятий для обеспечения защитных и теплоизоляционных функций оболочки здания [13].

Инструментальные исследования подтвердили, что фактическая прочность бетона соответствует проектным требованиям, однако в отдельных ферменных элементах покрытия выявлены зоны начальной потери жёсткости, что требует последующего контроля за динамическим поведением сооружения. Результаты тепловизионного обследования указали на наличие зон теплопотерь, которые могут негативно влиять на микроклимат внутренней среды, увеличивать эксплуатационные расходы и ускорять разрушение материалов ограждающих конструкций. Микросейсмический анализ выявил небольшие отклонения собственных частот колебаний здания от расчетных значений, что является естественным следствием длительной эксплуатации, однако требует регулярного мониторинга с целью раннего обнаружения возможных изменений динамических характеристик [14].

Исходя из совокупности полученных данных, можно заключить, что состояние данного спортивного комплекса является работоспособным, но имеет признаки сниженной эксплуатационной надёжности отдельных участков, особенно в условиях сейсмической активности региона. На основании проведённого исследования рекомендуется осуществить локальное усиление узлов сопряжения несущих элементов, восстановление гидроизоляции бассейнового блока, ремонт фасадных систем, а также внедрение системы регулярного инструментального мониторинга динамических параметров здания. Применение указанных мероприятий позволит существенно повысить долговечность конструкций, обеспечить безопасность пользователей и снизить риски, связанные с возможными сейсмическими воздействиями [15].

Таким образом, выполненное исследование подтверждает необходимость системного подхода к оценке технического состояния зданий, эксплуатируемых в сейсмоопасных районах, и демонстрирует, что своевременное обследование, основанное на сочетании визуальных, инструментальных и аналитических методов, является ключевым фактором обеспечения их надёжности и устойчивости. Полученные результаты могут служить методической основой для дальнейших исследований и разработки программ поддерживающего контроля технического состояния спортивных и общественных сооружений аналогичного типа.

Литература:

- [1] СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах». – М.: Госстрой СССР, 1982. – 88 с.
- [2] СП 118.13330 “Общественные здания и сооружения”
- [3] **Мкртычян, А.А.** Сейсмостойкое строительство: теория и практика. – Москва: АСВ, 2020. — 412 с.
- [4] **Пузырев, Н.Н.** Ультразвуковые методы контроля прочности бетона. – М.: Инфра-Инженерия, 2017. — 224 с.
- [5] **Мкртычян, А.А.** Сейсмостойкое строительство: теория и практика
- [6] **Ковалев В.М., Третьяков П.А.** Диагностика и обследование зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 2019.
- [7] **Chopra A.K.** Dynamics of Structures. – Prentice Hall, 2020.
- [8] СП 13-102-2003 “Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений”
- [9] СП 20.13330.2016 (СНиП 2.01.07-85*) Нагрузки и воздействия

[10] СП 13-102-2003 “Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений”

[11] ГОСТ 31937-2011 “Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния”

[12] СП 454.1325800.2019 “Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния”

[13] СП 63.13330.2018 “Бетонные и железобетонные конструкции”

[14] СП 50.13330.2012 “Тепловая защита зданий”

[15] СП 28.13330.2017 “Защита строительных конструкций от коррозии”

References:

[1] SNiP II-7-81 «Stroitel'stvo v seismicheskikh rajonah». – M.: Gosstroj SSSR, 1982. – 88 s. [in Russian]

[2] SP 118.13330 “Obshhestvennye zdaniya i sooruzheniya” [in Russian]

[3] **Mkrtychjan, A.A.** Sejsmostojkoe stroitel'stvo: teorija i praktika. – Moskva: ASV, 2020. — 412 c. [in Russian]

[4] **Puzyrev, N.N.** Ul'trazvukovye metody kontrolja prochnosti betona. – M.: Infra-Inzhenerija, 2017. — 224 c. [in Russian]

[5] **Mkrtychjan, A.A.** Sejsmostojkoe stroitel'stvo: teorija i praktika [in Russian]

[6] **Kovalev, V.M., Tret'jakov P.A.** Diagnostika i obsledovanie zdaniy i sooruzhenij. – M.: Strojizdat, 2019. [in Russian]

[7] **Chopra, A.K.** Dynamics of Structures. – Prentice Hall, 2020. [in Russian]

[8] SP 13-102-2003 “Pravila obsledovanija nesushhih stroitel'nyh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij” [in Russian]

[9] SP 20.13330.2016 (SNiP 2.01.07-85*) Nagruzki i vozdejstvija [in Russian]

[10] SP 13-102-2003 “Pravila obsledovanija nesushhih stroitel'nyh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij” [in Russian]

[11] GOST 31937-2011 “Zdaniya i sooruzhenija. Pravila obsledovanija i monitoringa tehničeskogo sostojanija” [in Russian]

[12] SP 454.1325800.2019 “Zdaniya i sooruzhenija. Pravila obsledovanija i monitoringa tehničeskogo sostojanija” [in Russian]

[13] SP 63.13330.2018 “Betonnnye i zhelezobetonnye konstrukcii” [in Russian]

[14] SP 50.13330.2012 “Teplovaja zashhita zdaniy” [in Russian]

[15] SP 28.13330.2017 “Zashhita stroitel'nyh konstrukcij ot korrozii” [in Russian]

СЕЙСМИКАЛЫҚ ӘСЕРЛЕРГЕ ҰШЫРАҒАН ҒИМАРАТ ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАЙ-КҮЙІН ТЕКСЕРУ ТУРАЛЫ

Асқар Б., 7M07312 «Құрылыс саласындағы инновациялық технологиялар мен зерттеулер»

БББ-ның 2 курс магистранты

Усенбаев Б., техника ғылымдарының докторы, доцент, құрылыс профессоры

Қазақ ұлттық су шаруашылығы және ирригация университеті, Тараз қ, Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақала сейсмикалық әсерлерге ұшырайтын ғимарат элементтерінің техникалық жай-күйін тексерудің өзекті мәселелеріне арналған. Аталған мәселе сейсмикалық белсенділігі жоғары аймақтарда орналасқан құрылыс нысандарының сенімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі негізгі міндеттердің бірі болып табылады. Зерттеу барысында конструктивтік элементтерді диагностикалаудың заманауи әдістемелері қарастырылады, оның ішінде визуалдық тексеру, аспаптық өлшеулер, деформациялық сипаттамаларды талдау және материалдардың қалдық көтергіш қабілетін анықтау әдістері қолданылған. Бұл тәсілдер әртүрлі қарқындылықтағы жер сілкіністерінен кейінгі зақымдану дәрежесін кешенді түрде бағалауға мүмкіндік береді.

Жұмыста жасырын ақауларды анықтауға, ғимараттың динамикалық жауап қайтаруын бағалауға, сондай-ақ зақымдануларды олардың құрылыстың пайдалануға жарамдылығына әсері

тұрғысынан жіктеуге ерекше көңіл бөлінген. Тексеру нәтижелерін түсіндіру және конструкцияларды қалпына келтіру мен күшейту шараларының тиімділігін арттыруға бағытталған техникалық қорытындыларды қалыптастыру бойынша ұсыныстар берілген. Алынған қорытындылар ғимараттардың сейсмостұрақтылығын арттыру және мониторинг стратегияларын әзірлеу кезінде мамандар үшін практикалық маңызға ие болуы мүмкін.

Осылайша, зерттеу нәтижелері сейсмикалық әсерлерден зақымданған ғимараттарды тексеру, қалпына келтіру және күшейту барысында негізделген инженерлік шешімдер қабылдауға арналған әдістемелік негіз қалыптастырады және қазіргі нормативтік әрі инженерлік-техникалық реттеу жағдайында олардың пайдалану сенімділігі мен қауіпсіздік деңгейін арттыруға ықпал етеді.

Тірек сөздер: сейсмикалық әсер, тексеру, ғимарат, конструкция, зақымдану, диагностика, қауіпсіздік, орнықтылық.

