

ISSN 2959-8311 (print)

ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ

№ 1 (1), 2023

2023 жылдан бастап шығады
Выходит с 2023 года
Founded in 2023

Жылына төрт рет шығады
Выходит четыре раза в год
Published four times a year

**Қызылорда/Кызылорда/Kyzylorda
2023**

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
- Удербаяев С.С. - техника ғылымдарының докторы, доцент, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы
- Төлеген А.Е. - жауапты хатшы, техника ғылымдарының магистрі, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы

Редакционная коллегия

- Таңжарықов 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
- Удербаяев С.С. - доктор технических наук, доцент, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан
- Төлеген А.Е. - ответственный секретарь, магистр технических наук, 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, Zhangir 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.
- Tolegen A.E. - executive Secretary, Master of Technical Sciences, 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

ОҚЫРМАНҒА!

«Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің Хабаршысы» жылына төрт рет шығады. Журнал ғалымдардың жүргізген зерттеулерінің маңызды тақырыптарын қамтитын, мақалалары мен материалдары көпшілікке танымал, беделді ғылыми басылым.

Хабаршы журналының бір бағыты техника ғылымдары мен технология саласы болатын. 2023 жылдан бастап аталған бағыт «Техника ғылымдары және технологиялар» жеке журналы болып шыға бастады. Басылым беттерінде еліміздің технологиялық және техникалық ғылым саласындағы өзекті ғылыми мәселелері, халықаралық деңгейдегі заманауи ғалымдар тәжірибесі мен ғылыми жаңалықтары талқыланып, ғылым мен өндіріс салаларын интеграциялаудың озық үлгілері жарық көреді. Сонымен қатар техникалық ғылым жүйесіндегі инновациялық және ақпараттық технологиялар мен қазіргі заманғы озық тәжірибелік жұмыстар жарияланып отырады. Еліміздің, алыс және жақын шетел ғалымдарының еңбектері, ғылыми конференциялардың материалдары, танымдық-тәрбиелік мақалалар, жастардың ғылыми шығармашылығы, университетіміздің тыныс-тіршілігі туралы да ақпараттар мен жаңалықтар көпшілік назарына ұсынылады.

Ғылыми журнал профессор-оқытушыларға, ғылыми қызметкерлерге, жас ғалымдар мен студенттерге, сондай-ақ Қазақстанның ғылым және жоғары білім саласындағы жаңалықтарымен танысқысы келетін зиялы қауымға арналған.

Құрметті қауым, Сіздерді журналдың белсенді авторы және оқырманы болуға шақырамыз!

Редакция алқасы

К ЧИТАТЕЛЮ!

«Вестник Кызылординского университета имени Коркыт Ата» издается четыре раза в год. Вестник – авторитетное научное издание, статьи и материалы которого освещают важные темы исследований ученых в соответствующей области науки.

Одним из направлений журнала «Вестник» является сфера технических наук и технологий. Начиная с 2023 года данное направление становится отдельным журналом «Технические науки и технологии». На страницах издания будут обсуждены актуальные научные вопросы в области технологической и технической науки страны, опыт и научные открытия современных ученых международного уровня, опубликованы передовые модели интеграции отраслей науки и производства. Также будут опубликованы инновационные и информационные технологии и современные опытные работы в системе технической науки. Будут представлены работы ученых страны, дальнего и ближнего зарубежья, материалы научных конференций, познавательные-воспитательные статьи, научное творчество молодежи, информация и новости о жизнедеятельности нашего университета

Научный журнал предназначен для профессорско-преподавательского состава, научных работников, молодых ученых и студентов, а также для творческой интеллигенции Казахстана, желающей ознакомиться с новостями в сфере науки и высшего образования.

Уважаемые читатели, приглашаем Вас стать активными авторами и читателями журнала!

Редакционная коллегия

FOR THE READER!

The «Bulletin of the Korkyt Ata Kyzylorda University» has been published four times. «Bulletin» – is an authoritative scientific publication whose articles and materials cover important research topics of scientists in the field of science.

One of the directions of the journal "Bulletin" is the sphere of technical sciences and technologies, starting from 2023 this direction becomes a separate journal "Technical sciences and technologies" as part of the "Bulletin". Current scientific issues in the field of technological and technical science of the country, the experience and scientific discoveries of modern scientists of international level will be discussed on the pages of the publication, advanced models of integration of branches of science and production will be published. Innovative and information technologies and modern experimental works in the system of technical science will also be published. The works of scientists from the country, far and near abroad, materials of scientific conferences, educational articles, scientific creativity of young people, information and news about the life of our university will be presented.

The scientific journal is intended for the teaching staff, researchers, young scientists and students, as well as for the creative intelligentsia of Kazakhstan who want to get acquainted with the news in the field of science and higher education.

Dear readers, we invite you to become active authors and readers of the magazine!

Editorial Board

ANALYSIS BASED ON THE INFLUENCE OF MECHANICAL IMPURITIES IN THE OIL WELL ON THE SUBMERSIBLE PUMPING EQUIPMENT

Tanzharikov P.A., candidate of technical sciences, associate professor
pan_19600214@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6490-9972>

Suleymenov N.S., candidate of technical sciences
nurzhan_suleymen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4039-4900>

Bulegenov B.B., master degree's student
bagdat_91g@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0806-176X>

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan

Annotation. The oil and gas companies are working to improve effective ways and technologies to combat the factors that complicate stable oil production. Among the main factors complicating oil well operation is the resistance of mechanical impurities in the reservoir fluid. Nowadays electrical centrifugal pumping units are widely used in the most part of oil production, and intensive ejection of mechanical impurities together with the oil during operation in the well is considered as the main problem of oil producing companies.

This article considers the optimal methods and technologies of protection against formation of mechanical impurities and their reverse impact during operation of submersible pumps during oil and gas field development. The comparative analysis of the reasons of failures of pumping equipment and overhaul stages of wells produced by the given pumping technologies with respect to mechanical impurities has been carried out. The proposals to increase the complex of effective measures to protect submersible pumping equipment from mechanical impurities in difficult well conditions and the corresponding overhaul period have been developed.

Keywords: well operation method, electric centrifugal pump installation, mechanical impurities, inter-repair period of the well, efficiency factor, filters, inhibitors.

Introduction. The most effective method of mechanized production to ensure high well productivity in the oil and gas industry is the use of electric submersible pump (ESP) units. This is because they are structurally adapted to high flow rates.

Electrically driven centrifugal pump units are designed for pumping oil well products containing oil, water, gas and mechanical impurities. The unit consists of a submersible pump unit, a cable line lowered into the well on tubing, and surface electrical equipment.

A submersible pump unit consists of a motor (electric motor with hydraulic protection) and a pump, above which check and drain valves are installed. Depending on the performance and depth of the well, the working stages of the submersible pump in one section range from 35 to 210, and depending on the volume of productivity several sections are made. The maximum concentration of hydrogen sulfide for corrosion-resistant submersible pumps is 1.25 g/l. Wear-resistant pumps can be operated in wells with solids concentrations up to 0.5 g/l. Submersible unit installed in the well is started by ground electrical equipment (control station) [1].

When wells are used with ESP units, a number of complications as well as the effects of mechanical impurities in many oil fields are largely manifested. This results in a variety of complex production situations in the fields and wells.

In the Arys-kum trough of the South Turgai depression, the fields of local oil and gas enterprises (Kumkol, Akshabulak, Arys-kum, Kyzylkiya, Nuraly and others) experience several complications when operating wells equipped with ESPs in the mechanical production project. These include sanding, salt deposits, equipment fractures caused by corrosion, increased gas factor and asphaltene and paraffin in the wellhead and downhole equipment. Corrosion and salinity are particularly common due to high water cut wells. The main practical methods of combating asphaltene-resin-paraffin deposits, less pronounced in relation to high water cut and reservoir temperature of well production, are:

1. Wells flushing with hot oil;

2. Wells treatment with inhibitors or chemical reagents and hot water (hydrochemical method) [2, 3].

The problems encountered in downhole production in the fields include the effects of mechanical impurities or solids carried out of the reservoir together with the oil.

Mechanical impurities are unfavorable factors adversely affecting the technological process in the production of reservoir fluid, and the main causes of equipment failure. The content of mechanical impurities is varied, mainly reservoir fractions in wells, fine or coarse solids, sands and salt deposits, as well as the structure of surface corrosive products of oilfield equipment. Sources of mechanical impurities entering the pumping unit are divided into four main types (*Figure 1*) [9].

Materials and methods of research. The removal of mechanical impurities from the formation causes hydroabrasive and abrasive wear of working elements on ESP equipment, and can also lead to clogging of flow channels of pump stages (*Figure 2*). This leads to a decrease in well flow rates and operating life at the pumping units, as well as a reduction in the inter-repair period (IRP) of wells [4]. At the same time, the following causes of short IOR in wells: cracks and holes in the tubing (from corrosion or hardness abrasion), technical and technological shortcomings for the timely treatment of wells, taking measures against the complicating factors.

In the mechanical method of well operation, the main requirement in production with electric-drive pumping units is to increase their overhaul period and improve the reliability of pumping equipment.

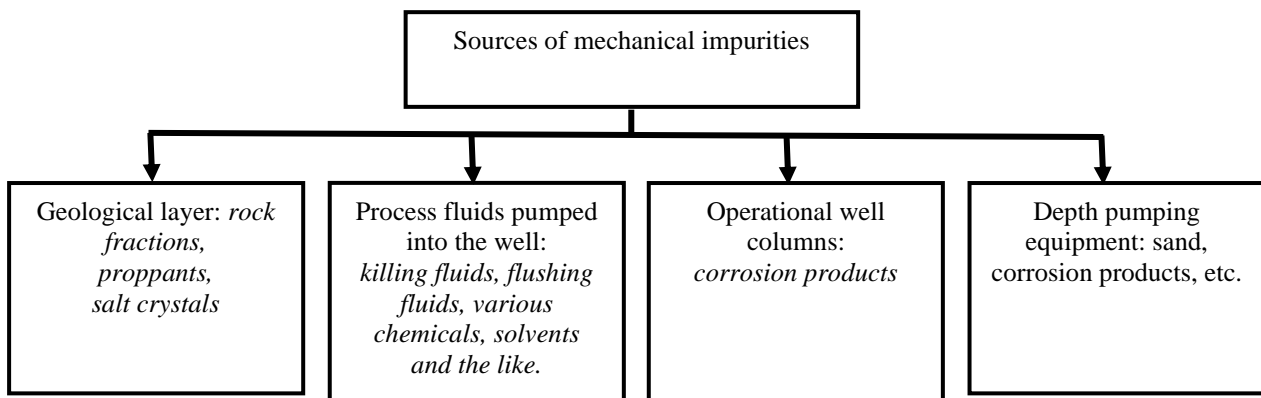


Figure 1 – Types of sources of mechanical impurities

One of the main requirements is the prevention of complicating factors from mechanical impurities that can cause wear, plugging or overloading in the working bodies of submersible units. The overhaul period of oil production wells is proposed to calculate by the formula:

$$K = \frac{T_K}{N}$$

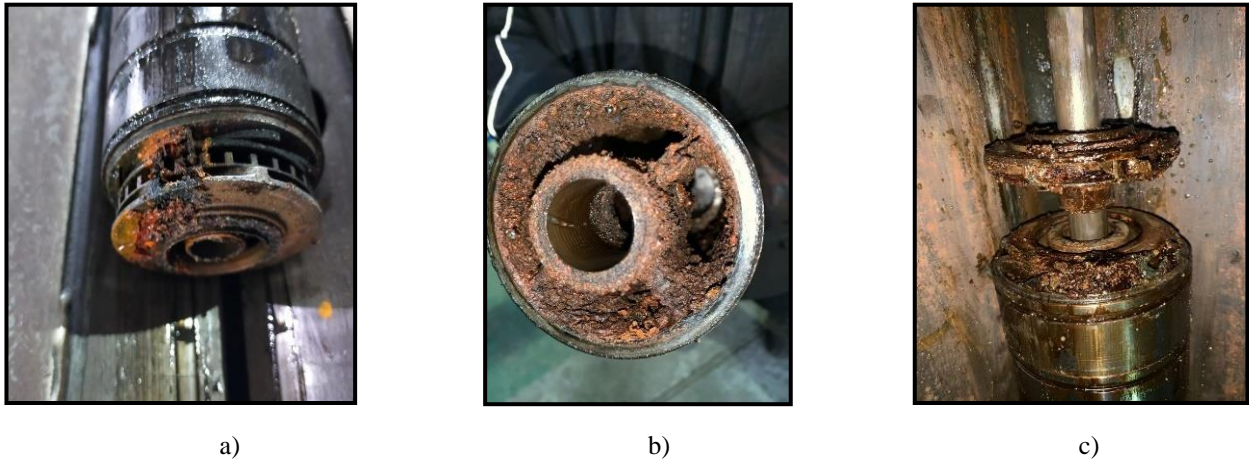
where, K – is the value of the overhaul period;

T_K – total working time of the entire mechanized stock of active wells for the accounting period (month/year, the data from the form Monthly Production Report are used), days;

N – number of submersible pump failures for the reporting period (current month, moving year), pcs.

Submersible pump failures are counted in the month they occur, regardless of whether the cause of the failure is conclusively determined. For a pump failure to have a calculated value, take:

1. Parametric failure resulting in removal of the submersible pumps;
2. Complete abandonment of the pump in the well [5].

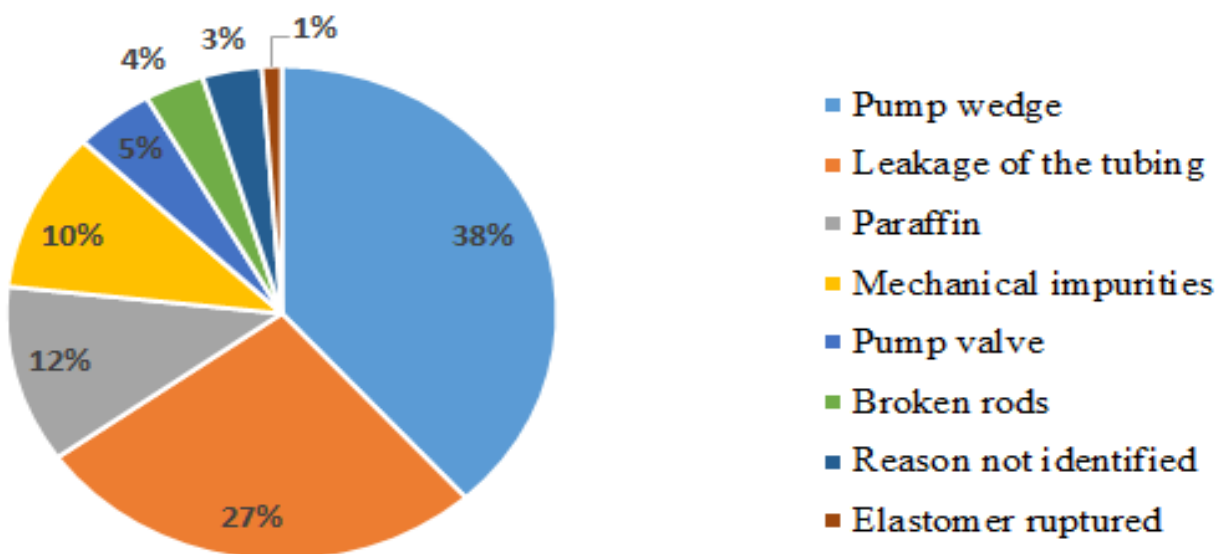


**Figure 2 – Defective change of the pump under the influence of mechanical impurities:
 (a) Operating stage fractures due to particulate matter; (b) Concentration of mechanical impurities (b) in the equipment; (c) Pump clogging**

Based on the analysis of the structure of the selected object, it is necessary to consider the formation of a set of effective measures to reduce the negative impact of mechanical impurities and the relationship of the various difficulties in a particular well. In accordance with this, an analysis was carried out on wells produced by a mechanized pump obtained at one of the regional fields (Figure 3).