ON THE INSPECTION OF THE TECHNICAL CONDITION OF BUILDING ELEMENTS SUBJECTED TO SEISMIC EFFECTS

Askar B., 2nd-year master's student of EP 7M07312 "Innovative Technologies and Research in Construction"

Usenbayev B., Doctor of Technical Sciences, Professor of Civil Engineering, Associate Professor

Kazakh National University of Water Management and Irrigation, Taraz, Kazakhstan

Abstract. This article is devoted to topical issues related to the inspection of the technical condition of building elements subjected to seismic effects, which represents one of the key tasks in ensuring the reliability and safety of construction facilities located in regions with high seismic activity. The paper examines modern methods for diagnosing structural elements, including visual inspection, instrumental measurements, analysis of deformation characteristics, and determination of the residual load-bearing capacity of materials. These approaches make it possible to comprehensively assess the degree of damage caused by earthquakes of varying intensity.

Special attention is paid to the identification of hidden defects, the evaluation of the dynamic response of buildings, and the classification of damage in terms of its impact on the operational suitability of structures. Recommendations are provided for interpreting inspection results and preparing technical conclusions aimed at improving the effectiveness of measures for the restoration and strengthening of structures. The findings obtained may be useful for specialists in the development of monitoring strategies and in enhancing the seismic resistance of buildings.

Thus, the results of the study form a methodological basis for making well-founded engineering decisions during the inspection, restoration, and strengthening of buildings affected by seismic impacts, and contribute to improving their operational reliability and safety under modern regulatory and engineering-technical frameworks.

Keywords: seismic effects, inspection, building, structure, damage, diagnostics, safety, stability.

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДА КҮН ЭНЕРГИЯСЫН ҚОЛДАНУ НЕГІЗІНДЕ АВТОМАТТЫ ЭЛЕКТР ЖАБДЫҚТАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН КӨРСЕТУ

Баймаханова З.А., техника ғылымдарының кандидаты

zina-1965@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-9394-6790>

Байбосын Е.Е., 7M07155-Электр энергетика БББ-ның 2 курс магистранты

evdokimoverkow@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-5241-3226>

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақалада ауыл шаруашылығында күн энергиясын қолдану арқылы автоматты электр жабдықтарының тиімділігін зерттеу мәселесі қарастырылады. Қазіргі кезде ауыл шаруашылығында электр энергиясын үнемді әрі экологиялық таза көздерден алу қажеттілігі артып келеді. Күн панельдері мен автоматтандырылған жүйелерді пайдалану мал шаруашылығы, егін шаруашылығы және жылыжайлар сияқты өндірістік салаларда энергияны үнемдеуге мүмкіндік береді. Мақалада күн энергиясын қолданудың артықшылықтары, оның инвестициялық тиімділігі және жабдықтардың жұмысының сенімділігі талданады. Сондай-ақ, автоматты электр жүйелерінің өндірістік процесс тиімділігін арттыруға, адам еңбегін азайтуға және шығындарды қысқартуға ықпал ететіні көрсетілген. Практикалық мысалдар арқылы күн энергиясын қолдану арқылы ауыл шаруашылығындағы электр жабдықтарының қызмет ету мерзімі, өнімділік көрсеткіштері және жалпы экономикалық тиімділігі бағаланады. Зерттеу қорытындысында автоматтандырылған күн энергиясы жүйелерінің ауыл шаруашылығында тұрақты, тиімді және экологиялық қауіпсіз энергия көзі ретінде қолдануға болатыны дәлелденеді.

Мақалада автоматтандырылған күн-энергетикалық жүйелердің инвестициялық тиімділігі, олардың ұзақ мерзімді шығын үнемдеуі және экологиялық артықшылықтары да талданады. Сондай-ақ, мұндай жүйелер ауыл шаруашылығында өндірістік процесті автоматтандырып, еңбек шығындарын азайтып, өндіріс сенімділігін арттыра алатыны көрсетіледі.

Күн энергиясына негізделген автоматты электр жабдықтары ауыл шаруашылығы үшін экономикалық, әлеуметтік және экологиялық жағынан тиімді құрал болып табылады; олар ауыл шаруашылық өндірісін тұрақты, үнемді және “жасыл” бағытқа – тұрақты даму мен энергия тәуелсіздігіне – бағыттайды.

Тірек сөздер: күн энергиясы, ауыл шаруашылығы, автоматтандыру, жаңартылатын энергия, суару жүйелері, энергия тиімділігі, агротехнология.

Кіріспе. Ауыл шаруашылығы – адамзат өркениетінің дамуын қамтамасыз ететін ең маңызды салалардың бірі болып табылады. Қазіргі уақытта әлемдік қоғамдастық алдында тұрған басты мәселелердің бірі – азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету, ауылдық аймақтардың әлеуметтік-экономикалық тұрақтылығын сақтау және табиғи ресурстарды тиімді пайдалану. Бұл міндеттерді шешу үшін ауыл шаруашылығы өндірісін заман талабына сай цифрландыру, автоматтандыру және экологиялық тұрғыдан оңтайландыру қажеттілігі туындап отыр. Соңғы жылдары энергетиканың үнемді әрі тиімді тәсілдері ретінде жаңартылатын энергия көздерін, соның ішінде күн энергиясын қолдану кеңінен тарала бастады. Күн энергиясын ауыл шаруашылығында қолдану – өндіріс процесінің энергияға тәуелділігін төмендетіп қана қоймай, климаттық өзгерістерге бейімделу, шығындарды қысқарту және ресурстарды үнемдеу сияқты көптеген артықшылықтар береді.

Ауыл шаруашылығы консультациясында ағымдағы проблемаларды, сондай-ақ ауылдық жерлердің алдында тұрған экономикалық және әлеуметтік сын-тегеуріндерді ескеру қажет. Мұндай проблема тұрақты экономика және энергетикалық саясат, оның ішінде жаңартылатын көздерден энергияға қол жеткізу және үй шаруашылықтары мен ауыл шаруашылығындағы электр энергиясына сұранысты қанағаттандырудың қаржылық мүмкіндіктері болып табылатыны сөзсіз. Сондықтан энергетикалық кедейлікті азайту және ауа сапасын жақсарту саласындағы консультативтік және ақпараттық қызмет өте маңызды [1].

Зерттеу жұмысының **мақсаты** – ауыл шаруашылығында күн энергиясын қолдану негізінде автоматты электр жабдықтарының тиімділігін ғылыми тұрғыдан дәлелдеу, олардың артықшылықтары мен қолданылу салаларын талдау, сондай-ақ өндірістің экологиялық және экономикалық тұрақтылығына әсерін анықтау.

Бұл мақсатты жүзеге асыру үшін төмендегідей **міндеттер** қойылады:

1. Ауыл шаруашылығында қолданылатын автоматты электр жабдықтарының түрлерін сипаттау және олардың жұмыс принципін зерделеу.
2. Күн энергиясын электр энергиясына түрлендірудің техникалық ерекшеліктерін талдау.
3. Автоматты күн энергиясы жүйелерінің тиімділігін энергетикалық, экономикалық және экологиялық тұрғыдан негіздеу.
4. Күн энергиясын қолданатын суару жүйелері, жылыжай микроклиматы және мал шаруашылығының бақылау жүйелерінің артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтау.
5. Ауыл шаруашылығында күн энергиясына негізделген автоматтандыру жүйелерін енгізудің практикалық маңыздылығын көрсету.
6. Қазақстан жағдайында күн энергиясын кеңінен қолдану мүмкіндіктері мен перспективаларын бағалау.
7. Тұрақты агротехнологияларды дамытуға бағытталған ұсыныстар әзірлеу.