Results and analyses. In these regional fields, based on the total mechanical production of the well, individual analyses are carried out and relevant measures have been taken after identifying the main causes of the inter-renovation period, such as:

- descent of 9m filters with shank and 1.5-2m filters with pump, to control impurities to prevent the pumps from jamming;
- the «Oil Heating Unit» cable lines were lowered to control paraffin deposits, and sand filter flushing packers were also installed to treat wells frequently without affecting the reservoir and to protect against mechanical impurities.
- conversion of wells from SRP (sucker rod pump) to PCP (progressive cavity pump) due to low overhaul intervals of plunger pumps in recent years.



The reason	Number of wells	Percentage rate	ESP	PCP	SRP
Pump wedge	33	38%	4	1	28
Leakage of the tubing	23	27%	4	0	19
Paraffin	10	12%	2	1	7
Mechanical impurities	9	10%	7	0	2
Pump valve	4	5%	0	0	4
Broken rods	3	3%	0	1	2
Reason not identified	3	3%	1	0	2
Elastomer ruptured	1	1%	0	1	0

Figure 3 – Overhaul intervals by well in the field: ESP – electric submersible pump; PCP – progressive cavity pump; SRP – sucker rod pump

In the analysis of the overhaul intervals of wells equipped with pumps, a high rate of mechanical impurities (pump wedge, paraffin, various mechanical impurities) was observed. Underground workovers by pump type were frequently performed with respect to mechanical impurity exposure (Figure 4).

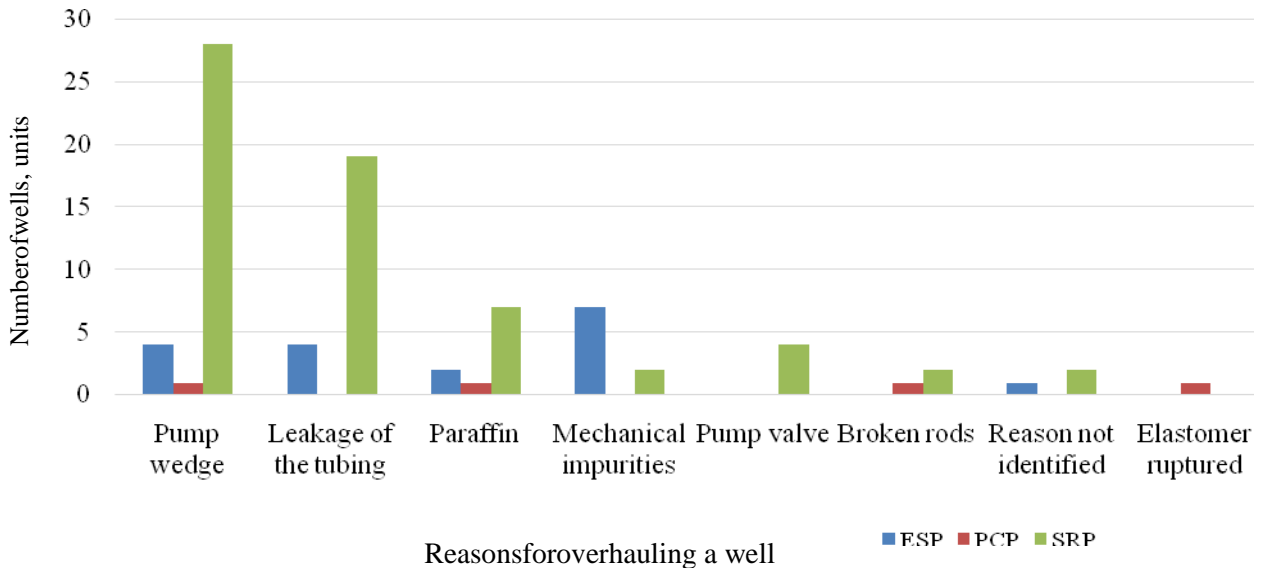


Figure 4 – Overhaul intervals by well in the field: ESP – electric submersible pump; PCP – progressive cavity pump; SRP – sucker rod pump

At present, local oil and gas production facilities have not sufficiently developed sustainable design solutions to protect the fluid produced from wells from solid impurities, i.e. technologies to prevent the impact of mechanical impurities on equipment. There is still a lack of well-established and scientifically sound principles for selecting methods to protect oil well equipment from the effects of mechanical solids. In practice, methods of controlling mechanical impurities are conventionally classified as technical and technological. Technical methods include the use of downhole filters, various sand anchors, mesh filters of various modifications, gravity and centrifugal separator devices installed in a set of submersible units. Technical methods are simpler and more accessible.

Technological (chemical) methods include reduction of underbalance, improvement of the quality of technological killing fluids, industrial fluids, etc., as well as proppant stabilisation technologies [6].

A common and cost-effective method of protecting pumping equipment from the effects of mechanical impurities is to separate them by protective devices from the reservoir fluids produced to the pump inlet module. The methods of protection against mechanical impurities

during ESP production in the fields can be divided into 2 groups [4]. The first group includes measures to prevent sand carry-over from the formation into the well (mainly weakly cemented parts).

Sand is formed by a process of displacement stresses that fracture the reservoir rock. Reservoir fluids then deliver the excavated sand to the wellbores with an adjacency, from which it is ejected by a pump to the surface or crumbles in the inner well system. The height and density of the sand bed depend on the concentration from the pump to the wellhead in its fluid string and on the time of the process interruption between the next shut-in and the start-up of the ESP in the well. Sand can reach a height of 5-10 metres as a result of sedimentation, and wedges or other complications occur in the pump during the next start-up of the submersible equipment (ESP) [7].

Borehole sand sludge is one of the most common occurrences in most oil fields and requires an additional sand cleaning process to be performed in a workover operation.

The second group of methods is the use of wear-resistant equipment. Such methods are widely used all over the world and are effective for moderate to low intensity sand removal. Wearable, high-cost submersible units can generally last longer than relatively cheap, corrosive unstable pumps, but many regional oil producers are reluctant to buy them because of the drop in oil prices over the past few years and the rise in the dollar. In addition, oil producers are accordingly looking at acceptable equipment that is cheaper than the price of high-priced imported equipment and comparable in quality. In addition, oil producers are accordingly looking at acceptable equipment that is cheaper than the price of high-priced imported equipment and comparable in quality [6].

In the case of productivity-dependent requirements, there is the possibility of using mechanical filters and centrifugal devices based on the principle of gravity and formation fluid treatment. None of the filters presented are universal. As a result of geological and technical measures or other operations, most filter designs are not capable of withstanding these impurities under difficult operating conditions, such as the removal of mechanical impurities of unaccounted particle size distribution. Just as there are optimal operating conditions for each equipment and a number of advantages and disadvantages, although the range of applications for filters is wide, their service life is limited depending on their ability to contaminate quickly. One of the most significant disadvantages of all filter designs is filter contamination and the inability to repair the filter during operation [8].

At present, local oil companies can be recommended technologies of protection against mechanical impurities, designed based on the composition of ESP equipment, in the description according to the operating conditions of the well (Table - 1) [4]. Among the main recommended technologies of mechanical impurities protection for ESP installations, which have been experimentally applied in other fields, are: slot filters installed in the unit, separators based on the principles of gravity or centrifugal separation of mechanical impurities and pump stages with open impeller (without upper and lower discs).

The slotted filter device, based on the inlet module of an ESP unit, cleans by filtering formation fluid through a slotted screen, trapping impurity particles above the slots and gaps between the coils. The size of trapped particles is 0.1-0.2 mm. The device uses slot grids made of wear-resistant stainless steel as the filter element.

The filter has several advantages: firstly, it is self-cleaning through vibration of the ESP; secondly, it is easy to install as it is part of the submersible pump unit. However, in some cases there is rapid contamination of slot filters from the effects of fine particle output and salt deposits [9].

To this end, devices based on the principles of gravity or centrifugal cleaning are used. Due to the rapid fouling of filters in service life, gravity particle separators are more reliable.

In gravity type separators, the incoming liquid flows from top to bottom and the flow reverses by 180° with a simultaneous reduction in flow velocity, causing heavy particles to settle

in the reversal area under the action of gravity. These separators are called hydrocyclones or inertia separators (Figure 5) [10].

Table 1 – Devices for the protection of ESP

Principle of action	The name
Volumetric filters	Borehole disc filter
Surface acting filters	Slotted input filter Borehole slotted filter
Inertial separators	Borehole gravity filter
Combined devices	Borehole gravity-slot filter Borehole cascade filter
Centrifugal separators	Modular sludge trap Mechanical separator

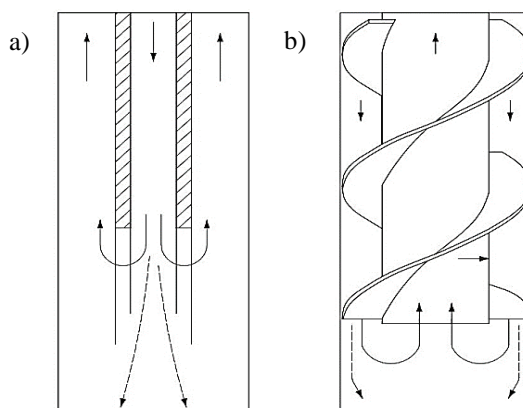


Figure 5 – Diagrams of gravity separators: a) without flow swirl; b) hydrocyclone type

The unit is mounted by means of a sealing unit in the base of the ESP motor, as a chain set with a slotted filter. In addition, units equipped with an open impeller centrifugal pump stage without top and bottom discs are recommended for oil production under difficult downhole conditions. Compared to series ESP, open impeller pumps are characterised by lower installation weight and dimensions (reduce pump length by 20-50%), more stable gas operation, reduced tendency to scaling (Figure 6).

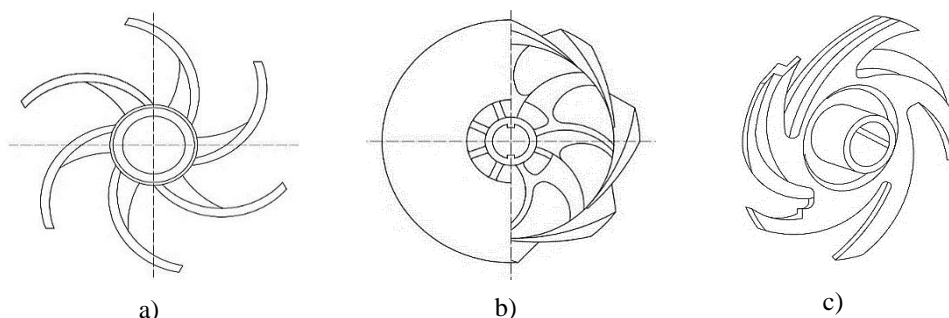


Figure 6 – Open impeller designs: (a) the upper and lower impeller discs were completely missing; (b,c) only parts of the upper and lower discs are retained

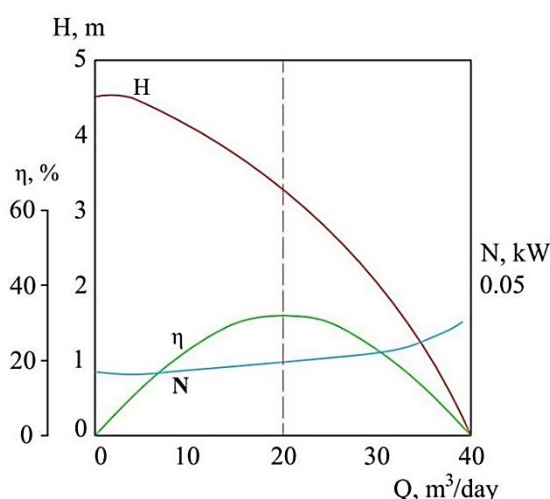
The use of open impeller pumps enables:

1. Flow in the axial clearances of the open impellers disperses both gas bubbles and solids and homogenises the borehole fluid;
2. The probability of solids and gas bubbles 'jamming' between the walls of the flow channels is reduced, because in the axial direction in open impellers these walls do not exist [11].

A unit with pumps of this type, along with the success of other field trials, is shown with a good result of intensive transfer efficiency starting at 10m³/d (Table 2, Figure 7). Open impeller stages ensure stable pump operation in difficult operating conditions, especially in small flow-rate wells (less than 50 m³/day). Allows us to recommend the use of an open impeller stage ESP as a replacement for the SRP in the relevant feed range [13].

Table 2 – Parameters of ESP operation

Q, m ³ /day	H, m	Efficiency, %	N, kW
0	4,52	0	0,021
5	4,47	13	0,021
10	4,21	23	0,021
15	3,81	29	0,023
20	3,30	32	0,024
25	2,68	30	0,026
30	1,97	25	0,028
40	0	0	0,039



**Figure 7 – Characterisation of ESP oil production intensity related to water density:
H - pump head; η - efficiency factor; N - power determined in the required mode**

In addition to the basic task of protecting the submersible pump unit against mechanical impurities, it is also possible to equip it with a special container with a chemical inhibitor to prevent the equipment from being affected by salt deposits in the formation. Salt deposits in a well occur due to changes in temperature, pressure, hydrogen pH and over-saturation of water with poorly soluble salts when mixing incompatible fluids [10, 12].

Currently operating equipment with a salt inhibitor based on the necessary technology to protect against the formation of salts in the well. These technologies include feeding inhibitors with water injected into the reservoir where the reservoir pressure maintenance system is being carried out, or through pipelines through an above-ground metering unit, or through special containers attached to the submersible motor of the ESP.

Conclusion. On a general basis and not limited to special devices as a method of preventing and counteracting the failure of submersible equipment due to mechanical impurities, several groups of measures are implemented - limiting the size of the concentration of impurities in technical fluids during drilling and well development, cleaning the bottomhole zone and wellbore with special units, monitoring the size of the concentration of impurities in the fluid during operation, also implementing soft start-up and ramp-up.

The proposed technology protects the ESP unit from solids slugging, wear and tear of working parts, and reduces the harmful effects of free gas, which improves the performance of the ESP unit in difficult downhole conditions.

The main criterion that determines the advantages of applying a certain method in a pilot study under production conditions and the integrated use of rational methods for controlling the effects of mechanical impurities is considered to be its cost-effectiveness.