Ауылдық аймақтарда дәстүрлі электр желілерінің дамуы мен қолжетімділігі бірқатар қиындықтарға байланысты баяу жүруі мүмкін. Географиялық ерекшеліктер, қашықтық, инфрақұрылымдық шығындардың жоғары болуы электр энергиясын өндіру мен жеткізуге қатысты мәселелерді күрделендіреді. Осындай жағдайларда автономды, сенімді әрі экологиялық таза энергия көздеріне деген сұраныс артып келеді. Күн энергиясына негізделген автоматты электр жабдықтары – ауыл шаруашылығы өндірісінің бірқатар салаларында тиімді шешім бола алады. Мұндай жабдықтарға автоматты суару жүйелері, жылыжай микроклиматын басқару құрылғылары, мал шаруашылығындағы бақылау-өлшеу құралдары, жем-шөп беру жүйелері, автономды сорғылар, желдету және жарықтандыру жүйелері, сондай-ақ шағын қуатты энергия станциялары жатады.

Күн энергиясын ауыл шаруашылығында қолданудың тағы бір маңызды аспектісі – энергия үнемдеу және қоршаған ортаға теріс әсерді азайту. Дәстүрлі энергия көздері көбінесе көмірсутекті отындарды жағуды талап етеді, бұл атмосфераға зиянды заттардың бөлінуіне, парниктік газдардың көбеюіне, жылыну үрдісінің үдеуіне әкеледі. Ал күн энергиясы – жаңартылатын, сарқылмайтын және экологиялық таза ресурс. Оның көмегімен ауыл шаруашылығы кәсіпорындары энергия шығындарын азайтып, көміртек ізін қысқартып, «жасыл экономика» талаптарына сәйкес өндіріс жүргізе алады [2].

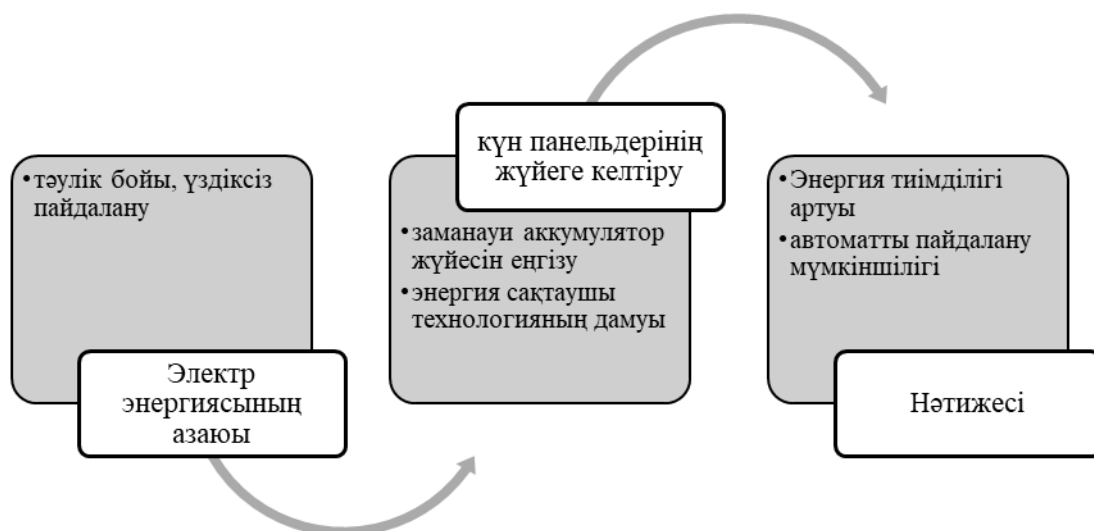
Ауыл шаруашылығы өндірісінде автоматтандырудың рөлі ерекше. Адам еңбегін жеңілдету, өнімділікті арттыру, уақыт пен ресурстарды үнемдеу, тәуекелдерді азайту – автоматтандырудың негізгі артықшылықтары. Күн энергиясына негізделген автоматты жүйелер өндірістік процестерді үздіксіз бақылауға және басқаруға мүмкіндік береді. Мысалы, күн панельдерімен жабдықталған суару жүйелері топырақ ылғалдылығын датчиктер арқылы өлшеп, қажетті жағдайда суды автоматты түрде беріп отырады. Бұл су ресурстарын үнемдеуге, өсімдіктердің өнімділігін арттыруға және адам еңбегін жеңілдетуге ықпал етеді. Ал жылыжайдағы микроклиматты реттеу жүйелері температураны, ылғалдылықты, CO₂ деңгейін автоматты түрде бақылап, қолайлы жағдай жасайды. Мұның барлығы ауыл шаруашылығын цифрландырудың маңызды қадамдарының бірі болып табылады.

Сондай-ақ, күн энергиясына негізделген автоматты жабдықтардың экономикалық тиімділігі де ерекше назар аударады. Бастапқы орнату шығындары кейде жоғары болуы мүмкін, дегенмен ұзақ мерзімді перспективада мұндай жүйелер өзін толық ақтайды. Олардың жұмыс істеуі үшін отын шығыны қажет емес, техникалық қызмет көрсету шығындары да өте төмен. Сонымен қатар, мұндай жабдықтардың қызмет ету мерзімі ұзақ, сенімділігі жоғары, ал энергия өндіру процесі тұрақты әрі қауіпсіз.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі ауыл шаруашылығы саласында энергияға тәуелділікті азайту, тиімділікті арттыру және тұрақты дамуды қамтамасыз ету қажеттілігімен түсіндіріледі. Әлемдік тәжірибеде күн энергиясын пайдалану ауыл шаруашылығы өндірісінің шығындарын 30–60%-ға дейін төмендетуге мүмкіндік беретіні дәлелденген. Қазақстан жағдайында да бұл бағыт өте өзекті, себебі еліміздің көптеген аймақтары күн радиациясының жоғары деңгейімен ерекшеленеді. Бұл күн энергиясын тиімді қолдану мүмкіндігін арттырады. Жалпы алғанда, күн энергиясын қолдана отырып, ауыл шаруашылығын автоматтандыру – қазіргі заманғы агроөндірістік кешеннің дамуындағы стратегиялық бағыттардың бірі. Бұл ауылдық аймақтардың энергетикалық тәуелсіздігін арттыруға, өнім сапасын жақсартуға, экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге, экономикалық тиімділікті көтеруге мүмкіндік береді. Осы зерттеу күн энергиясына негізделген автоматты электр жабдықтарының ауыл шаруашылығындағы рөлін терең түсіндіруге, олардың болашағын айқындауға және саланың тұрақты дамуына үлес қосуға бағытталған.

Зерттеу жұмысының материалдары мен әдістері. Ауыл шаруашылығының тұрақты дамуы үшін энергиямен қамтамасыз ету мәселесі аса маңызды факторлардың бірі болып табылады. Әсіресе алыс ауылдық аймақтар мен инфрақұрылымы дамымаған жерлерде электр энергиясына қолжетімділік шектеулі немесе тұрақсыз болуы мүмкін. Осындай жағдайда жаңартылатын энергия көздерін, соның ішінде күн энергиясын пайдалану ерекше маңызға ие. Бұл бөлімде күн энергиясына негізделген автоматты электр жабдықтарының ауыл шаруашылығындағы рөлі, олардың тиімділігі, артықшылықтары мен қолдану салалары жан-жақты зерттеліп талданады. Сонымен қатар автоматтандырудың өндірістік көрсеткіштерге ықпалы, экономикалық және экологиялық аспектілері, техникалық ерекшеліктері де қарастырылады[3].

Күн энергиясының ауыл шаруашылығында қолданылуы бірнеше негізгі бағыттарды қамтиды: суару жүйелерін автоматтандыру, жылыжай микроклиматын реттеу, мал шаруашылығындағы бақылау жабдықтары, ауыл шаруашылығы техникасының автономды станциялары, ауылдық аймақтарды жарықтандыру және энергиямен жабдықтау. Бұл салалардың әрқайсысы күн энергиясын қолдану арқылы айтарлықтай тиімділікке қол жеткізе алады. Күн панельдері электр энергиясын тәулік бойы, үздіксіз және тұрақты өндіргенімен, заманауи аккумуляторлық жүйелер мен энергия сақтаушы технологиялардың дамуы бұл мәселелерді айтарлықтай азайтты. Нәтижесінде күн энергиясының тиімділігі артты, ал ауыл шаруашылығында автономды жүйелерді пайдалану мүмкіндігі кеңейді (1-сурет).