References:

[1] **Mishhenko, I.T.** Skvazhinnaja dobycha nefti // Uchebnoe posobie dlja vuzov. RGU nefti i gaza im. I.M. Gubkina. Moskva, 2003. – С. 669-685. [in Russian]

[2] **Drozdov, A.N.** Tehnologija i tehnika dobychi nefti pogruchnymi nasosami v oslozhnjonyh uslovijah // Uchebnoe posobie dlja vuzov. RGU nefti i gaza im. I. M. Gubkina. Moskva, 2008. – S. 57-71. [in Russian]

[3] **Churikova, L.A.** Sapiev, E.S. Obosnovanie tehnologii obrabotki prizabojnoj zony plasta na mestorozhdenii Kumkol' v celjah podderzhaniya jekspluatacionnogo fonda skvazhin v rabotosposobnom sostojanii // Zapadno-Kazahstanskij agrarno-tehnicheskij universitet imeni Zhangir hana // Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal: Molodoj uchjonyj. 2022. №16, Chast' 2. –S. 139-142. [in Russian]

[4] **Lykova, N.A.** Oborudovanie dlja raboty UJeCN v uslovijah intensivnogo vynosa mehanicheskikh primesej // Inzhenernaja praktika, 2017. № 03. –S. 58 –62. [in Russian]

[5] Jekspertnyj sovet po mehanizirovannoj dobyche nefti. Raschet mezhremontnogo perioda raboty skvazhin. Raschet narabotki na otkaz. Raschjot srednej narabotki ustanovok do otkaza // Moskva. 2015 g. – S. 4-5. [in Russian]

[6] **Kolmakov, E.A.** Kondrashov, I.V., Zen'kov, I.V. Obzor konstrukcij fil'trov v sostave pogruchnyh jelektro-centrobeznyh nasosov pri dobyche nefti // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta. 2016. № 1. – S. 150-155. [in Russian]

[7] **Majkl, Zh.** Jekonomides, Djeniell, Hill, Kristin, Jelig-Jekonomides, Din, Zhu. Munaj ondiru zhujesi // Oqulyq. ZhShS RPBK «Daur». Almaty. 2017. – 339 b. [in Russian]

[8] **Kulichenko, P.S.** Metody zashhity UJeCN ot vlijaniya mehanicheskikh primesej: kompleksnyj podhod k resheniju problemy // Kafedra razrabotki i jekspluatatsii neftjanyh i gazovyh mestorozhdenij, Tjumenskij industrial'nyj universitet. Tjumen'. 2018.–S. 26-28. [in Russian]

[9] **Kamaletdinov, R.S.** Obzor sushhestvujushhix metodov bor'by s mehprimesjami // Inzhenernaja praktika. 2010. № 02.–S. 6-13. [in Russian]

[10] **Lykova, N.A.** Zashhita UJeCN ot zasoreniya: kompleksnyj podhod // Inzhenernaja praktika. 2016. № 04. –S. 44-50. [in Russian]

[11] **Peshherenko, M.P.** Neftjanye stupeni s otkrytymi rabochimi kolesami // Territorija neftegaz. 2014. №12. –S. 2-5. [in Russian]

[12] **Tanzharyqov, P.A.,** Amangel'dieva, G.B. Munaj zhane gaz ungyrna zhabdyqtarynyn korrozijalyq tozuyna qabat sularynyn aseri // Nauchno-tehnicheskij zhurnal: Neft' i gaz. Almaty. 2021. №2 (122). – S. 25-34. [in Kazakh]

[13] **Borikova, E.V.,** Martjushev, D.N.. Katalog produkcii Novomet // AO «Novomet-Perm». 2016. – 65с. [in Russian]

[14] **Shishlyannikov, D.,** Zverev, V., Ivanchenko, A. Increasing the Time between Failures of Electric Submersible Pumps for Oil Production with High Content of Mechanical Impurities // Applied sciences. 2022. № 12, (64). – pp. 1-11.

[15] **Burhanov, B.Zh.,** Ihsanov, K.A., Aldamzharov, N.N., Tauashev, R.Z. Ungymamen munaj zhane gaz ondirudin tehnologijalary men zhabdyqtary // Oqu quraly. Al'manah#. Almaty. 2019. – 88 b.

Әдебиеттер:

[1] **Мищенко, И.Т.** Скважинная добыча нефти // Учебное пособие для вузов. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – Москва, 2003. – С. 669-685.

[2] **Дроздов, А.Н.** Технология и техника добычи нефти погружными насосами в осложнённых условиях // Учебное пособие для вузов. РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина. – Москва, 2008. – С. 57-71.

[3] **Чурикова, Л.А.** Сапиев, Е.С. Обоснование технологии обработки призабойной зоны пласта на месторождении Кумколь в целях поддержания эксплуатационного фонда скважин в работоспособном состоянии // Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана // Международный научный журнал: Молодой учёный. 2022. №16, Часть 2. – С. 139-142.

[4] **Лыкова, Н.А.** Оборудование для работы УЭЦН в условиях интенсивного выноса механических примесей // Инженерная практика, 2017. № 03. – С. 58 –62.

[5] **Экспертный совет по механизированной добыче нефти.** Расчет межремонтного периода работы скважин. Расчет наработки на отказ. Расчет средней наработки установок до отказа // Москва. 2015 г. – С. 4-5.

[6] **Колмаков, Е.А.** Кондрашов, И.В., Зеньков, И.В. Обзор конструкций фильтров в составе погружных электро-центробежных насосов при добыче нефти // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2016. № 1. – С. 150-155.

[7] **Майкл, Ж. Экономидес,** Дэниелл, Хилл, Кристин, Элиг-Экономидес, Дин Жу. Мұнай өндіру жүйесі // Оқулық. ЖШС РПБК «Дәуір». – Алматы. 2017. – 339 б.

[8] **Куличенко, П.С.** Методы защиты УЭЦН от влияния механических примесей: комплексный подход к решению проблемы // Кафедра разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, Тюменский индустриальный университет. Тюмень. 2018. – С. 26-28.

[9] **Камалетдинов, Р.С.** Обзор существующих методов борьбы с мехпримесями // Инженерная практика, 2010. № 02. – С. 6-13.

[10] **Лыкова, Н.А.** Защита УЭЦН от засорения: комплексный подход // Инженерная практика, 2016. № 04. – С. 44-50.

[11] **Пещеренко, М.П.** Нефтяные ступени с открытыми рабочими колесами // Территория нефтегаз, 2014. №12. – С. 2-5.

[12] **Таңжарықов, П.А.,** Амангельдиева Г.Б. Мұнай және газ ұңғыма жабдықтарының коррозиялық тозуына қабат суларының әсері // Научно-технический журнал: Нефть и газ. Алматы, 2021. №2 (122). – С. 25-34.

[13] **Борикова, Е.В.** Мартюшев, Д.Н. Каталог продукции Новомет // АО «Новомет-Пермь», 2016. – 65с.

[14] **Shishlyannikov, D.,** Zverev, V., Ivanchenko, A. Increasing the Time between Failures of Electric Submersible Pumps for Oil Production with High Content of Mechanical Impurities // Applied sciences, 2022. № 12, (64). – pp. 1-11.

[15] **Бұрханов, Б.Ж.,** Ихсанов, К.А., Алдамжаров, Н.Н., Тауашев, Р.З. Ұңғымамен мұнай және газ өндірудің технологиялары мен жабдықтары // Оқу құралы. Альманахъ. Алматы, 2019. – 88 б.

МҰНАЙ ҰҢҒЫМАСЫНДАҒЫ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚОСПАЛАРДЫ БАТЫРМАЛЫ СОРАП ЖАБДЫҚТАРЫНА ӘСЕРІ НЕГІЗІНДЕ ТАЛДАУ

Таңжарықов П.А., техника ғылымдарының кандидаты, доцент

Сүлейменов Н.С., техника ғылымдарының кандидаты

Булегенов Б.Б., магистрант

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

Андатпа. Мұнай және газ кәсіпорындары тұрақты мұнай өндіруді күрделендіруші факторлармен күресудің тиімді тәсілдері мен технологияларын жетілдіру бойынша жұмыстар жүргізеді. Мұнай ұңғымаларын пайдалануды күрделендіретін негізгі факторлар санатына қабат сұйықтығындағы механикалық қоспалардың кедергісі жатады. Қазіргі уақытта мұнай өндірудің басым бөлігінде электр ортадан тепкіш сорапты қондырғылар көп қолданылады және оның ұңғымадағы жұмысы кезінде мұнаймен бірге механикалық қоспалардың қарқынды шығуы мұнай өндіруші кәсіпорындардың негізгі мәселесі болып саналады.

Бұл мақалада мұнай-газ кен орындарын игеру барысындағы батырмалы электр ортадан тепкіш сораптарды пайдалану кезінде механикалық қоспалардың пайда болуы және олардың кері әсерінен қорғаудың оңтайлы әдістері мен технологиялары қарастырылған. Сорап жабдықтарының істен шығу себептері мен аталған сорапты технологиялар арқылы өндірілетін ұңғымалардың механикалық қоспаларға қатысты жөндеу аралық кезеңдеріне салыстырмалы талдау жүргізілді.

Ұңғыманың күрделі жағдайында батырмалы сорап жабдықтарын механикалық қоспалардан қорғау жөніндегі тиімді іс-шаралар кешені мен соған сәйкес жөндеу аралық кезеңін ұлғайту жөніндегі ұсыныстары әзірленді.

Тірек сөздер: Ұңғыманы пайдалану әдісі, электр ортадан тепкіш сорапты қондырғы, механикалық қоспалар, ұңғыманың жөндеу аралық кезеңі, пайдалы әсер коэффициенті, сүзгілер, ингибиторлар.

АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЕ НА ПОГРУЖНОЕ НАСОСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Танжариков П.А., кандидат технических наук, доцент

Сулейменов Н.С., кандидат технических наук

Булегенов Б.Б., магистрант

Кызылординский университет им.Коркыт Ата, г. Кызылорда, Республика Казахстан

Аннотация. Нефтяные и газовые предприятия проводят работу по совершенствованию эффективных способов и технологий борьбы с факторами, усложняющими стабильную добычу нефти. К категории основных факторов, усложняющих эксплуатацию нефтяных скважин, относится сопротивление механических примесей в пластовой жидкости. В настоящее время на большей части нефтедобычи широко используются электроцентробежные насосные установки, и интенсивный выброс механических примесей вместе с нефтью при ее работе в скважине считается основной проблемой нефтедобывающих предприятий.

В данной статье рассмотрены оптимальные методы и технологии защиты от образования механических примесей и их обратного воздействия при эксплуатации погружных электроцентробежных насосов при разработке нефтегазовых месторождений. Проведен сравнительный анализ причин отказов насосного оборудования и межремонтных этапов скважин, добываемых по данным насосным технологиям в отношении механических примесей. Разработаны предложения по увеличению комплекса эффективных мероприятий по защите погружного насосного оборудования от механических примесей в сложных условиях скважины и соответствующего межремонтного периода.

Ключевые слова: способ эксплуатации скважины, установка электроцентробежного насоса, механические примеси, межремонтный период скважины, коэффициент полезного действия, фильтры, ингибиторы.

FEATURES OF PLASMA HARDENING OF WORKING BODIES OF TILLAGE MACHINERY IN KAZAKHSTAN

Sharifullin S.N.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor
Saidchist@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1528-9970>

Bainiyazova A.T.², postgraduate student
akmabay@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0431-6785>

Abzhaev M.M.², postgraduate student
marat_78@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-3705-3920>

¹*Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan city, Russian Federation*

²*Kazan State Agrarian University, Kazan city, Russian Federation*

Annotation. This work is carried out in relation to the conditions of Kazakhstan. Its agricultural sector is sharply expressed by the horizontal and vertical zonality of soil and vegetation. Considering that the arable lands of the republic account for 20% of the total fund of the Eurasian Economic Union, the requirements for the efficiency of tillage machines in Kazakhstan are overstated. Such working bodies of tillage machines as the ploughshare, the coulter disc and the pointed paws of the cultivator lose their working capacity several times during their seasonal operation. The hardness of abrasives in the soil, such as granite and quartz, reaches 12 GPa. Therefore, it is necessary to develop such strengthening technologies for the structure of the surface layer of the working bodies of tillage machines so that it can resist abrasive soil particles. This is possible by introducing alloying elements of carbide materials into the structure of the surface layer of the product, carburizing this layer and creating a hardened layer consisting of oxides, carbides, borides and nitrides. Traditional hardening technologies cannot solve this problem. This task can be solved only with the development of technologies based on the use of high energies. Such energy is currently possessed by the energies of electric spark and vibro-arc discharges.

In Kazakhstan, in comparison with the Russian Federation, the use of technologies based on concentrated energy flows for the restoration and strengthening of the working bodies of tillage machines is practically absent. In the Russian Federation, these technologies have applications, however, the physical-mechanical and physico-chemical processes occurring under the influence of concentrated energy flows on the surface of the processed products have only been partially investigated today. There is no optimization and modeling of the process. Plasmochemical processes occurring in the plasma medium itself have not been practically studied. There are no full-fledged studies of the interaction of the plasma itself with sprayed materials and alloyed elements. This work presents the results of studies of the physical and mechanical properties of 65G steel samples treated with an electric spark discharge.

Keywords: hardening, plasma, electric spark, working bodies, soil tillage equipment, elemental composition, phase composition, microstructure, morphology

Introduction. In the Russian Federation, the use of plasma technologies for the restoration and hardening of the surfaces of various parts is quite widespread. Scientists of GOSNITI (now part of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM), Oryol State Agrarian University, Kazan State Agrarian University, VGLTU named after G.F. Morozov and some other scientific and educational institutions make a significant contribution in this direction [1 - 13]. Despite the practical applicability of plasma technologies, there are unlimited possibilities for their improvement. The fact is that today the physical-mechanical and physico-chemical processes taking place under the influence of concentrated energy flows on the surface of the processed products have only been partially investigated. There is no optimization and modeling of the process. Plasmochemical processes occurring in the plasma medium itself have not been practically studied. There are no full-fledged studies of the interaction of the plasma itself with sprayed materials and alloyed elements. This paper presents the results of studies of the physical and mechanical properties of 65G steel samples treated with an electric spark discharge. The results presented will be useful, both in scientific and practical terms, for

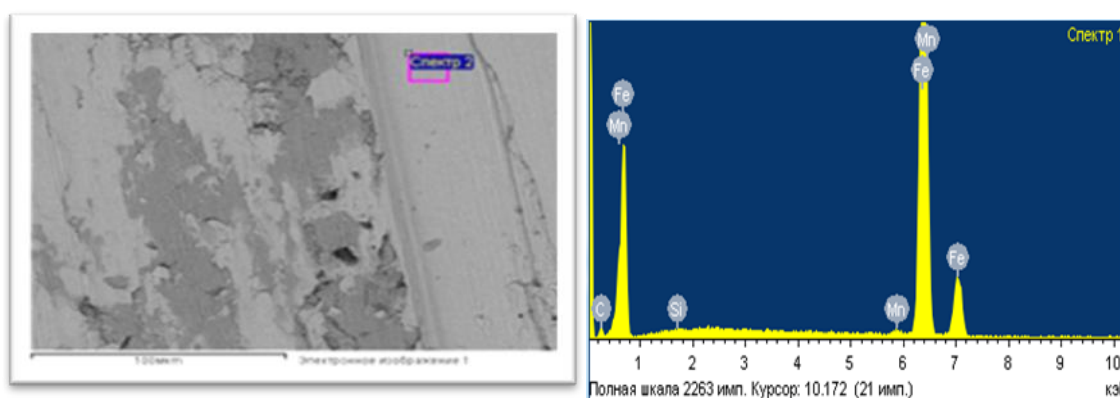
understanding the essence of the processes taking place when concentrated energy flows are exposed to the surface.

The purpose of the research is to study the effect of electric spark treatment on the elemental composition, phase composition, microstructure and morphology of the surface layer of 65G steel, which is the main material of such working bodies of tillage machinery as plowshare, seeder coulter disc, cultivator paw.

Materials and methods of research. The studies were carried out on samples made of 65G steel with a size of 30x30 mm with a thickness of 2 mm. The processing was carried out at the technological installations of electric spark hardening developed by GOSNITI (Moscow). A tungsten-cobalt rod with a diameter of 4 mm served as the electrode. Studies of the surface morphology and elemental composition of the samples were carried out on a scanning electron microscope (SEM) “EVO 50 XVP” by Zeiss with elemental analyzers “INCA Energy-350” and “INCA Wave-500”. The crystal structure and phase composition were studied on an X-ray diffractometer “Drone-7” with an X-ray source CuK α (0.154178 nm). The surface layer of the following samples was studied: sample No. 1 – initial, sample No. 2 with electric spark treatment.

Results and discussions. Carbon (21.59 at) is present in the completely purified area of the initial sample (Fig. 1).%) and iron (77.33 at.%). Silicon and manganese are also observed in small concentrations. The square indicates the area from which the elemental composition was analyzed.

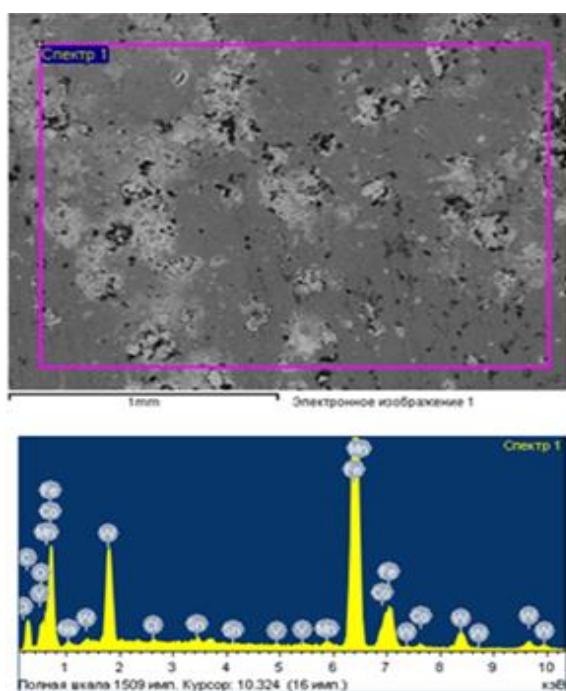
Calculations of interplane distances were carried out based on the X-ray of the original sample (the figure is not shown). From the comparison of the obtained interplane distances and the ratio of line intensities with the literature data (Mirkin), it can be concluded that the most intense reflections belong to α -Fe. According to our estimate, using the well-known Debye-Scherrer formula, the average size of the crystallites is about 21 nm.



Element	Weight %	Atomic %
C	5.60	21.59
Si	0.22	0.36
Mn	0.86	0.72
Fe	93.32	77.33
Итого	100.00	100.00

Figure 1 – Elemental composition of the initial sample after cleaning the surface with an abrasive wheel

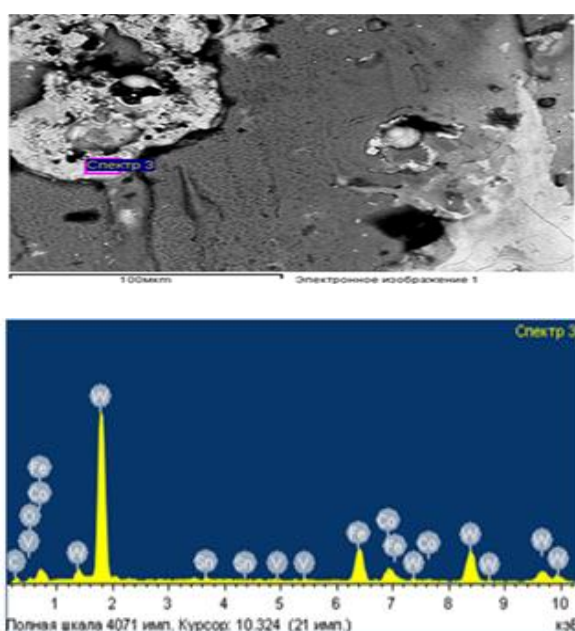
Sample No.2 was examined in the same modes as the original sample. Figure 2 shows the spectrum from a relatively large sample area. Unlike the original sample, cobalt and tungsten are present in noticeable amounts.



Element	Weight %	Atomic %
C K	12.55	40.01
O K	4.77	11.41
Na K	0.45	0.75
Cl K	0.26	0.29
V K	0.17	0.13
Mn K	0.58	0.41
Fe K	58.14	39.87
Co K	4.92	3.20
Sn L	1.32	0.42
W M	16.83	3.51

Figure 2 – Elemental composition of the characteristic surface area of sample No. 2 after treatment

Figure 3 shows the measurements of the elemental composition of the zone of the sample No. 2 area subjected to local processing. The main components of this field are tungsten and cobalt. The tungsten content even exceeds the atomic concentration of iron.



Element	Weight %	Atomic %
C K	6.96	37.30
O K	2.91	11.71
V K	0.37	0.47
Fe K	16.47	18.98
Co K	7.55	8.24
Sn L	1.54	0.84
W M	64.20	22.47

Figure 3 – Elemental composition of sample No. 2 after processing. The area of the area subjected to local processing

The X-ray images of the surface were compared before and after treatment. The analysis showed that the radiograph of the surface undergoes significant changes after treatment and is very complex. In addition to the intense reflex from alfa-Fe (44.7), there is a fairly intense peak at an angle of 40o, as well as less intense peaks that were absent from the original sample. Deciphering such a complex spectrum is not possible at this stage of research. Based on the elemental composition, it can be assumed that these may be compounds (oxides, carbides) and alloys of iron, tungsten and cobalt. In addition, there is a significant increase in X-ray scattering

compared to the original sample. This result indicates the presence of significant distortions of the structure of the treated surface, the presence of various micro- and macro-stresses.

Conclusions. 1. Electric spark treatment leads to hardening of the surfaces of metal products. In this case, the surface is alloyed with elements of the electrode material, as well as the formation of various oxides and carbides.

2. The energy of the electric spark discharge allows not only to create a hardened layer on the surface of the part with a melted base and mixed with the electrode material, but also to strengthen the base material along the depth of the part by 0.5 – 1.0 mm.

3. From the point of view of production to cover the entire surface of the product area the electric spark processing step of the electrode movement should be about 1.5 of its diameter. With the manual method, it is recommended to perform the processing process several times or the technological process should be mechanized.

References:

[1] **Ivanov, V.I.** State and development of electric-spark technologies and equipment in Russia and abroad / V.I. Ivanov, F.Kh. Burumkulov // Proceedings of GOSNITI, 2012. – t. 109. – Part 2. – Pp. 127 - 139. [in Russian]

[2] **Burumkulov, F.Kh.** Recovery and alloying of copper-based alloys by electrospray gas treatment /F.Kh. Burumkulov, R.N. Zadorozhny, A.V. Potapov //Proceedings of GOSNITI, 2010. – T. 106. – Pp. 25 - 30. [in Russian]

[3] **Alimbaeva, B.Sh.** Development and optimization of wear-resistant coatings on a steel substrate, synthesized by the method of electric spark treatment: Diss... Cand. tech. sciences. / B.B. Alimbaeva. – Omsk, 2014. – 124 p. [in Russian]

[4] **Burumkulov, F.Kh.** Modern electric spark technology parts recovery /F.Kh. Burumkulov, S.A. Velichko, V.A. Denisov, R.N. Zadorozhny, P.A. Ionov //Achievements of science and technology of the agroindustrial complex, 2009. – No. 10. – Pp.49 - 52. [in Russian]

[5] **Denisov, V.A.** Restoration of basic parts of diesel engines with accidental defects by coatings based on composite materials: dissertation... doctor of technical sciences: 05.20.03 /V.A. Denisov. – Saransk, 2015. – 383 p. [in Russian]

[6] **Lyalyakin, V.P.** Features of deposition of thin-layer coatings by plasma-powder surfacing/ V.P. Lyalyakin //Welding production, 2017. - № 10. – Pp. 28 – 34. [in Russian]

[7] **Aulov, V.F.** Development of the design and technology of applying hardening coating for agricultural tractor caterpillar tracks / V.F. Aulov, V.P. Lyalyakin, A.V. Ishkov et al. //Agrarian Science for Agriculture: a collection of articles. – Barnaul, Altai State Agrarian University, 2017. – Vol. 3. – Pp. 16 - 18. [in Russian]

[8] **Kolomeichenko, A.V.** Investigation of Finemet nanocrystalline alloy coating obtained by the electric spark method /A.V. Kolomeichenko, I.S. Kuznetsov, A.Yu. Izmaylov, R.Yu. Solovyev, S.N. Sharifullin //Int. J. Nanotechnol., Vol. 15, Nos. 4/5, 2018.

[9] **Kravchenko, I.N.** Application of nanostructured coatings by plasma spraying /I.N. Kravchenko, A.V. Kolomeichenko, S.N. Sharifullin, Yu.A. Kuznetsov, Yu.N. Baranov, M.A. Glinsky, A.A. Kolomeichenko //Journal of Physics: Conf. Series 1058 (2018) 012046 doi:10.1088/1742-6596/1058/1/012046

[10] **Kadyrmetov, A.M.** Physical processes and modeling of plasma deposition and hardening of coatings-switched electrical parameters /A.M. Kadyrmetov, S.N. Sharifullin //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 158 (2016) 012045 doi: 10.1088/1757-899X/158/1/012045.

[11] **Kadyrmetov, A.M.** Mathematical modeling of plasma deposition and hardening of coatings-switched electrical parameters /A. M. Kadyrmetov, S. N. Sharifullin, A.S. Pustovalov //IOP Publishing Journal of Physics: Conference Series. 669 (2016) 012052 doi:10.1088/1742-6596/669/1/012052.

[12] **Sharifullin, S.N.** Surface hardening of cutting elements agricultural machinery vibro arc plasma /S. N. Sharifullin, N. R. Adigamov, N. N. Adigamov, R. Y. Solovev, K. S. Arakcheeva //IOP Publishing Journal of Physics: Conference Series. – 2016. – V. 669. doi:10.1088/1742-6596/669/1/012049.

[13] **Sharifullin, S.N.,** Trifonov G.I., Vyachina I.N. Calculation of parameters of particles in a plasma jet and modeling of kinematic modes of spraying of wear resistant material //Journal of Physics: Conf. Series 1058 (2018) 012047 doi :10.1088/1742-6596/1058/1/012047.

[14] **Puzryakov, A.F.** Theoretical foundations of plasma spraying technology. 2nd ed., reprint. and additional /A.F. Puzryakov. – M.: Publishing House of the Bauman Moscow State Technical University. - 360 p.

[15] **Kadyrmetov, A.M.** Theoretical foundations and technological quality assurance of plasma deposition and hardening of coatings by modulation of electrical parameters: dissertation... Doctors of Technical Sciences : 05.02.07, 05.02.08 /Kadyrmetov Anvar Minirovich. – Voronezh, 2013. – 383 p.

[16] **Kravchenko, I.N.** Development of a technology for applying plasma coatings for multifunctional purposes /I.N. Kravchenko, T.A. Chekhov, Yu.A. Shamarin, M.A. Glinsky //Herald, 2017. – № 6 (82). – Pp. 63-71. Doi: 10.26897/1728-7936-2017-6-63-71.

Литература:

[1] **Иванов, В.И.** Состояние и развитие электроискровых технологий и оборудования в России и за рубежом /В.И. Иванов, Ф.Х. Бурумкулов //Труды ГОСНИТИ, 2012. – Т.109. – Ч. 2. – С. 127-139.

[2] **Бурумкулов, Ф.Х.** Восстановление и легирование сплавов на медной основе электроискровой обработкой в газовой среде /Ф.Х. Бурумкулов, Р.Н. Задорожний, А.В. Потапов //Труды ГОСНИТИ, 2010. – Т. 106. – С. 25 – 30.

[3] **Алимбаева, Б.Ш.** Разработка и оптимизация износостойких покрытий на стальной подложке, синтезируемых методом электроискровой обработки: дисс... канд. техн. наук/ Алимбаева Б.Ш. – Омск, 2014. – 124 с.

[4] **Бурумкулов, Ф.Х.** Современные электроискровые технологии восстановления деталей /Ф.Х. Бурумкулов, С.А. Величко, В.А. Денисов, Р.Н. Задорожний, П.А. Ионов //Достижения науки и техники АПК, 2009. – № 10. – С.49-52.

[5] **Денисов, В.А.** Восстановление базовых деталей дизельных двигателей с аварийными дефектами покрытиями на основе композиционных материалов: диссертация доктора технических наук: 05.20.03 /В.А. Денисов. – Саранск, 2015. – 383 с.

[6] **Лялякин, В.П.** Особенности нанесения тонкослойных покрытий плазменно-порошковой наплавкой /В.П. Лялякин //Сварочное производство, 2017. – № 10. – С.28 – 34.

[7] **Аулов, В.Ф.** Разработка конструкции и технологии нанесения упрочняющего покрытия пальцев гусениц сельскохозяйственных тракторов / В.Ф. Аулов, В.П. Лялякин, А.В. Ишков и др. //Аграрная наука - сельскому хозяйству: сборник статей. – Барнаул, Алтайский ГАУ, 2017. – Т. 3. – С. 16 – 18.

[8] **Kolomeichenko, A.V.** Investigation of Finemet nanocrystalline alloy coating obtained by the electric spark method / Kolomeichenko A.V., Kuznetsov I.S., Izmaylov A.Yu., Solovyev R.Yu., Sharifullin S.N. //Int. J. Nanotechnol., Vol. 15, Nos. 4/5, 2018.

[9] **Kravchenko, I.N.** Application of nanostructured coatings by plasma spraying/Kravchenko I.N., Kolomeichenko A.V., Sharifullin S.N., Kuznetsov Yu.A., Baranov Yu.N., Glinsky M.A., Kolomeichenko A.A.//Journal of Physics: Conf. Series 1058, (2018) 012046 doi:10.1088/1742-6596/1058/1/012046.

[10] **Kadyrmetov, A.M.** Physical processes and modeling of plasma deposition and hardening of coatings-switched electrical parameters/A.M. Kadyrmetov, S.N. Sharifullin //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 158 (2016) 012045doi: 10.1088/1757-899X/158/1/012045.

[11] **Kadyrmetov, A.M.** Mathematical modeling of plasma deposition and hardening of coatings-switched electrical parameters /A. M. Kadyrmetov, S. N. Sharifullin, A.S. Pustovalov //IOP Publishing Journal of Physics: Conference Series. 669 (2016) 012052 doi:10.1088/1742-6596/669/1/012052.

[12] **Sharifullin, S.N.** Surface hardening of cutting elements agricultural machinery vibro arc plasma /S. N. Sharifullin, N. R. Adigamov, N. N. Adigamov, R. Y. Solovev, K. S. Arakcheeva //IOP Publishing Journal of Physics: Conference Series. –2016. –V. 669. doi:10.1088/1742-6596/669/1/012049.

[13] **Sharifullin, S.N.,** Trifonov G.I., Vyachina I.N Calculation of parameters of particles in a plasma jet and modeling of kinematic modes of spraying of wear resistant material //Journal of Physics: Conf. Series 1058 (2018) 012047 doi :10.1088/1742-6596/1058/1/012047.

[14] **Puzryakov, A.F.** Theoretical foundations of plasma spraying technology. 2nd ed., reprint. and additional /A.F. Puzryakov. – M.: Publishing House of the Bauman Moscow State Technical University. - 360 p.

[15] **Kadyrmetov, A.M.** Theoretical foundations and technological quality assurance of plasma deposition and hardening of coatings by modulation of electrical parameters: dissertation... Doctors of Technical Sciences : 05.02.07, 05.02.08 /Kadyrmetov Anvar Minirovich. – Voronezh, 2013. – 383 p.

[16] **Kravchenko, I.N.** Development of a technology for applying plasma coatings for multifunctional purposes /I.N. Kravchenko, T.A. Chekhov, Yu.A. Shamarin, M.A. Glinsky //Herald, 2017. – № 6 (82). – Pp. 63-71. Doi: 10.26897/1728-7936-2017-6-63-71.

ОСОБЕННОСТИ ПЛАЗМЕННОГО УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНА

Шарифуллин С.Н.¹, доктор технических наук, профессор
Байниязова А.Т.², аспирант
Абжаев М.М.², аспирант

¹*Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Российская Федерация*

²*Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Российская Федерация*

Аннотация. Данная работа выполняется применительно к условиям Казахстана. Его аграрный сектор резко выражен горизонтальной и вертикальной зональностью почвенного и растительного покровов. Учитывая, что пахотные земли республики составляют 20% от всего фонда Евразийского экономического союза, требования к работоспособности почвообрабатывающих машин Казахстана являются завышенными. Такие рабочие органы почвообрабатывающих машин, как лемех плуга, диск сошника и стрельчатые лапы культиватора в период их сезонной наработки несколько раз теряют свою работоспособность. Твердость абразивов в почве, таких как гранит и кварц, достигает 12 ГПа. Поэтому необходимо разработать такие упрочняющие технологии структуры поверхностного слоя рабочих органов почвообрабатывающих машин, чтобы она могла противостоять абразивным частицам почвы. Это возможно внедрением в структуру поверхностного слоя изделия легирующих элементов твердосплавных материалов, науглероживанием этого слоя и созданием упрочненного слоя, состоящим из оксидов, карбидов, боридов и нитридов. Традиционные технологии упрочнения не могут решить эту задачу. Данная задача может быть решена лишь с разработкой технологий, основанных на использовании высоких энергий. Такой энергией на сегодня обладают энергии электроискрового и вибродугового разрядов.