1-сурет – Электр жабдығының автоматтандырудағы кезеңдері

Автоматты суару жүйелері күн энергиясының көмегімен жұмыс істейтін ең тиімді салалардың бірі болып табылады. Дәстүрлі суару әдістері көп энергия мен суды қажет етеді, ал кейбір аймақтарда энергия тапшылығының салдарынан тиімді суару мүмкін емес. Күн панельдері арқылы қуат алатын суару жүйелері топырақ ылғалдылығын арнайы датчиктердің көмегімен өлшеп, тек қажетті жағдайда су береді. Бұл әдіс суды 30–40 пайызға дейін үнемдеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, автоматтандырылған суару өсімдіктердің физиологиялық қажеттіліктерін ескере отырып жүргізілетіндіктен, өнімнің сапасы мен мөлшері айтарлықтай артады. Мұндай жүйелердің артықшылығы – оларды инфрақұрылымы жоқ алыс егіс алқаптарына орнатуға болады. Энергия көзінен тәуелсіз болуы фермерлердің жұмысын жеңілдетеді және өндірістің үздіксіздігін қамтамасыз етеді[4].

Жылыжай шаруашылығында күн энергиясына негізделген автоматты микроклиматты бақылау жүйелері де кеңінен таралып келеді. Жылыжайда белгілі бір температура, ылғалдылық, жарық деңгейі, CO₂ концентрациясы сақталуы қажет. Автоматты жүйелер датчиктер арқылы көрсеткіштерді бақылай отырып, желдеткіштерді, жылытқыштарды немесе ылғалдандырғыштарды іске қосады. Күн энергиясының қолданылуы жылыжайды толықтай автономды етуге мүмкіндік береді. Мысалы, күндізгі уақытта энергияны жинап, аккумуляторға сақтап, түнгі уақытта жылыту жүйелерін іске қосуға болады. Мұндай жүйелер өсімдіктердің вегетациялық кезеңде қолайлы ортада дамуына ықпал етеді, өнім түсімін 20–50 пайызға дейін ұлғайтады. Сонымен қатар, фермерлердің энергияға кететін шығындары айтарлықтай қысқарады [5].

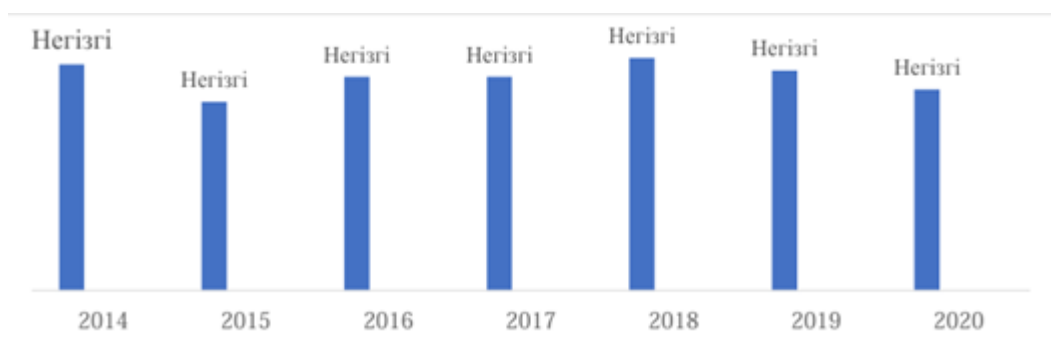
Жалпы Қазақстан Республикасы бойынша ЖІӨ өндіру кезінде отын-энергетикалық ресурстарды тұтынудың экономикалық тиімділігін айқындау үшін ЖІӨ-нің энергия сыйымдылығының көрсеткіші есептеледі. ЖІӨ-нің энергия сыйымдылығының көрсеткіші мұнай эквиваленті тоннасындағы барлық өндірістік және өндірістік емес қажеттіліктерге отын-энергетикалық ресурстардың жалпы тұтыну көлемінің ЖІӨ шамасына қатынасы ретінде айқындалады (2-сурет).

Қазақстан Орталық Азияда парниктік газдар шығарындыларының жоғары көрсеткіштеріне жаңартылатын энергия көздері үшін үлкен әлеуетке ие (3-сурет). Экономикалық, әлеуметтік және экологиялық артықшылықтарға қарамастан, Қазақстанда электр энергиясын өндіруде жаңартылатын энергия көздерінің үлесі төмен болып қалуда.



2-сурет – Салалар бойынша энергия тұтыну құрылымы

Мал шаруашылығында да күн энергиясына негізделген автоматты құрылғылар кең қолданыс табуда. Оларға автоматтандырылған жем беру жүйелері, сүт сауу орындарындағы бақылау датчиктері, жануарлардың орналасуын анықтайтын GPS-трекерлер, дене қызуын өлшеуші чиптер және қораларды автоматты желдету жүйелері жатады.



3-сурет – 2014-20 жж. бастап ЖІӨ энергия сыйымдылығының динамикасы, мың АҚШ долларына тең

Бұл құрылғылар малдың жағдайын үздіксіз бақылап, аурудың алдын алуға мүмкіндік береді. Мысалы, күн энергиясымен жұмыс істейтін автоматты желдету жүйесі қорадағы ауа сапасын жақсартады, зиянды газдардың жиналуын болдырмайды. Күн панельдерімен жабдықталған бейнебақылау жүйелері де фермерлер үшін өте ыңғайлы, себебі олар электр желісіне тәуелсіз жұмыс істей алады. Мұндай технологиялар мал шаруашылығының тиімділігін арттырып қана қоймай, еңбек шығындарын 30–40 пайызға дейін азайтады [6].

Зерттеу жұмысының нәтижелері мен талқылаулар. Бұл зерттеу ауыл шаруашылығында күн энергиясына негізделген автоматты электр жабдықтарының тиімділігін жан-жақты талдау арқылы бірнеше маңызды нәтижелерді анықтады. Жүргізілген теориялық және тәжірибелік зерттеулер көрсеткендей, күн энергиясын автоматтандыру технологияларымен біріктіру ауыл шаруашылық өндірісінің өнімділігін арттыруға, шығындарды азайтуға, экологиялық қауіпсіздікті күшейтуге және еңбек ресурстарын оңтайландыруға айтарлықтай әсер етеді. Төменде алынған негізгі нәтижелер жүйелі түрде талқыланып, олардың сандық дәлелдері кестелерде көрсетілген [7].

Күн энергиясына негізделген автоматты жүйелердің энергетикалық тиімділігі. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей, күн панельдерінің тиімділігі климаттық жағдайға байланысты өзгеріп отырса да, жалпы алғанда ауыл шаруашылығындағы қажеттіліктерді толық қамтамасыз етуге жеткілікті. Күн радиациясы жоғары аймақтарда фотоэлектрлік жүйелер жылдық энергия қажеттілігінің 70–95%-ын өтей алады.

Автоматты суару, жылыжай микроклиматы, мал қораларындағы желдеткіш және жарықтандыру жүйелері күн энергиясынан үздіксіз қуат алып, дәстүрлі желілік энергияға тәуелділікті айтарлықтай азайтады (1-кесте).

1-кесте – Күн энергиясына негізделген автоматты жүйелердің энергия өндіру тиімділігі

Қолдану саласы	Дәстүрлі энергия шығыны (кВт/ай)	Күн энергиясымен жабылған үлесі (%)	Тиімділік өсімі (%)
Автоматты суару жүйесі	120-150	85-95	25-30
Жылыжай микроклиматы	200-260	70-90	30-45
Мал қорасы желдету және жарық	90-120	75-100	20-35
Автономды сорғылар	140-170	80-95	28-40
Дрон құрылғыларын қуаттандыру	40-60	100	15-25

Бұл кесте күн энергиясы жүйелерінің ауыл шаруашылығындағы энергия шығынын айтарлықтай азайтатынын дәлелдейді. Әсіресе суару жүйелері мен автономды сорғыларда тиімділік жоғары. Бұл деректер фермерлердің шығындарын тікелей азайтып, ұзақ мерзімде экономикалық тиімділікті арттырады [8].