В Казахстане, по сравнению с Российской Федерацией, применение технологий на основе концентрированных потоков энергий для восстановления и упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин практически отсутствует. В Российской Федерации эти технологии имеют применение, однако, происходящие физико-механические и физико-химические процессы при воздействии концентрированных потоков энергии на поверхность обрабатываемых изделий на сегодня исследованы лишь частично. Нет оптимизации и моделирования процесса. Практически не исследованы плазмохимические процессы, происходящие в самой плазменной среде. Нет полноценных исследований взаимодействия самой плазмы с распыляемыми материалами и легируемыми элементами. В этой работе приведены результаты исследований физико-механических свойств образцов из стали 65Г, обработанных электроискровым разрядом.

Ключевые слова: упрочнение, плазма, электрическая искра, рабочие органы, почвообрабатывающая техника, элементный состав, фазовый состав, микроструктура, морфология

ҚАЗАҚСТАНДА ТОПЫРАҚ ӨНДЕУ ТЕХНИКАСЫНЫҢ ЖҰМЫС ОРГАНДАРЫН ПЛАЗМАЛЫҚ НЫҒАЙТУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Шарифуллин С.Н.¹, техника ғылымдарының докторы, профессор
Байниязова А.Т.², аспирант
Абжаев М.М.², аспирант

¹*Қазан (Приволжский) федералды университеті, Қазан қ., Ресей Федерациясы*

²*Қазан мемлекеттік аграрлық университеті, Қазан қ., Ресей Федерациясы*

Аңдатпа. Бұл мақаладағы зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасы егістік алқаптарының жағдайына қатысты жүргізілген. Оның аграрлық секторы топырақ пен өсімдік жамылғысының көлденең және тік аймақтылығымен айқын көрінеді. Республиканың егістік жерлері Еуразиялық экономикалық одақтың барлық қорының 20% құрайтынын ескере отырып, Қазақстанның топырақ өңдеу машиналарының жұмысқа қабілеттілігіне қойылатын талаптар жоғары бағаланады. Жер өңдейтін машиналардың жұмыс органдары, мысалы, соқалар, лемех және қопсытқыштың табандары маусымдық жұмыс кезінде бірнеше рет жұмыс қабілеттілігін жоғалтады. Гранит және кварц сияқты топырақтағы абразивтердің қаттылығы 12 ГПа-ға жетеді. Сондықтан топырақтың абразивті бөлшектеріне төтеп бере алатындай етіп, топырақ өңдеу машиналарының жұмыс органдарының беткі қабатының құрылымын нығайтатын технологияларды әзірлеу қажет. Бұл өнімнің беткі қабатының құрылымына карбидті материалдардың легирленген элементтерін енгізу, осы қабатты карбюризациялау және оксидтерден, карбидтерден, боридтерден және нитридтерден тұратын қатайтылған қабатты құру арқылы мүмкін болады. Дәстүрлі қатайту технологиялары бұл мәселені шеше алмайды. Бұл мәселені тек жоғары энергияны пайдалануға негізделген технологияларды әзірлеу арқылы шешуге болады. Бүгінгі таңда электр ұшқыны мен діріл доғасының разрядтарының энергиясы осындай энергияға ие.

Қазақстанда Ресей Федерациясымен салыстырғанда, топырақ өңдеу машиналарының жұмыс органдарын қалпына келтіру және нығайту үшін шоғырланған энергия ағындары негізінде технологияларды қолдану іс жүзінде осы уақытқа дейін орындалмаған. Ресей Федерациясында бұл технологиялар қолданылады, алайда өңделген өнімдердің бетіне шоғырланған энергия ағындары әсер еткенде пайда болатын физика-механикалық және физика-химиялық процестер бүгінде ішінара зерттелген. Процесті оңтайландыру және модельдеу жоқ. Плазмалық ортада болатын плазмохимиялық процестер іс жүзінде зерттелмеген. Плазманың бүріккіш материалдармен және легирленген элементтермен өзара әрекеттесуі туралы толық зерттеулер жоқ. Бұл жұмыста электр ұшқыны разрядымен өңделген 65Г болат үлгілерінің физика-механикалық қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген.

Тірек сөздер: қатайту, плазма, электр ұшқыны, жұмыс органдары, топырақ өңдеу техникасы, элементтік құрам, фазалық құрам, микроқұрылым, морфология.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ МЯКОТИ ПЛОДОВ ДЫНИ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

Ниязбаев А.К.¹, старший преподаватель

adil77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6753-5489>

Хазимов К.М.¹, Ph.D., ассоциированный профессор

kanat-86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7926-2940>

Жетпейсов М.Т.¹, кандидат технических наук, ассоциированный профессор

mizambek.zhetpeisov@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-3325-8011>

Хазимов М.Ж.^{1,2,3}, кандидат технических наук, профессор

mkhazimov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5448-3122>

Сагындыкова Ж.Б.³, PhD

zh.sagindykova@aes.kz, <https://orcid.org/0000-0002-2969-0127>

¹*Казахский национальный аграрный исследовательский университет
г. Алматы, Республика Казахстан*

²*Казахский национальный университет имени аль-Фараби
г. Алматы, Республика Казахстан*

³*Алматинский университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева
г. Алматы, Республика Казахстан*

Аннотация. Увеличение срока хранения бахчевых культур является актуальной задачей в перерабатывающей промышленности. Производство консервированных продуктов позволяет значительно сократить потери сельскохозяйственного сырья, обеспечить круглогодичное снабжение населения плодоовощной продукцией в широком ассортименте. Задача консервирования – перевод нестойкого сырья в продукцию длительного хранения. Из продуктов переработки плодов дыни в настоящее время преобладает в основном вяленая дыня. В период удаления влаги из сырья основными факторами являются температура сушки, время выдержки, толщина долек мякоти плодов дыни. В данной работе исследуется влагосодержание мякоти плодов дыни при сушке от различных факторов методом планирования эксперимента в лабораторных установках. Поскольку интервал варьирования имеет небольшой отрезок факторов, изменение влагосодержания материалов при аппроксимации имеет линейный характер. Среди выбранных факторов температура влияет более эффективно по сравнению с толщиной ломтиков и временем выдержки. Однако температурный режим сушки ограничивается по верхнему пределу из-за образования слоя корки, которая воздействует на перемещение влаги. Построенную модель можно перенести при создании промышленного образца сушильной установки, учитывая безразмерные критерии, а так же следует оценить влаговыделение с помощью I-d диаграммы.

Ключевые слова: сушка, вяленая дыня, влагосодержание, температура, время выдержки, толщина долек, ломтик, продукт.

Введение. Бахчеводство – отрасль растениеводства, занимающаяся производством продукции бахчевых культур. К бахчевым культурам относятся арбуз, дыня, тыква, которые в отличие от овощных растений отличаются способами выращивания. Плоды бахчевых потребляют в пищу в свежем виде и используют для переработки с целью получения продуктов с большим сроком хранения. Они играют большую роль и как кормовые культуры. Применяют их также в медицине. Плоды бахчевых культур являются деликатесными, диетическим пищевым продуктом, отличающийся высокими вкусовыми и питательными свойствами. Однако срок хранения их ограничен, с удлинением срока хранения возрастают потери массы и качества, увеличиваются затраты на хранение. Более стабильным способом подготовки для хранения является консервирование. Существует много способов переработки для хранения плодоовощной продукции – сушка, охлаждение, замораживание, консервирование солью, сахаром, кислотами и др. [1, 2, 3].

Наиболее простым и надежным методом переработки плодов, позволяющим продлить срок хранения и обеспечить рациональным снабжением продуктами питания население различных регионов страны, является сушка. Производство сушеных фруктов и плодов является одним из наиболее экономичных способов переработки сырья. Так, затраты на конвективную сушку более, чем в два раза ниже затрат на консервирование 1 тонны плодов [4].

Сушеная дыня богата необходимым для нормальной жизнедеятельности организма человека легкоусвояемыми сахарами (сахароза, глюкоза и фруктоза), витаминами (С, А, никотиновая кислота – РР, тиамин – В₁, рибофлавин – В₂), пектиновыми и минеральными (К, Na, Ca, Mg, P) веществами [5, 6]. Содержание питательных веществ в наиболее концентрированном виде обуславливает их высокую калорийность – 1 кг сушеных плодов дает более 2400 кал. [7].

Издавна в народе принят простейший способ сушки дыни. Сущность ее заключается в следующем. Зрелые и здоровые плоды обмывают и обтирают влажной тряпкой, затем разрезают на две половины и вынимают семена. После этого каждую половину очищают от кожуры и разрезают на ломтики (дольки), толщиной 3-4 см. Кожуру срезают в пределах съедобной части по длине плода. Очищенные дольки развешивают на вешала для вяленья.

Процесс сушки длится 6 – 12 дней и более, в зависимости от температуры воздуха, его влажности, а также сорта и сахаристости плодов. Сушка считается законченной, когда дыня не выделяет сока при сжатии (влажность около 20%). В таком продукте содержится 70-75% сахаров. Выход готовой продукции в среднем составляет 7-8% от массы сырья [5, 8, 9].

Недостатком традиционной сушки является ее продолжительность, зависимость от времени года, влажности наружного воздуха, оседание пыли на поверхности и повреждение насекомыми готовой продукции.

Использование энергии солнца в гелиосушилках перспективно для районов, где созревание плодов совпадает с периодом наибольшего поступления солнечной энергии. Основные элементы гелиосушки – зачерненные нагреватели, покрытые стеклом (пленкой) и соединенные между собой общим воздухопроводом. Воздух, нагретый в секциях до температуры 60...80°C, нагнетается в сушильную камеру, где размещен продукт, поглощает из него влагу и, охлаждаясь, удаляется наружу. По сравнению с воздушно-солнечной сушкой продолжительность сушки плодов в гелиосушилках сокращается в 2...3 раза. В южных областях Казахстана плотность солнечной энергии в период созревания бахчевых культур является достаточным с точки зрения использования гелиосушилок для этой цели [10].

Целью работы является исследование ломтиков дыни различной толщины с помощью установки для исследования изменения влажности.

Задачи исследований предусматривает определение зависимостей влагосодержания мякоти плодов дыни от температуры в камере, времени выдержки в установке и толщины долек.

Материалы и методы исследований. Для проведения опытов была изготовлена лабораторная установка (рисунок 1, 2).

Дыни очищались от семян кожуры, нарезались дольками толщиной 15 мм, 20 мм, 30 мм и ставились на сушку.

Для ведения опытов по многофакторному эксперименту была принята методика планирования эксперимента по рототабельному плану второго порядка.

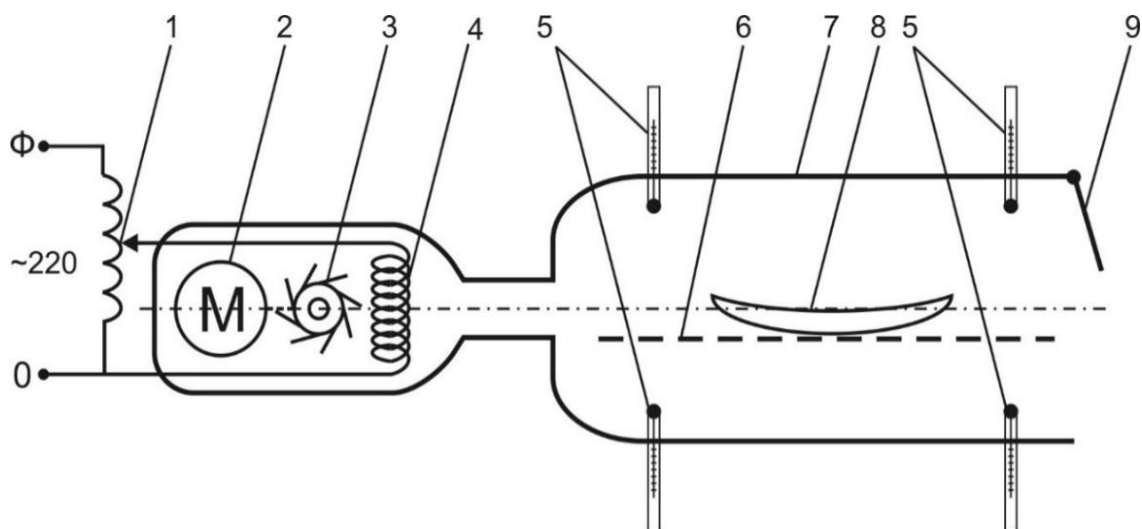


Рисунок 1 – Схема установки для исследования изменения влажности:
1 – реле температуры; 2 – электродвигатель; 3 – вентилятор; 4 – электроспираль; 5 –
термометры; 6 – лоток; 7 – камера обогрева; 8 – материал; 9 – заслонка

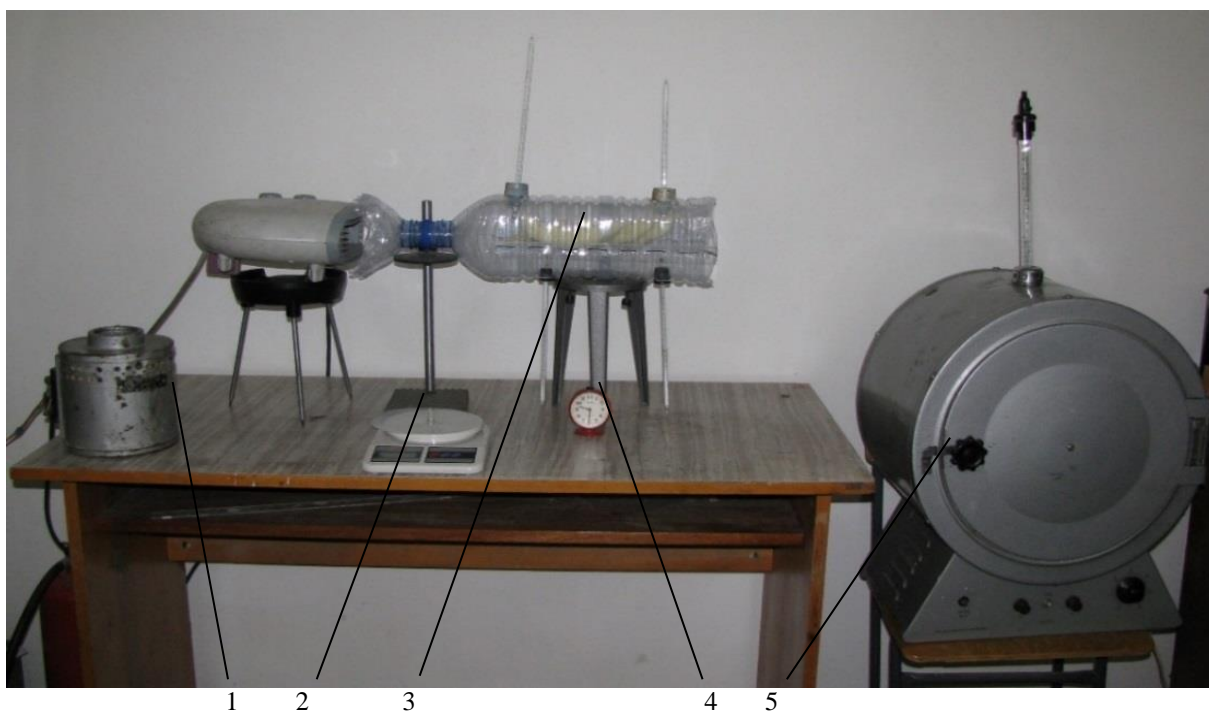


Рисунок 2 – Общий вид установки для исследования изменения влажности:
1– реле температуры; 2 – аналитические весы; 3 – камера для обогрева;
4 – реле времени; 5 – сушильный шкаф

Выбор независимых переменных был обусловлен основными закономерностями технологического процесса сушки, где основную роль при обезвоживании играют: температурная зона нахождения массы, время ее выдержки при заданной температуре и третьим переменным был выбран средний размер толщины долек. Интервалы, уровни варьирования независимых переменных и матрица плана эксперимента приведены в таблицах 1 и 2.

В качестве функции отклика принято значение влагосодержания частиц мякоти плодов дыни, подверженного тепловой обработке.

Исследуемое сырье фиксированного размера и влажности устанавливали на лоток в камере обогрева (рисунок 1).

Таблица 1 – Значения уровней и интервалов варьирования факторов

Обозначение	Кодированные значения	Факторы		
		Температура среды T , °C	Экспозиция выдержки τ , ч.	Толщина долек a , мм
Основной уровень	0	45	6	30
Интервал варьирования	ε	15	2	10
Верхний уровень	+ 1	60	8	40
Нижний уровень	- 1	30	4	20
Верхняя звездная точка	+ 1,68	70	9,36	46,8
Нижняя звездная точка	-1,68	20	2,64	13,2
Кодовое обозначение		X_3	X_3	X_3

Камера обогревалась с помощью электроспирали, а необходимое значение температуры в камере поддерживалась с помощью реле температуры. Скорость воздуха фиксировалась с помощью реле регулятора и заслонки камеры обогрева, который во время эксперимента составлял 0,5 м/с. Так как в реальных гелиосушилках скорость потока воздуха варьируется в пределах 0,26 – 0,5 м/с. Температура фиксировалась с помощью термометров, установленных снизу и сверху, при входе и выходе камеры обогрева.

Таблица 2 – Матрица плана и уровни варьирования факторов

№ опыта	Температура среды		Экспозиция выдержки		Толщина долек	
	X_1	T , °C	X_2	τ , ч.	X_3	a , мм
1	-1	30	-1	4	-1	20
2	1	60	-1	4	-1	20
3	-1	30	1	8	-1	20
4	1	60	1	8	-1	20
5	-1	30	-1	4	1	40
6	1	60	-1	4	1	40
7	-1	30	1	8	1	40
8	1	60	1	8	1	40
9	-1,68	20	0	6	0	30
10	1,68	70	0	6	0	30
11	0	45	-1,68	2,64	0	30
12	0	45	1,68	9,36	0	30
13	0	45	0	6	-1,68	13,2
14	0	45	0	6	1,68	46,8
15	0	45	0	6	0	30
16	0	45	0	6	0	30
17	0	45	0	6	0	30
18	0	45	0	6	0	30
19	0	45	0	6	0	30
20	0	45	0	6	0	30

По истечении времени опыта, заданного по плану эксперимента, обработанное сырье взвешивалось и определялась его влажность. Опыты рандомизированы во времени в трехкратной повторности.

Результаты опытов обрабатывались на ЭЦВМ, по которым рассчитывались коэффициенты регрессии математической модели и, велся их статистический анализ [11, 12]. По полученной математической модели оценивалось влияние факторов на значения функции отклика.

Результаты и обсуждение. В результате экспериментальных исследований выявлено, что изменение влагосодержания мякоти плодов дыни зависит от толщины долек,

продолжительности обработки и температуры. На основе многофакторного эксперимента с варьированием этих факторов получено множественное уравнение регрессии:

$$Y = 768,381 - 11,002 X_1 - 5,58X_2 + 0,086 X_3. \quad (1)$$

При условиях границы изменения факторов:

$$20 \leq T \leq 70$$

$$2,64 \leq \tau \leq 9,36$$

$$13,2 \leq a \leq 46,8$$

Проверка значимости коэффициентов регрессии по критерию Стьюдента показала, что все коэффициенты являются значимыми (рисунок 3).

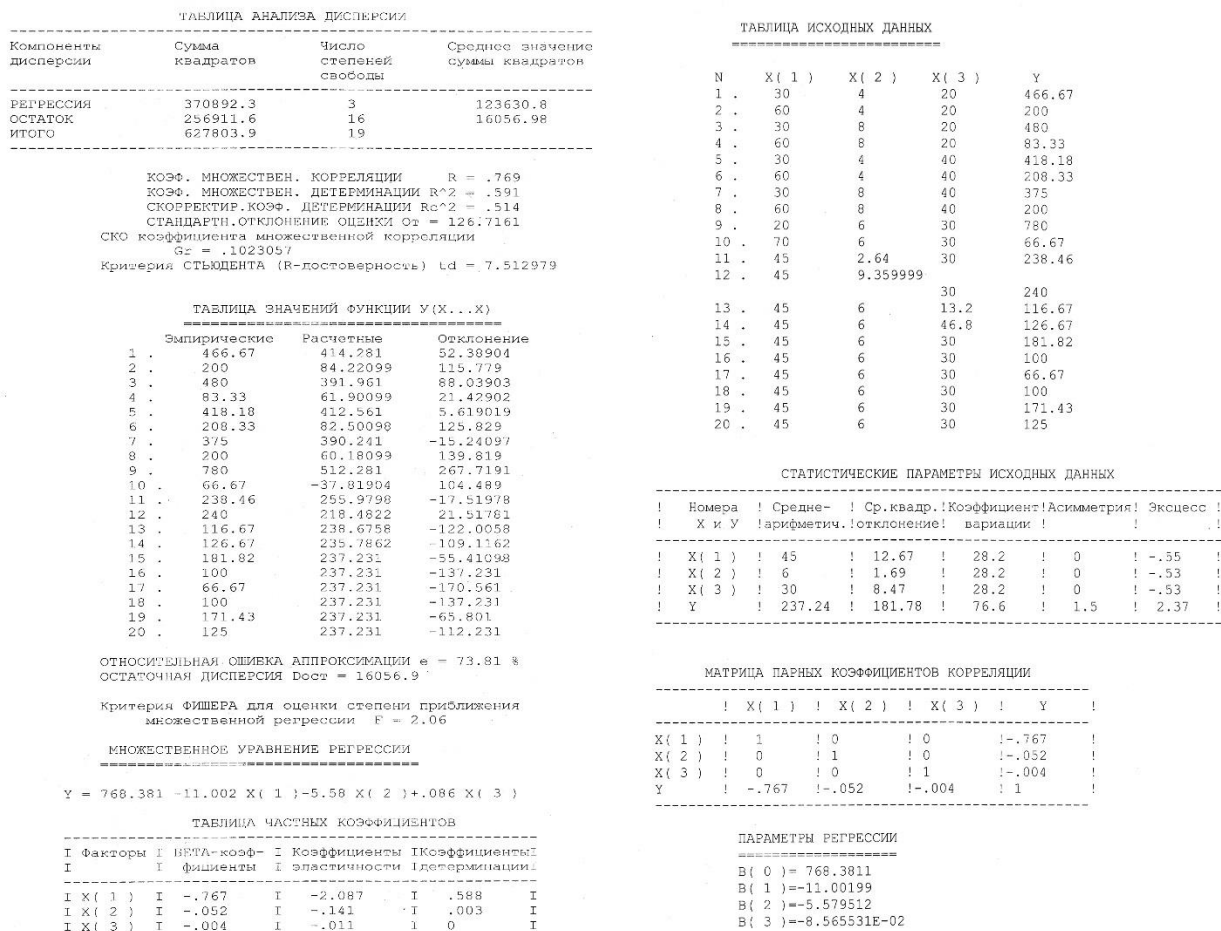


Рисунок 3 – Результаты обработки экспериментальных данных на ЭЦВМ

Анализ уравнений показывает, что на изменение влагосодержания мякоти плодов дыни оказывают влияние все факторы, принятые в эксперименте. Однако на снижение влагосодержания материала более эффективно влияют температурный режим, затем продолжительность сушки. Неэффективное влияние оказывает изменение толщины долек на испарение. Полученное уравнение отражает физическую сущность явлений процесса сушки при изменении выбранных факторов и уточняет теоретические предпосылки тепломассообмена обрабатываемого сырья. Кроме того, использование данного уравнения дает возможность определить влагосодержание материала при воздействии различных вариантов размера сырья и временно-температурной характеристики. Учитывая это, используем уравнение применительно к предлагаемой установке. По возможным условиям протекания технологического процесса установки выбираются временно-температурные параметры и необходимая влажность продукта. Подставляя эти значения,

определяются толщина долек обрабатываемого материала. Полученная функция представлена в графическом виде в трехмерном пространстве, которая наглядно отражает изменение факторов, как размеров материала, температуры сушки и продолжительности тепловой обработки (рисунки - 4, 5, 6).

Выбор переменных при построении зависимостей был связан с верхним, основным и нижними уровнями факторов. Как видно из рисунка 4 с повышением температуры (T) в сушильной камере, влагосодержание (W) мякоти плодов дыни резко начинает снижаться в зависимости от времени выдержки (τ) и толщины долек (a). Увеличение температуры более верхнего предела в сушильной камере (более 80°C), привело к карамелизации поверхности ломтиков, что уменьшило темп обезвоживания.

Зависимость от времени выдержки в сушильной установке показывает (рисунок 5), что влагосодержание сырья при малой температуре в сушильной камере изменяется в небольших пределах. С увеличением температуры содержание влаги в сырье от экспозиции выдержки уменьшается.

Несущественные изменения влагосодержания происходит при изменении толщины ломтиков мякоти плодов дыни (рисунок 6).

Заключение. В результате исследований процесса сушки на лабораторном устройстве полученная математическая модель адекватно описывает влияние всех факторов, что подтверждается показателями критерия. Переведенная модель в графической форме интерпретирует в трехмерном пространстве степень влияния факторов. Что при сушке мякоти плодов дыни на изменение влагосодержание сырья оказывают все факторы, принятые в лабораторных экспериментах. Образцы с различной толщиной, подверженные к испытанию под воздействием температуры и времени выдержки показали, что основное влияние на влагосодержание в продукте оказывает температурный режим в сушильной камере и несущественное толщина ломтиков. Полученные результаты с учетом безразмерных критериев подобия можно перенести на реальные сушильные устройства при проектировании. Поэтому использование аккумуляторов тепла, теплоизоляция сушильной камеры, увеличение температуры до определенной величины за счет изменения конфигурации нагревательных элементов в гелиосушилках может повысить эффективность времени вяления ломтиков дыни.

Литература:

- [1] Широков, Е.П., Полегаев, В.И. Хранение и переработка продукции растениеводства с основами стандартизации и сертификации. Картофель, плоды, овощи. – М.: Колос, 2000. – 254 с.
- [2] Ниязбаев, А.К. Перспективы переработки дыни, исследования, результаты:, 2005 - №3. С.121 – 123
- [3] Белик, В.Ф. Бахчеводство. – М.: Колос, 1982. – 176 с.
- [4] Шлягун, Г.В., Николаева Д.А. Современный технический уровень и тенденции развития техники и технологии сушки фруктов и овощей. Обзорная информация.// Консервная, овощесушильная, пищевая промышленность. – М.: АгроНИИТЭИПП, серия 18, 1987, вып.2. – 28 с.
- [5] Ермохин, В.И. Дыни Узбекистана. – Ташкент: Фан, 1974. – 231 с.
- [6] Расулов, А.И. Инструкция по сушке дынь. – Ташкент., 1978.
- [7] Мирзаев, М.М., Кузнецов, В.В., Бороздин, Р.Г., Хлупов, В.В.. Воздушно-солнечная сушка плодов и винограда. – М.: Колос, 1965. – 70 с.
- [8] Солнечная сушка дынь.: Плакат. – Ташкент: МСХ УзССР, 1984.
- [9] Шаймарданов, П. Обоснование основных параметров рабочих органов машины для подготовки плодов дыни к сушке. // Дисс. канд. техн. наук. – Ташкент, 1989. – 193 с.
- [10] Ultanova, I.B., Khazimov, K.M., Khazimov, M.Zh. Determination of thermal performance the fruits pulp of melons// Agroiņineriāenergetika, 2014. – 121 с.
- [11] Айвозян, С.А. и др. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка опытных данных. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 471с.
- [12] Данилина, Н.И. и др. Численные методы. – М., 1976. – 327 с.

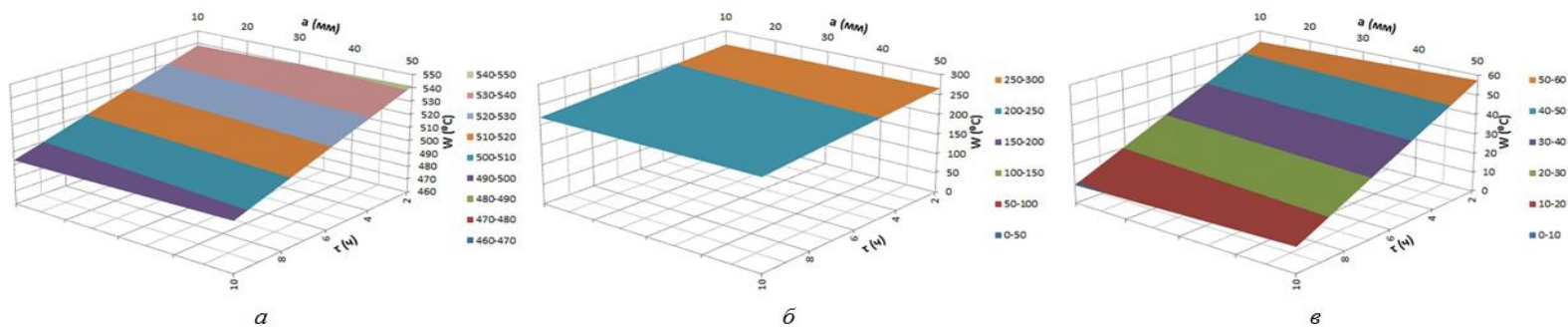


Рисунок 4 – Зависимость влагосодержания мякоти плодов дыни (W) при температуре в камере (T): a – 20°C; b – 45°C; v – 60°C

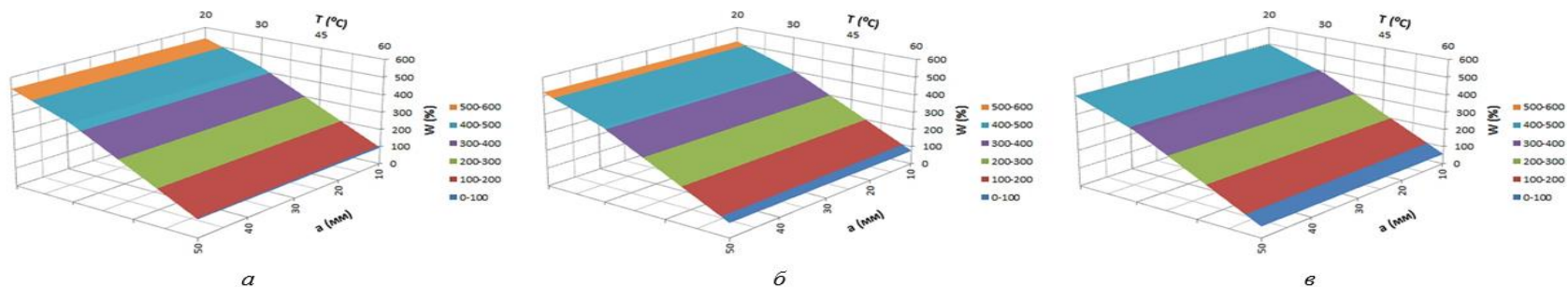


Рисунок 5 – Зависимость влагосодержания мякоти плодов дыни (W) от времени выдержки в установке (τ): a – 2,64 ч; b – 6 ч; v – 9,36 ч

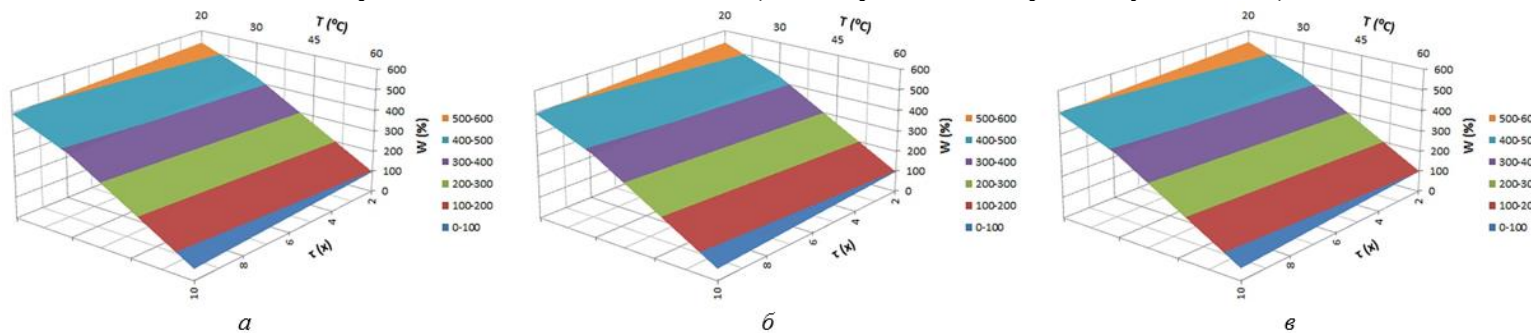


Рисунок 6 – Зависимость влагосодержания мякоти плодов дыни (W) от толщины долек (a): a – 13,2 мм; b – 30 мм; v – 46,8 мм