Экономикалық нәтижелер және шығындарды азайту. Зерттеу көрсеткендей, күн энергиясына негізделген автоматты электр жабдықтарының бастапқы инвестициясы жоғары

болғанымен, 2–4 жыл ішінде өзін толық ақтайды. Бұл әсіресе энергия инфрақұрылымы дамымаған алыс ауылдық аймақтар үшін маңызды.

Автоматтандыру адам еңбегін үнемдеуге, су мен энергия шығынын азайтуға мүмкіндік береді. Осылайша, фермерлік шаруашылықтар орташа есеппен жылына 18–35% аралығында қаражат үнемдей алады (2-кесте).

2-кесте – Күн энергиясына негізделген автоматтандыру жүйелерінің экономикалық тиімділігі

Жүйе түрі	Алғашқы инвестиция (мың тг)	Жылдық үнем (мың тг)	Өзін-өзі өтеу мерзімі (ай)
Автоматты суару	900-1200	350-480	28-34
Жылыжай климат-бақылау	1400-1800	450-600	30-36
Мал қоралары автоматтандыру	700-900	240-300	28-32
Автономды сорғылар	800-1100	260-370	34-40
Күн станциясы (шағын)	1000-1500	300-420	32-38

Нәтижелер көрсеткендей, автоматты суару және жылыжай жүйелер экономикалық тиімділігі бойынша ең жоғары көрсеткішке ие. Бұл жүйелер суды үнемдеу, өсімдік өнімділігін арттыру және еңбекті оңтайландыру арқылы табыстылықты арттырады.

Зерттеу нәтижелерінің жалпы талдауы көрсеткендей, күн энергиясы жүйелері ауылшаруашылығының негізгі технологиялық процестерін толыққанды энергиямен қамтамасыз етуге қабілетті екенін дәлелдеді. Автоматтандыру элементтерін енгізу өнімділікті арттырумен қатар, шаруашылықтардың табысын едәуір өсіретіні байқалды. Сонымен бірге су, энергия және еңбек ресурстарының айтарлықтай үнемделуі анықталып, бұл көрсеткіштер жүйелердің тиімділігін жан-жақты дәлелдей түседі [9]. Күн энергиясынан негізделген автоматты жабдықтарды қолдану қоршаған ортаға түсетін экологиялық жүктемені едәуір азайтып, тұрақты әрі экологиялық таза өндіріс моделін қалыптастыруға мүмкіндік береді. Бұдан бөлек, күн энергиясы фермерлердің энергия көздеріне тәуелділігін төмендетіп, шаруашылықтардың энергетикалық дербестігін күшейтетіні анықталды. Жалпы қорытындылай айтқанда, күн энергиясымен автоматтандыру технологияларын ауыл шаруашылығына кеңінен енгізу болашақта саланың серпінді дамуының негізгі қозғаушы күшіне айналатыны ғылыми түрде негізделді [10].

Жүргізілген зерттеу нәтижелерін талдау күн энергиясына негізделген автоматты электр жабдықтарын ауыл шаруашылығында қолдану өндіріс тиімділігін арттырудың маңызды тетігі екенін көрсетті. Алуан түрлі климаттық және инфрақұрылымдық жағдайларда жүргізілген салыстырулар бұл технологиялардың ауыл шаруашылығына икемді бейімделе алатынын дәлелдейді. Әсіресе суару, микроклиматты реттеу және мал шаруашылығындағы бақылау жүйелерінде күн энергиясының тұрақты әрі сенімді қуат көзі бола алатыны айқындалды. Бұл нәтижелер фермерлік шаруашылықтар үшін энергетикалық тәуелсіздікті қамтамасыз етудің жаңа мүмкіндіктерін ашып, инфрақұрылымы әлсіз аймақтардағы өндірістің тұрақтылығын арттырады [11].

Зерттеу барысында автоматтандырылған күн энергиясы жүйелерінің экономикалық тиімділігі де ерекше назар аудартты. Бастапқы шығындардың салыстырмалы түрде жоғары екеніне қарамастан, ұзақ мерзімді кезеңде энергия мен еңбек ресурстарын үнемдеу бұл инвестицияның өзін толық ақтайтынын көрсетті. Сонымен қатар автоматтандыру өнімділікке тікелей әсер етіп, өсімдік шаруашылығында өнімнің тұрақты әрі сапалы болуына, ал мал шаруашылығында жануарлардың денсаулығын тұрақты бақылауға мүмкіндік береді. Бұл деректер ауыл шаруашылығындағы шығындар құрылымын оңтайландырып, табыстылық деңгейін арттыруға жақсы негіз қалыптастырады [12].

Экологиялық тұрғыдан алғанда күн энергиясын пайдалану ауыл шаруашылығы өндірісінің қоршаған ортаға әсерін айтарлықтай төмендететіні байқалды. Парниктік газдар шығарындыларының азаюы, топырақ пен су ресурстарына түсетін жүктеменің жеңілдеуі және ресурстарды тиімді пайдалану – барлық осы факторлар тұрақты агроэкологиялық жүйе

қалыптастыруға ықпал етеді. Бұл аспектілер жаһандық климаттық өзгерістер жағдайында ерекше маңызды болып табылады және экологиялық таза өндіріс моделін дамытуға жол ашады [13]

Жалпы алғанда, талдау күн энергиясына негізделген автоматты технологияларды ауыл шаруашылығына енгізу экономикалық, энергетикалық және экологиялық жағынан тиімді әрі болашағы зор бағыт екенін толық дәлелдейді. Сонымен қатар мұндай технологиялар аграрлық саланың цифрландыру деңгейін арттырып, фермерлердің басқару процестерін оңтайландырады. Осылайша күн энергиясы мен автоматтандырудың үйлесуі ауыл шаруашылығының тұрақты әрі инновациялық дамуына ықпал ететін шешуші фактор ретінде бағалануы тиіс [14].

Зерттеу барысында автоматты суару, жылыжай микроклиматы, мал шаруашылығындағы бақылау жүйелері және автономды сорғы станциялары сияқты жабдықтардың энергия үнемдеу қабілеті мен тиімділігі дәлелденді. Бұл технологиялар су мен энергия шығынын қысқартып қана қоймай, өсімдіктер мен жануарлар үшін оңтайлы жағдай қалыптастырып, өнім сапасын тұрақты деңгейде ұстап тұруға мүмкіндік берді. Тиімділіктің артуы экономикалық тұрғыдан да оң әсер беріп, фермерлердің табысын ұлғайтып, өндіріс шығындарын азайтатыны айқындалды [15].

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері күн энергиясына негізделген автоматты электр жабдықтарының ауыл шаруашылығындағы маңызын жан-жақты дәлелдеп, олардың өндірістік процестерді оңтайландырудағы тиімділігін нақты көрсетті. Күн энергиясының экологиялық таза, сарқылмайтын және қолжетімді қуат көзі ретінде қолданылуы фермерлік шаруашылықтардың энергияға тәуелділігін азайтып, ауылдық аймақтардағы электр инфрақұрылымының жеткіліксіздігін өтеуге мүмкіндік беретіні анықталды. Сонымен қатар автоматтандыру жүйелері өндірістің тұрақтылығын арттырып, еңбек шығындарын қысқартып, өнімділіктің өсуіне айтарлықтай үлес қосты.

Экологиялық аспект тұрғысынан алғанда күн энергиясын пайдалану ауыл шаруашылығы саласындағы парниктік газдар шығарындыларын азайтуға, табиғи ресурстарды ұтымды пайдалануға және тұрақты агроэкожүйе қалыптастыруға жағдай жасайды. Бұл қазіргі климаттық өзгерістер кезеңінде ерекше маңызды фактор болып саналады және ұзақ мерзімді қоршаған орта қауіпсіздігін қамтамасыз етуге бағытталған тиімді шешімдердің бірі ретінде бағаланды.