References:

- [1] **Shirokov, E.P.**, Polegaev, V.I. Hranenie i pererabotka produkci rastenievodstva s osnovami standartizacii i sertifikacii. Kartofel', plody, ovoshhi. – M.: Kolos, 2000. – 254 s. [in Russian]
- [2] **Nijzbaev, A.K.** Perspektivy pererabotki dyni, issledovaniya, rezul'taty., 2005. – №3. S.121-123. [in Russian]
- [3] **Belik, V.F.** Bahchevodstvo. – M.: Kolos, 1982. – 176s. [in Russian]
- [4] **Shljagun, G.V.**, Nikolaeva D.A. Sovremennyy tehničeskij uroven' i tendencii razvitija tehniki i tehnologii sushki fruktov i ovoshhej. Obzornaja informacija.// Konservnaja, ovoshhesushil'naja, pishhekoncentratnaja promyshlennost'. -M.: AgroNIITJeIPP, serija 18, 1987, vyp.2 - 28 s. [in Russian]
- [5] **Ermohin, V.I.** Dyni Uzbekistana. – Tashkent: Fan., – 1974. 231 s. [in Russian]
- [6] **Rasulov, A.I.** Instrukcija po sushke dyn'. – Tashkent., 1978. [in Russian]
- [7] **Mirzaev, M.M.**, Kuznecov, V.V., Borozdin, R.G., Hlupov, V.V. Vozdushno-solnechnaja sushka plodov i vinograda. – M.: Kolos, 1965. – 70 s.
- [8] Solnechnaja sushka dyn': Plakat. – Tashkent: MSH UzSSR, 1984. [in Russian]
- [9] **Shajmardanov, P.** Obosnovanie osnovnyh parametrov rabochih organov mashiny dlja podgotovki plodov dyni k sushke. // Diss. kand. tehn. nauk. – Tashkent, 1989. – 193 s. [in Russian]
- [10] **Ultanova, I.B.**, Khazimov, K.M., Khazimov, M.Zh. Determination of thermal performance the fruits pulp of melons// Agroižineriarenergetika, 2014. – 121 c. [in Russian]
- [11] **Ajvozdjan, S.A.** i dr. Prikladnaja statistika. Osnovy modelirovaniya i pervichnaja obrabotka opytnyh dannyh. – M.: Finansy i statistika, 1983. – 471s. [in Russian]
- [12] **Danilina N.I.** i dr. Chislennye metody. – M.: 1976. – 327 s. [in Russian]

КЕПТИРУ ПРОЦЕСІНДЕ ҚАУЫН ЖЕМІСТЕРІНДЕГІ ЫЛҒАЛ МӨЛШЕРІНІҢ ӘРТҮРЛІ ФАКТОРЛАРҒА ТӘУЕЛДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Ниязбаев А.К.¹, аға оқытушы

Хазимов К.М.¹, Ph.D., қауымдастырылған профессор

Жетпейсов М.Т.¹, техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор

Хазимов М.Ж.^{1,2,3}, техника ғылымдарының кандидаты, профессор

Сағындықова Ж.Б.³, Ph.D.

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы

³Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ.,
Қазақстан Республикасы

Андатпа. Бақша дақылдарын сақтау мерзімін ұлғайту қайта өңдеу өнеркәсібіндегі өзекті міндет болып табылады. Консервіленген өнімдерді өндіру ауылшаруашылық шикізатының шығынын едәуір азайтуға, халықты кең ассортиментте жеміс-көкөніс өнімдерімен жыл бойы қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Консервілеу міндеті - сақтау кезінде тұрақсыз шикізатты ұзақ мерзімді сақтау өнімдеріне ауыстыру. Қазіргі уақытта қауын жемістерін өңдеу өнімдерінің ішінде негізінен кептірілген қауын басым. Шикізаттан ылғалды арылту кезеңінде кептіру температурасы, кептіру ұзақтылығы және қауын тілігінің қалыңдығы негізгі факторлар болып табылады. Бұл жұмыста экспериментті жоспарлау әдісімен зертханалық қондырғыларда кептіру кезінде қауын жемістеріндегі ылғал мөлшерінің әртүрлі факторларға тәуелділігі зерттеледі. Өзгеру аралығы факторлардың аз бөлігіне ие болғандықтан, аппроксимация кезінде материалдардағы ылғал мөлшерінің өзгеруі сызықтық сипатқа ие. Таңдалған факторлардың ішінен температура кесектердің қалыңдығы және кептіру ұзақтылығымен салыстырғанда анағұрлым тиімді әсер етеді. Алайда, кептірудің температуралық режимі ылғалдың қозғалу градиентіне әсер ететін қыртыс қабатының пайда болуына байланысты жоғарғы шегі бойынша шектеледі. Тұрғызылған модельді кептіргіштің өнеркәсіптік үлгісін жасау кезінде өлшемсіз критерийлерді ескере отырып ауыстыруға болады, сонымен қатар I-d диаграммасын қолдана отырып, ылғалдың бөлінуін бағалау керек.

Тірек сөздер: кептіру, кептірілген қауын, ылғал мөлшері, температура, кептіру уақыты, қауын тілігінің қалыңдығы, тілімдер, өнім.

STUDY OF MOISTURE CONTENT OF MELON PULP IN THE PROCESS OF DRYING FROM DIFFERENT FACTORS

Ниязбаев А.К.¹, Senior Lecturer

Хазимов К.М.¹, PhD, associate professor

Жетпейсов М.Т.¹, Candidate of technical sciences, associate professor

Хазимов М.Ж.^{1,2,3}, Candidate of technical sciences, professor

Сагындыкова Ж.Б.³, PhD.

¹*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty city, Republic of Kazakhstan*

²*al-Farabi Kazakh National University, Almaty city, of Kazakhstan*

³*Gumarbek Daukeyev Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty city, Republic of Kazakhstan*

Annotation. Increasing the shelf life of melons and gourds is an urgent task in the processing industry. The production of canned products can significantly reduce the loss of agricultural raw materials, ensure the year-round supply of the population with fruit and vegetable products in a wide range. The task of canning is the transfer of unstable raw materials during storage into long-term storage products. Currently, dried melon predominates among the products of melon fruit processing. Dried melon predominates from the products of processing of melon. The main factors for removeof moisture from raw materials are: temperature, hold time and slice thickness. In this work during drying, the moisture content of the melon pulp is studied from various factors by the method of experiment planning in laboratory conditions. Since the variation interval has a small segment of factors, the change in the moisture content of materials during approximation is linear. Among the factors chosen, that temperature is more effective than thickness slice and hold time. However, the drying temperature regime is limited at the upper limit due to the formation of a crust layer, which affects the gradient of moisture movement. The constructed model can be transferred when creating an industrial design of the dryer, taking into account the dimensionless criterion, as well as the moisture release should be estimated using the *I-d* diagram.

Keywords: drying, dried melon, moisture content, temperature, hold time, slice thickness, slices, product.

ӘР ТҮРЛІ ТОЛТЫРҒЫШТАРДЫҢ ПОЛИОКСАЗОЛИНДЕРДІҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ

Бекешев А.З., қауымдастырылған профессор
amirbek2401@gmail.com

Рысбай Н.А., магистрант
askaruly.n.00@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-8183-6397>

Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ, Қазақстан Республикасы

Андатпа. Мақалада толтырғыштардың түрлері және де олардың полиоксазолиндердің қасиеттеріне әсерлері қарастырылды. Толтырғыштарды олардың қасиеттеріне байланысты әртүрлі топтарға бөледі. Толтырғыштардың негізгі түрлері: дисперсті (бор, асбест, алюминий гидроксиді, тальк және т.б.), талшықты (металл, шыны, көміртегі, бор, органикалық, керамика, мұрт), жайма (маталар, қағаз, ағаш шпон, ленталар, кенептер), сусымалы толтырғыштар (көлемді маталар, рамалық жүйелер).

Толтырғыштардың гетерофазалық полимерлі композициялардағы көптігінен жалпы қабылданған классификациясына сәйкес толтырғыштардың келесі түрлері жиі қолданылады:

- сфералық элементтер (кристалды толтырғыш бөлшектің беті полимерлі қабықшада болады);
- кристалдық толтырғыш (тығыз құрылымды құруға ықпал ететін кристалдардың моноклиникалық массивті формасымен);
- талшықты (талшықтар түрінде, пластификаторлар қоспасымен нашар пластификацияланған);
- жіп тәрізді желілік құрылымды құрайтын синтетикалық полимерлер (фторопласт).

Полимерлерге толтырғыштарды қосу олардың түрлі қасиеттеріне әсер етеді. Қазіргі таңда толтырғыштар полимердің беріктігін арттыруға, технологиялық және пайдалану қасиеттерін жақсартуға, оптикалық, жылуөткізгіштік және де электр өткізгіштік қасиеттерін реттеуге қолданылады.

Сонымен қатар, биологиялық үйлесімді полимерлік материалдар қазіргі заманғы медицинада да кеңінен зерттеліп, қолданылады. Бұл саладағы зерттеушілердің назарын температура, қышқылдық, иондық күш, жарықтандыру сияқты қоршаған орта қасиеттерінің шамалы өзгерістеріне қайтымды жауап беруге қабілетті «ақылды» полимерлер көбірек тартуда.

Тірек сөздер: полиоксазолиндер, құрамалы материал, толтырғыштар, дисперсті толтырғыштар, талшықты, жайма толтырғыштар.

Кіріспе. Заманауи технологияның дамуы беріктігі, серпімділігі және басқа қасиеттері бойынша дәстүрлі материалдардан жоғары жаңа құрылымдық материалдарды қажет етеді. Ең қызықты және перспективалылардың арасында полимерлі материалдар (пластиктер, эластомерлер, талшықтар) және ең алдымен толтырылған материалдар бар. Құрылымдық полимерлік материалдар қазіргі заманғы машина жасауда көбірек қолданылады және олар жаңа технологияның үнемі өсіп келе жатқан талаптарына басқа ешбір материал сәйкес келмейтін жағдайларда қолданылады.

Қазіргі уақытта полимерлер мен олардың негізіндегі материалдар темірбетон, металл, ағаш сияқты негізгі құрылымдық материалдарды айтарлықтай ығыстырды. Полимерлі материалдардың мүмкіндіктері полимерлер мен толтырғыштардың алуан түрлілігіне, олардың негізіндегі композиттер композицияларының сарқылмас өзгермелілігіне және оларды өзгерту әдістеріне байланысты өте кең.

Ұзақ уақыт бойы полимерлі композиттерді алудың негізгі технологиялық әдісі толтырғыш пен полимер матрицасын механикалық араластыру болды [1,2]. Полимерлеуді

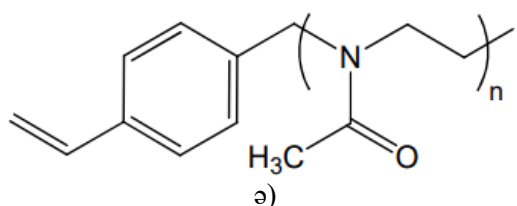
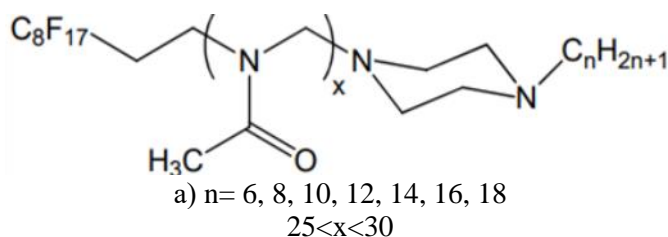
толтыру - катализаторды немесе инициаторды толтырғыш бетіне химиялық егу және кейіннен осы беттердегі мономерлерді полимерлеу немесе сополимерлеу - композиттердің химиясы мен технологиясында жаңа бетті ашуы мүмкін. Композиттік полимерлі материалдар технологиясының дамуы қазіргі уақытта полимерлік материалтану саласындағы ғылыми зерттеулермен анықталады, өйткені толтырғыштар мен матрицалардың өзара әрекеттесу мәселесі өте көп қырлы.

Зерттеу әдістері және материалдары. Полиоксазолинге толтырғыштарды қосудағы қасиеттерінің өзгерістеріне зертханада зерттелінді және зерттеу нәтижелеріне талдау жасалынды. Полимерлі толтырғыштар - бұл полимердің (матрицаның) үздіксіз фазасында айқын фазалық шекарасы бар гетерофазалық жүйе түзе отырып таралатын қатты, сұйық және газ тәрізді органикалық және бейорганикалық заттар.

Толтырғыштар полимерлерге бағалы өнімділік қасиеттері кешені бар жаңа полимерлік материалдарды жасау мақсатында енгізіледі; толтырылған полимерлердің технологиялық қасиеттерін және өңдеуге қабілеттілігін арттыру; арзан материалдар; қалдықтарды кәдеге жарату және экологиялық проблемаларды шешу; сәндік әсерлерді алу. Толтырғыштардың негізгі түрлері: дисперсті (бор, асбест, алюминий гидроксиді, тальк және т.б.), талшықты (металл, шыны, көміртегі, бор, органикалық, керамика, мұрт), жайма (маталар, қағаз, ағаш шпон, ленталар, кенептер), торлар, тоқыма емес материалдар), сусымалы (көлемді маталар, рамалық жүйелер) [3].

Биологиялық үйлесімді полимерлік материалдар қазіргі заманғы медицинада кеңінен зерттеліп, қолданылады. Бұл саладағы зерттеушілердің назарын температура, қышқылдық, иондық күш, жарықтандыру сияқты қоршаған орта қасиеттерінің шамалы өзгерістеріне қайтымды жауап беруге қабілетті «ақылды» полимерлер концепциясы көбірек тартуда. «Ақылды» полимерлі материалдардың дамуы күрделі архитектурасы бар объектілерді жобалауға, сондай-ақ полимерлердің қоршаған ортаның бірнеше әртүрлі қасиеттеріне сезімталдығын біріктіруге мүмкіндік беретін тірі және басқарылатын полимерлеу әдістерінің дамуы арқасында мүмкін болды.

Полиоксазолиндердің катионды полимерленуінің тірі табиғаты функционалдық инициаторлар мен тізбекті бұзғыштарды пайдалана отырып, бірегей қасиеттері бар полимерлі материалдарды алуға мүмкіндік береді. 1 - суретте көрсетілгендей, құрамында гидрофобты алкил фрагменттері (додецил йодид, октадецил йодид, гексадецил трифлат) және перфторланған көмірсутек радикалдары (перфторцетилтрифлат) бар қарапайым функционалдық инициаторлар поли-(2-аоксил) негізіндегі иондық емес полимерлі беттік белсенді заттарды синтездеу үшін пайдаланылған [4].



1-сурет – Полиоксазолиндердің а) - гидрофобты алкил және перфторалкил алмастырғыштары және ә) – стирол мономер қондырғыларымен функционалдырылған құрылымы [5]

Полимерлерге толтырғыштарды енгізу композициялық қасиеттердің жаңа жиынтығын қалыптастырумен бірге жүреді. Бұл ең алдымен адсорбция немесе молекулалық әрекеттесулерді қамтитын полимер - қатты заттың интерфейсында фазааралық әрекеттесулердің нәтижесі. Олар толтырылған жүйелердің интерфейсында адгезияға, физикалық, механикалық және басқа қасиеттеріне жауап береді. Фазааралық өзара әрекеттесу шекаралық қабаттың құрылымдық ерекшеліктерін, молекулалық қаптаманың сипатын, молекулалық қозғалғыштығын, морфологиясын және басқа қасиеттерін анықтайды.