Жалпы алғанда, күн энергиясына негізделген автоматты электр жабдықтарын ауыл шаруашылығында кеңінен қолдану саланың инновациялық дамуының негізгі бағыты бола алады. Мұндай технологиялар ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігін, тұрақтылығын және экологиялық қауіпсіздігін арттыра отырып, еліміздің аграрлық секторында жаңа мүмкіндіктерге жол ашады. Сондықтан күн энергиясы мен автоматтандыру технологияларын интеграциялау болашақта ауыл шаруашылық өндірісінің бәсекеге қабілеттілігін күшейтетін стратегиялық маңызды бағыт ретінде қарастырылуы тиіс.

Әдебиеттер:

- [1] **Алимбаев, Ж.Т.** Ауыл шаруашылығында энергия үнемдеу технологиялары. – Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 256 б.
- [2] **Сүлейменов, Б.Қ., Жұмабекова, Г.М.** Жаңартылатын энергия көздері: теория және тәжірибе. – Астана: Фолиант, 2020. – 312 б.
- [3] **Нұртаев, А.С.** Күн энергиясын аграрлық секторда қолдану негіздері. – Шымкент: ОҚМУ баспасы, 2019. – 198 б.
- [4] **Айтмұхамбетов, М.М.** Автоматтандыру жүйелері және ауыл шаруашылығындағы инновациялар. – Алматы: Білім, 2021. – 284 б.
- [5] **Қасенов, Д.Р., Серікбаева, А.Ш.** Жылыжай шаруашылығындағы микроклиматты басқару. – Қарағанды: Bolashaq, 2017. – 176 б.
- [6] **Курманов, Е.А.** Энергетикалық тиімді суару жүйелері. – Тараз: Дәуір, 2018. – 240 б.
- [7] **Мырзахметов, К.С.** Аграрлық техника және автоматты жабдықтар. – Алматы: Экономика, 2020. – 228 б.

- [8] **Әбдіқадыров, С.Т.**, Хусаинов, М.Ж. Күн панельдерінің техникалық сипаттамасы және қолданылуы. – Астана: Л.Н. Гумилев ЕҰУ баспасы, 2022. – 190 б.
- [9] International Renewable Energy Agency (IRENA) // Solar Energy Applications in Agriculture. – Abu Dhabi: IRENA Publications, 2020. – 142 p.
- [10] FAO. Solar-powered irrigation systems: Technical, economic and environmental consideration s// – Rome: FAO Publishing, 2018. – 118 p.
- [11] **Kumar, S.S. et al.** Solar powered water pumping systems for irrigation, 2020.
- [12] **Boukebbous, S. E.**, Benbaha, N., Bouchakour, A., Ammar, H., Bouhoun, S., Kerdoun, D. Experimental performance assessment of photovoltaic water pumping system for agricultural irrigation, 2021.
- [13] **Ahmed, N. M.**, Hassan, A. M., Abdelwahab, M. K., et al. Reliability and performance evaluation of a solar PV-powered water pumping system, 2023.
- [14] **Shinde, V.B.** Solar photovoltaic water pumping system for automated irrigation. African Journal of Agricultural Research, 2015.
- [15] **Le Veut, D.M.C.D.**, Wan Shuting, Zhang Bolin. Optimization of Solar Water Pumping Systems for Agricultural Irrigation, 2024.

References:

- [1] **Alimbaev, Zh.T.** Ауыл шаруашылығында энергия үнемдеу технологиялары. – Almaty: Qazaq universiteti, 2018. – 256 b. [in Kazakh]
- [2] **Suleimenov, B.Q.**, Zhumabekova, G.M. Zhañartylatyn energiia kózderi: teoriia zhəne təzhiribe. – Astana: Foliant, 2020. – 312 b. [in Kazakh]
- [3] **Nurtaev, A.S.** Kún energiasyn agrarlyq sektorda qoldanu negizderi. – Shymkent: OQMU baspasy, 2019. – 198 b. [in Kazakh]
- [4] **Aitmūkhambetov, M.M.** Avtomattandyru zhuīeleri zhəne auyl sharuashylygyndaғы innovatsialar. – Almaty: Bilim, 2021. – 284 b. [in Kazakh]
- [5] **Qasenov, D.R.**, Serikbaeva, A.Sh. Zhylyzhai sharuashylygyndaғы mikroklimate y basqaru. – Qaraghandy: Bolashaq, 2017. – 176 b. [in Kazakh]
- [6] **Kurmanov, E.A.** Energetikalyq tiimdi suaru zhuīeleri. – Taraz: Dáuir, 2018. – 240 b. [in Kazakh]
- [7] **Myrzakhmetov, K.S.** Agrarlyq tekhnika zhəne avtomatty zhabyqtar. – Almaty: Ekonomika, 2020. – 228 b. [in Kazakh]
- [8] **Abdikadyrov, S.T.**, Khusainov, M.Zh. Kún panelderiniń tekhnicalyq sipattamasy zhəne qoldanylyu. – Astana: L.N. Gumilev EÚU baspasy, 2022. – 190 b. [in Kazakh]
- [9] International Renewable Energy Agency (IRENA) // Solar Energy Applications in Agriculture. – Abu Dhabi: IRENA Publications, 2020. – 142 p.
- [10] FAO. Solar-powered irrigation systems: Technical, economic and environmental consideration s// – Rome: FAO Publishing, 2018. – 118 p.
- [11] **Kumar, S.S. et al.** Solar powered water pumping systems for irrigation, 2020.
- [12] **Boukebbous, S. E.**, Benbaha, N., Bouchakour, A., Ammar, H., Bouhoun, S., Kerdoun, D. Experimental performance assessment of photovoltaic water pumping system for agricultural irrigation, 2021.
- [13] **Ahmed, N. M.**, Hassan, A. M., Abdelwahab, M. K., et al. Reliability and performance evaluation of a solar PV-powered water pumping system, 2023.
- [14] **Shinde, V.B.** Solar photovoltaic water pumping system for automated irrigation. African Journal of Agricultural Research, 2015.
- [15] **Le Veut, D.M.C.D.**, Wan Shuting, Zhang Bolin. Optimization of Solar Water Pumping Systems for Agricultural Irrigation, 2024.

ДЕМОНСТРАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Баймаханова З. А., кандидат технических наук
Байбосын Е.Е., магистрант 2 курса ОП 7М07155-Электр энергетика

Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

Аннотация. В данной статье рассматривается эффективность применения автоматизированного электрического оборудования на основе солнечной энергии в сельском хозяйстве. В современных условиях возрастает необходимость получения электроэнергии из экономических и экологически чистых источников. Использование солнечных панелей и автоматизированных систем даёт возможность экономить энергию в животноводстве, растениеводстве и на тепличных комплексах. В статье анализируются преимущества применения солнечной энергии, её инвестиционная рентабельность и надёжность работы оборудования. Также показано, что автоматические электрические системы повышают эффективность производственных процессов, снижают трудозатраты и сокращают расходы. На основе практических примеров оцениваются срок службы оборудования, показатели производительности и общая экономическая эффективность при использовании солнечной энергии. В заключении обосновывается, что автоматизированные системы на солнечной энергии могут служить устойчивым, эффективным и экологически безопасным источником энергии для сельского хозяйства.

В статье также рассматривается инвестиционная привлекательность таких систем, долгосрочная экономия затрат и экологические преимущества. Автоматизированные системы позволяют автоматизировать производственный процесс, сократить затраты труда и повысить надёжность производства.

Системы на солнечной энергии – это экономически, социально и экологически выгодный инструмент для сельского хозяйства; они направляют агропроизводство в устойчивое, экономичное и «зелёное» русло, обеспечивая энергонезависимость и устойчивое развитие.

Ключевые слова: солнечная энергия, сельское хозяйство, автоматизация, возобновляемая энергия, системы орошения, энергоэффективность, агротехнологии.

DEMONSTRATING THE EFFICIENCY OF AUTOMATED ELECTRICAL EQUIPMENT BASED ON SOLAR ENERGY IN AGRICULTURE

Baymakhanova Z.A., candidate of technical sciences
Baibolsyn Y., second year master's student of the EP 7M07155-Electric Power Industry

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city

Annotation. In this article, the effectiveness of using automated electrical equipment powered by solar energy in agriculture is examined. Nowadays, there is a growing need in the agricultural sector to obtain electricity from economical and environmentally friendly sources. The use of solar panels and automated systems enables energy savings in livestock farming, crop cultivation, and greenhouse operations. The article analyzes the advantages of solar energy application, its investment viability and the reliability of equipment operation. It also demonstrates that automated electrical systems increase production process efficiency, reduce manual labor, and cut costs. Through practical examples, the service life of equipment, productivity indicators, and overall economic efficiency of using solar energy in agricultural electric equipment are assessed. In conclusion, the study proves that automated solar-energy systems can serve as a stable, efficient, and ecologically safe source of energy for agriculture.

The article further discusses the investment attractiveness of such systems, their long-term cost savings and environmental benefits. Automated systems help to streamline production processes in agriculture, reduce labor costs, and enhance production reliability. Solar-powered automated electric equipment represents an economically, socially, and environmentally beneficial tool for agriculture; it directs agroproduction towards a sustainable, efficient and “green” path – promoting energy independence and sustainable development.

Keywords: solar energy, agriculture, automation, renewable energy, irrigation systems, energy efficiency, agritech.

Руководство для авторов по оформлению рукописей

Готовая научная работа для публикации в журнале «Технические науки и технологии» может быть подана автором (авторами) через систему онлайн подачи статей на сайте vestnik.korkyt.kz, используя специальные инструкции. Статья должна быть написана в формате Word в Windows 10 шрифтом Times New Roman (статья, не написанная в соответствии с этим требованием, не будет принята автоматически). Язык публикаций казахский, русский, английский. **Структура и оформление статьи:**

1. Объем статьи в пределах от 6 до 12 страниц (не менее 6 страниц, за исключением аннотаций и списка литературы).

- Схема построения статьи (страница – А 4, книжная ориентация, поля с левой, верхней и нижней сторон – 2,5 мм, с парвой – 2,0 мм. Шрифт: тип – Times New Roman, размер (кегель) - 12) (В формате Word в операционной системе Windows 10):

- индекс МРНТИ - первая строка сверху слева (<http://grnti.ru>); индекс DOI (предоставляется редакцией журнала);

- название статьи – прописными буквами по центру полужирным шрифтом, размер-12;

- инициалы и фамилию автора(ов) – по центру полужирным шрифтом, размер (кегель) – 11 (адрес эл.почты авторов, номер орсид, количество авторов не должно превышать 5 человек);

- полное наименование организации, город, страна – по центру, курсив, размер - 11.

- **Аннотация** на языке оригинала (**150-200** слов; сохраняя структуру статьи) размер-11.

- **Ключевые слова** (на казахском, русском, английском от 5 до 8 слов/словосочетаний) размер (кегель) - 11.

- Основной текст (12 шрифт, межстрочный интервал - 1, отступ «красной строки» - 1,25 см), структура:

2. **Введение:** обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы, определение объекта, предмета, целей, задач, методов, подходов, гипотезы и значения работы.

3. **Материалы и методы исследования:** должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

4. В статье нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. В ссылках в тексте указывается в квадратных скобках.

5. **результаты/обсуждение:** приводится анализ и обсуждение полученных результатов исследования.

6. **закключение/выводы:** обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором.

Список литературы (размер (кегель) – 11, количество используемой литературы не менее 15). При наличии в списке литературы работ, представленных на кириллице, список литературы должен быть представлен в двух вариантах: первый - в оригинале, второй - в латинизированном алфавите (транслитерация). Список ссылок в статье должен содержать только рецензируемые литературные источники, литературу с индексом DOI. Список латинизированной литературы должен быть подготовлен через сайт <http://www.translit.ru>.

7. Сведения об авторах: (должны содержать ФИО автора (ов), полное наименование организации, город, страна, контактные данные: телефон, эл.почта, номер орсид) на 3-х языках.

8. Статья должна обладать не менее 80% уникальности текста для публикаций. В случае если оригинальность статьи ниже 80%, работа будет возвращена автору для исправление и корректировки. После вторичной проверки статья набирает необходимого показателя в антиплагиат, направляется на рассмотрение редакционной коллегии. Статья, не отвечающая соответствующим требованиям, оригинальность которой, проверена дважды, к публикации не принимается. После положительного отзыва рецензентов, статья принимается для публикации в журнал и автору направляется уведомление об оплате. Автор обязан отправить квитанцию об оплате на электронную почту редакции. (Technique_Journal@korkyt.kz).

Manual for authors of manuscripts

Ready scientific work for publication in the journal «Technical sciences and technologies» can be submitted by the author (authors) through the system of online submission of articles on the site vestnik.korkyt.kz, using special instructions. The article should be written in Word format in Windows 10 in Times New Roman font (an article not written in accordance with this requirement will not be accepted automatically). Language of publications Kazakh, Russian, English.

Structure and design of the article:

1. The size of the article ranges from 6 to 12 pages at least 6 pages, excluding annotations and bibliography).

- description of the scheme of the article (page - A 4, book orientation, indents are calculated with respect to the left top and bottom sides page margins – 2.5 m, with right - 2.0 m, Standard font: type - Times New Roman, size (font) - 12) (Word format on Windows 10 operating system):

- the ISTIR index is the first line at the top left (<http://grnti.ru>).
- DOI index (provided by the editorial office);
- title of article – with capital letters, alignment on the center in bold, size (font) 12.
- initials and last name of author(s) - alignment on the center in bold, size (font) – 11, (e-mail address of the authors, orsid number, the number of authors should not exceed 5 people);
- the full name of the organization, city, country, alignment on the center, italic, size (font) - 11.
- **Annotation** in the original language (150-200 words; retaining the structure of the article) size (font) - 11.
- **Keywords** (in Kazakh, Russian, English from 5 to 8 words/phrases) size (font) - 11.
- **Main text** (12 font, line spacing - 1, indentation of red line#- 1.25 cm)
- Structure:

2. **Introduction:** rationale for the selection of the topic; relevance of the topic or problem; definition of the object, subject, objectives, tasks, methods, approaches, hypotheses and meanings of the work.

3. **Research materials and methods:** should consist of a description of the materials and the progress of work, as well as a full description of the methods used.

4. In the article, only those formulas that are referenced in the text are numbered. References in the text are indicated in square brackets.

5. **Results/discussion:** an analysis and discussion of the results of the study is given.

6. **Conclusion/conclusions:** summarizing and summarizing the work at this stage; confirmation of the truth of the assertion put forward by the author.

List of references (size (point size) - 11, the number of used literature is at least 15). If there are works presented in Cyrillic in the list of references, the list of references should be presented in two versions: the first - in the original, the second - in the Latinized alphabet (transliteration). The list of references in the article should contain only peer-reviewed literary sources, literature with a DOI index. The list of romanized literature should be prepared through the site <http://www.translit.ru>.

7. Information about the authors: (should contain the full name of the author (s), full name of the organization, city, country, contact details: telephone, e-mail, orsid number) in 3 languages.

8. The article must have at least 80% uniqueness of the text for publication. If the originality of the article is below 80%, the work will be returned to the author for correction and correction. After a secondary check, the article gains the required indicator in anti-plagiarism, and is sent for consideration by the editorial board. An article that does not meet the relevant requirements, the originality of which is double-checked, is not accepted for publication. After a positive feedback from the reviewers, the article is accepted for publication in the journal and the author is sent a notification of payment. The author is obliged to send a payment receipt to the editorial office by e-mail (Technique_Journal@korkyt.kz)

МАЗМҰНЫ

Сарабекова Ұ.Ж., Тынымбай Н.Т. Мұнай-газ саласындағы еңбек қауіпсіздігі жағдайын талдау және адам факторының рөлі	4
Танжариков П.А., Макашев А.Б. Мұнай ұңғымаларындағы бұрандалы сорап қондырғыларының пайдалану-техникалық сипаттамаларын жетілдірудегі инновациялық технологиялар	13
Сарабекова Ұ.Ж., Билалова А.У., Әбсадықова Т.Б. Өндірістік қауіптен адамды қорғаудың жаңа әдістері мен жүйелерін жасау	19
Табылдиев Е.Т., Егізов Ғ.А., Казиев М.С., Кульбараков Б.А., Рыскалиев М.Ж. Қазақстан республикасының климаттық жағдайларында қысқы жағдайларда тас қалау өндірісінде жылы құрылыс ерітінділерінің құрамы мен қолдану технологиясын оңтайландыру	27
Абиева Г.С., Зхруллаев И.С., Ниетбай С.Е. Ғимараттар үшін әртүрлі тежеуші негіз түрлерін қолдана отырып, геотехникалық сейсмоизоляцияның тиімділігін зерттеу	37
Пишухин В.М., Головин В.В. Көпжылдық тоңды және гидратқұрамды жыныстарда керн алуға қажетті жағдайларды қамтамасыз ететін бұрғылау ерітіндісінің рецептурасын әзірлеу	47
Сарабекова Ұ.Ж., Дәулетқали А.Д. Құрылыс саласы кәсіпорындарында еңбекті қорғауды ұйымдастырудың тиімділігін арттыру және тәуекелдерді басқару әдістемесі	58
Асқар Б., Усенбаев Б. Сейсмикалық әсерлерге ұшыраған ғимарат элементтерінің техникалық жай-күйін тексеру туралы	65
Баймаханова З.А., Байбосын Е.Е. Ауыл шаруашылығында күн энергиясын қолдану негізінде автоматты электр жабдықтарының тиімділігін көрсету	75

СОДЕРЖАНИЕ

Сарабекова У.Ж., Тынымбай Н.Т. Анализ состояния охраны труда в нефтегазовой отрасли и роли человеческого фактора	4
Танжариков П.А., Макашев А.Б. Инновационные технологии в совершенствовании эксплуатационно-технических характеристик винтовых насосных установок в нефтяных скважинах	13
Сарабекова У.Ж., Билалова А.У., Абсадыкова Т.Б. Создание новых методов и систем защиты человека от производственных опасностей	19
Табылдиев Е., Егізов Ғ., Казиев М., Кульбараков Б., Рыскалиев М. Ж. Оптимизация состава и технологии применения теплых строительных растворов в каменном производстве в зимних условиях в климатических условиях Республики Казахстан	27
Абиева Г.С., Зхруллаев И.С., Ниетбай С.Е. Исследование эффективности геотехнической сейсмоизоляции зданий с применением различных типов демпфирующих оснований	37
Пишухин В.М., Головин В.В. Разработка рецептуры бурового раствора, обеспечивающего условия для отбора керна в многолетнемерзлых и гидратосодержащих породах	47
Сарабекова У. Ж., Даулетқали А.Д. Методика повышения эффективности организации охраны труда и управления рисками на предприятиях строительной отрасли	58
Асқар Б., Усенбаев Б. Об обследований технических состояний элементов. Зданий подверженных сейсмическим воздействиям	65
Баймаханова З.А., Байбосын Е.Е. Демонстрация эффективности автоматизированного электрического оборудования на основе солнечной энергии в сельском хозяйстве	75

CONTENT

Sarabekova U.Zh., Tynymbay N.T. Analysis of the state of occupational safety in the oil and gas industry and the role of the human factor	4
Tanzharikov P.A., Makashev A.B. Innovative technologies for improving the operational and technical characteristics of progressive cavity pump installation in oil wells	13
Sarabekova U.Zh., Bilalova A.U., Absadykova T.B. Creating new methods and systems for protecting humans from industrial hazards	19
Tabildiev E., Egizov G., Kazyev M., Kulbarakov B. Optimization of the composition and technology of application of warm building mortars in the production of masonry in winter conditions in the climatic conditions of the republic of Kazakhstan	27
Abieva G.S., Zkhrullaev I.S., Niyetbay S.E. Investigation of the effectiveness of geotechnical seismic isolation of buildings using various types of damping foundations	37
Pishukhin V.M., Golovin V.V. Development of a drilling fluid formulation ensuring suitable conditions for core sampling in permafrost and hydrate-bearing formations	47
Sarabekova U. Zh., Dauletkali A.D. Methodology for improving the efficiency of occupational safety and risk management in the construction industry	58
Askar B., Usenbayev B. On the inspection of the technical condition of building elements subjected to seismic effects	65
BaymakhanovaZ.A., Baibolsyn Y. Demonstrating the efficiency of automated electrical equipment based on solar energy in agriculture	75

Техника ғылымдары
және технологиялар
журналы

Журнал
Технические науки
и технологии

Technical science
and technology
journal

2023 жылдан бастап шығады
Издается с 2023 года
Published since 2023

Жылына төрт рет шығады
Издается четыре раза в год
Issued quarterly

Редакция мекен-жайы:
120014, Қызылорда қаласы,
Әйтеке би көшесі, 29 «А»,
Қорқыт Ата атындағы
Қызылорда университеті

Адрес редакции:
120014, город Кызылорда, ул.
Айтеке би, 29 «А»,
Кызылординский университет
им. Коркыт Ата

Address of edition:
120014, Kyzylorda city,
29 «A» Aiteke bie str.,
Korkyt Ata Kyzylorda
University

Телефон: (7242) 27-60-27
Факс: 26-27-14
E-mail:
Technique_Journal@korkyt.kz

Телефон: (7242) 27-60-27
Факс: 26-27-14
E-mail:
Technique_Journal@korkyt.kz

Tel: (7242) 27-60-27
Fax: 26-27-14
E-mail:
Technique_Journal@korkyt.kz

Құрылтайшысы: «Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті» КеАҚ
Учредитель: НАО «Кызылординский университет им. Коркыт Ата»
Founder: «Korkyt Ata Kyzylorda University» NJSC

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігі
берген бұқаралық ақпарат құралын есепке алу куәлігі
алғашқы тіркеу № KZ KZ37VPY00066487 16-наурыз, 2023 ж
қайта тіркеу № KZ44VPY00096431 9-маусым, 2024 ж

Техникалық редакторы: Абуова Н.А.
Компьютерде беттеген: Махашов А.А.

Теруге 8.12.2025 ж. жіберілді. Басуға 22.12.2025 ж. қол қойылды.
Форматы 60 × 841/8. Көлемі 5,5 шартты баспа табақ. Индекс 76216.
Таралымы 50 дана. Тапсырыс 0225 Бағасы келісім бойынша.

Сдано в набор 8.12.2025 г. Подписано в печать 22.12.2025 г.
Формат 60 × 841/8. Объем 5,5 усл. печ. л. Индекс 76216.
Тираж 50 экз. Заказ 0225. Цена договорная.

Жарияланған мақала авторларының пікірі редакция көзқарасын білдірмейді. Мақала мазмұнына автор жауап береді. Қолжазбалар өңделеді және авторға қайтарылмайды. «Техника ғылымдары және технологиялар» журналында жарияланған материалдарды сілтемесіз көшіріп басуға болмайды.

Опубликованные статьи не отражают точку зрения редакции. Автор несет ответственность за содержание статьи. Рукописи редактируются и авторам не возвращаются. Материалы, опубликованные в журнале «Технические науки и технологии», не могут воспроизведены без ссылки.

The published articles do not reflect the editorial opinion. The author is responsible for the content of the article. Manuscripts are edited and are not returned the authors. Materials published in the journal «Technical science and technology» can not be republished without reference.

Университет баспасы
120014, Қызылорда қаласы, Әйтеке би көшесі, 29А.