Негізгі полимердің қасиеттерінің бағытталған өзгеруіне келесі қоспаларды енгізу арқылы қол жеткізіледі [6]:

- материалды нығайту және құнын төмендету үшін толтырғыштар;
- технологиялық және пайдалану қасиеттерін жақсарту үшін пластификаторлар;
- процесс пен жұмыс тұрақтылығын жақсарту үшін тұрақтандырғыштар;
- үйкеліс және антифрикционды қоспалар;
- жылуөткізгіштік пен электр өткізгіштігін реттейтін қоспалар;
- жанғыштығын төмендететін отқа төзімді заттар;
- микроорганизмдерге төзімділікті арттыратын фунгицидтер;
- оптикалық қасиеттерді реттейтін қоспалар;
- антистатикалық заттар;
- жасушалық құрылымды жасайтын қоспалар және т.б.

Полимерлердің, олардың қоспалары мен модификацияларының толтырғыштармен үйлесуі бастапқы компоненттердің қасиеттерінен ерекшеленетін берілген қасиеттер жиынтығы бар заманауи композициялық материалдарды жасаудың ең маңызды тәсілі болып табылады. Полимерлердің толтырғыштармен үйлесуі мүлдем жаңа технологиялық немесе пайдалану қасиеттері бар материалдарды алуға мүмкіндік береді. Полимерлердің механикалық беріктігіне толтырғыштардың әсеріне ерекше назар аударылады (арматура). Сонымен қатар, толтырғыштар сұйықтықты және көлемдік термиялық немесе химиялық шөгуді азайту, қалыптау және өлшемдік тұрақтылықты жақсарту сияқты әсер ете алады.

Полимерлі композициялар үшін толтырғыш ретінде бірқатар заттар, соның ішінде полимер материалдарының өздері белгілі бір пішінді немесе өлшемді бергеннен кейін қолданылады - шарлар, капиллярлық бөлшектері бар ұнтақтар, үлпектер, таспалар, талшықтар, жіптер, жіптер және полимер матрицасымен әртүрлі тәсілдермен және әртүрлі қатынаста таралады. Полимер мен толтырғыштың оңтайлы комбинациясын таңдау кезінде олардың табиғатын, пішіні мен бөлшектердің таралу сипатын және көлемдік қатынасын ғана емес, сонымен қатар олардың интерфейс бойымен өзара әрекеттесуін ескере отырып, туындайтын мәселелер өте күрделі және әртүрлі [7].

Кейбір толтырғыштар жоғары серпімді де, тұтқыр деформациялардың даму шарттарын өзгерте отырып, полимерге айтарлықтай құрылымдық әсер ете алады. Мұндай толтырғыштың бөлшектері, оның полимердегі аз мөлшерімен, полимер молекулаларының толтырғыштың бетімен әрекеттесуі нәтижесінде пайда болатын құрылымдық желінің түйіндері болып табылады.

Толтырғышты енгізу полимердің меншікті бетінің ауданы мен кеуек көлемінің ұлғаюына әкеледі, бұл орау тығыздығының төмендеуін және сәйкесінше, матрица құрылымының қалыптасуына толтырғыштың күшті әсерін көрсетеді. Толтырғыш бөлшектер қатты полимерлерде де, ерітінділерде де үздіксіз кеңістіктік құрылымның қалыптасу орталықтары болып табылады. Мұндай жүйелер бөлшектердің жанасу нүктелерінде сұйықтың жұқа қалдық қабаттарының болуымен сипатталады. Бұл қабаттар жүйенің елеулі пластикалық деформацияларға қабілеттілігін қамтамасыз етеді.

Сонымен толтырылған полимерлерде белгілі бір құрылымдардың пайда болуы және оның нәтижесінде толтырғыш бетінің полимер қасиеттерінің өзгеруіне әсері

полимерлердің беріктігін анықтайтын маңызды факторлардың бірі болып табылады. Полимер құрамының күшеюі деп әдетте басқа фазаның полимер матрицасында дисперсті кезінде серпімділік пен беріктік модулінің жоғарылауы түсініледі, ол негізгі полимерге қарағанда қатты және берік. Осылайша, күшейту әртүрлі жүйелерді біріктіру әдісіне негізделген, олардың қасиеттерін бос күйде «орташалауға» әкеледі. Толтырылған композициялардың механикалық қасиеттерінің индикаторларының жиынтығы толтырғыш бөлшектердің пішініне байланысты өзгеруі мүмкін.

Толтырғыштар полимерлерге бағалы өнімділік қасиеттері кешені бар жаңа полимерлік материалдарды жасау мақсатында енгізіледі; толтырылған полимерлердің технологиялық қасиеттерін және өңдеуге қабілеттілігін арттыру; арзан материалдар; қалдықтарды кәдеге жарату және экологиялық проблемаларды шешу; сәндік әсерлерді алу. Толтырғыштардың негізгі түрлері: дисперсті (бор, асбест, алюминий гидроксиді, тальк және т.б.), талшықты (металл, шыны, көміртегі, бор, органикалық, керамика, мұрт), жайма (маталар, қағаз, ағаш шпон, ленталар, кенептер), сусымалы толтырғыштар (көлемді маталар, рамалық жүйелер) [8].

Толтырғыштардың гетерофазалық полимерлі композициялардағы көптігінен жалпы қабылданған классификациясына сәйкес толтырғыштардың келесі түрлері жиі қолданылады:

- сфералық элементтер (кристалды толтырғыш бөлшектің беті полимерлі қабықшада болады);

- кристалды толтырғыш (тығыз құрылымды құруға ықпал ететін кристалдардың моноклиникалық массивті формасымен);

- талшықты (талшықтар түрінде, пластификаторлар қоспасымен нашар пластификацияланған);

- жіп тәрізді желілік құрылымды құрайтын синтетикалық полимерлер (фторопласт) [9]. Толтырғыш бөлшектердің орау сипаты бөлшектермен толтырылған полимер композицияларының соққы беріктігін анықтайтын факторлардың бірі болып табылады. Бос қаптамада толтырғыш үлкен көлемді алады, сондықтан композицияда кернеуді концентраторлар көбірек болады, яғни мұндай толтырғыш матрицаның үздіксіздігін тиімдірек азайтады. Матрица негізінен соққы энергиясын сіңіретіндіктен, бөлшектердің тығыздығы жоғары толтырғыштар бөлшектердің тығыздығы аз толтырғыштарға қарағанда бірдей көлемдік фракция үшін соққы беріктігін әлдеқайда аз төмендетеді.

Теориялық тұрғыдан алғанда, толтырғыштың алынған көлемдегі орау тығыздығы бөлшектердің мөлшеріне байланысты емес, олардың пішініне байланысты. Ал енгізілген толтырғыштың практикалық үлесі, толтырудың критикалық дәрежесі, полимер құрамының серпімділік модулінің максималды мәніне жеткенде, толтырғыш бөлшектердің мөлшеріне және фазааралық қабаттың қалыңдығына айтарлықтай байланысты. [10]-да біртекті құрамды сфералық бөлшектер үшін критикалық толтыру дәрежесінің (C_0) толтырғыштың сфералық бөлшектерінің диаметріне және фазааралық қабаттың қалыңдығына (d) есептелген графикалық тәуелділігі келтірілген.

Фазааралық қабаттың қалыңдығы 1 мкм болғанда диаметрі 1 мкм бөлшектер үшін толтырудың критикалық дәрежесі 3–4%, 10 мкм бөлшектер үшін - 45%, диаметрі 100 мкм бөлшектер үшін - 65% құрайды. Фазааралық қабаттың қалыңдығы екі есе азайған кезде (0,5 мкм) диаметрі 1 мкм бөлшектер үшін толтырудың критикалық дәрежесі 10%, диаметрі 10 мкм 55% және диаметрі 100 мкм 70% құрайды [11]. Фазааралық қабаттың қалыңдығы және байланыстырғышпен толтырғыштың ылғалдануы толтырғыш бетінің бос энергиясымен алдын ала анықталады.

Есептелгенге қарсы толтыру дәрежесін жоғарылату үшін үлкен бөлшектер арасындағы саңылауларда кішірек бөлшектердің орналасуына негізделген әртүрлі бөлшектердің өлшемдері бар толтырғышты пайдалану қажет. Дәндердің ең тығыз

қаптамасына сәйкес келетін толтырғыштың фракциялық құрамының эмпирикалық тәуелділігі 1 теңдеумен сипатталады [12]:

$$Y=12+88\sqrt{d/D}, \quad (1)$$

мұндағы, Y – електен өтетін толтырғыштың мөлшері d - жалпы үлгі салмағына пайызбен; D - композициялық материалдар үшін қабылданған толтырғыштың максималды бөлшектерінің мөлшері. D мәні әдетте дайын элементтің минималды қалыңдығының 0,4 ... 0,5-тен аз орнатылады.

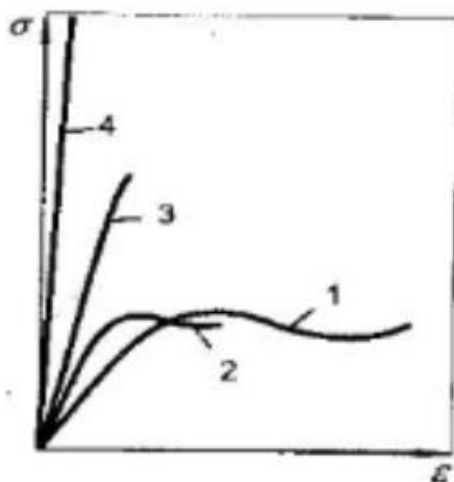
0,063...0,2 мм фракциялары бар жұқа дисперсті сфералық толтырғыш үшін полидисперсті фракциядағы максималды бөлшектер мөлшері 0,3...0,4 мм, диаметрі 0,06...0,10 мм бөлшектер жалпы санның 50% болуы керек. оңтайлы бөлшектерді орау үшін түйіршікті толтырғыштың мөлшері. Сфералық элементтердің бөлшектерін пішіні және әрбір фракциядағы орташа диаметрі бойынша таралуы бойынша зерттеу нәтижелері 0,063 ... 0,2 мм фракциялардың қоспасында шамамен 30% ірі бөлшектер (диаметрі 0,3 ...) бар екенін көрсетеді. 0,4 мм) және шамамен 15% ұсақ бөлшектер (0,6...0,15 мм). Қалған бөлігін диаметрі 0,2 ... 0,3 мм бөлшектер алады. Ұсақ фракцияның мөлшері ірі фракцияның құрамының 50% құрайды [13], бұл толтырғыштың біркелкі таралуын және полимер матрицасының жақсы толтырылуын алуға мүмкіндік береді. Осылайша, түйіршікті толтырғыштың бірнеше полидисперстік фракцияларын пайдаланған кезде фракциялық құрамы бойынша бөлшектердің ең оңтайлы қаптамасын алуға болады, бұл қажетті қасиеттері бар толтырылған гетерофазалық полимерлі композицияларды алуға мүмкіндік береді.

Нәтижелер мен талдаулар. Толтырылған полимер композицияларының серпімділік модульдеріне және басқа физикалық-механикалық қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететін қосымша фактор толтырғыш пен полимердің жылулық кеңею коэффициенттерінің арасындағы айырмашылық болып табылады. Кристалл құрылымының толтырғыштары кристаллографиялық осьтер бойымен әртүрлі термиялық кеңею коэффициенттеріне ие болуы мүмкін. Сондықтан толтырылған полимер композицияларын жоғары температурада өңдеу кезінде толтырғыш пен полимердің термиялық кеңею коэффициенттерінің айырмашылығы бөлме температурасына дейін салқындату кезінде қалдық кернеулердің пайда болуын тудырады. Бұл кернеулер материалдардың серпімділік модулін байланыстырғыш заттың T_g төмен деңгейінен айтарлықтай төмендетуі мүмкін және көбірек дәрежеде толтырғыш концентрациясы жоғары болады. Қалдық кернеулердің шамасы толтырғыш бөлшектердің бағытына айтарлықтай тәуелді болады және үлпектер мен талшықтар сияқты бөлшектердің жоғары сипаттамалық қатынасында максималды мәнге жетеді. Демек, шарлармен немесе қысқа талшықтармен толтырылған материалдарда толтырғыш пен матрицаның термиялық кеңею коэффициенттерінің жақын мәндерінде қалдық кернеулердің мәні ең аз болуы керек. Бұл әсер полимерлі композицияны түйіршікті толтырғышпен толтыру кезінде дәл байқалады, онда полимер жабынының табиғаты, демек, оның сипаттамалары матрицалық полимерге ұқсас немесе сол сипаттағы қысқа талшықты толтырғышпен.

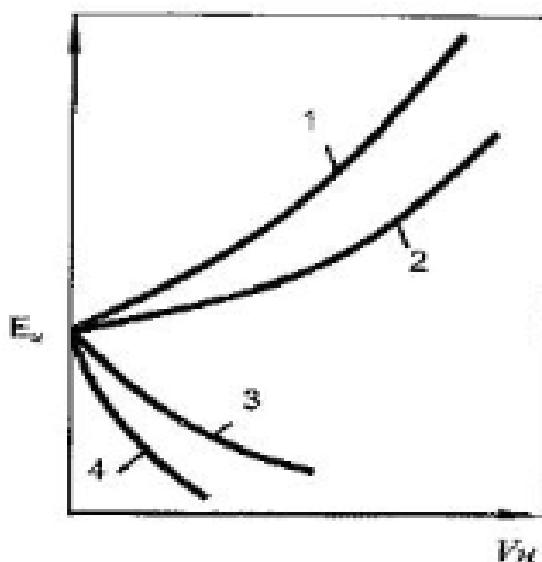
КМ үшін толтырғыштардың ең көп таралған түрі - әртүрлі табиғаттағы дисперсті толтырғыштар. Материалда біркелкі таралған дисперсті толтырғыштары бар композициялық материалдар, әдетте, оңтайлылығына байланыстырушы заттың бүкіл көлемінің бетімен адсорбциялануын қамтамасыз ететін толтыру дәрежесінде қол жеткізілетін қасиеттердің изотропиясымен сипатталады. Толтырғыш бөлшектер. Температура мен қысымның жоғарылауымен байланыстырғыштың бір бөлігі толтырғыштың бетінен десорбцияланады, соның арқасында материалды сыңғыш арматуралық элементтері бар күрделі пішіндегі бұйымдарға пішіндеуге болады. Дисперстік толтырғыш престау кезінде шөгуді азайтады, КМ өнімдерінің қаттылығы мен қаттылығын арттырады, ал кейбір жағдайларда өнімдер доғаға төзімділік, электр және жылу өткізгіштік, электромагниттік және енетін сәулелерге төзімділік және т.б. сияқты

ерекше қасиеттерге ие болады. Дисперсті толтырғыштарды композициялық материалдарға енгізу беріктік сипаттамаларының төмен деңгейі бар, технологиялық жағынан жетілдірілген, жаппай өндірілетін материалдарды жасау үшін қолайлы. Дисперстік толтырғыштар жоғары сыну энергиясы бар термопластиктерге олардың құнын төмендету, қаттылық пен сығымдалу беріктігін арттыру және өңдеу кезінде технологиялық сипаттамаларын жақсарту үшін енгізіледі. Сонымен бірге толтырылған құрамдағы полимер үлесінің төмендеуіне байланысты олардың созылу және соққыға төзімділігі төмендейді.

2-суретте полимер матрицасына әр түрлі толтырғыштарды енгізу кезіндегі кернеудің КМ деформациясына салыстырмалы тәуелділіктері көрсетілген. Қатты және қатты бөлшектерді енгізу серпімділік модулінің (E) ұлғаюына, ал жұмсақ, серпімді немесе газ тәрізді толтырғыштардың - оның төмендеуіне әкеледі (3-сурет) [14].



**2-сурет – Кернеудің созылу деформациясына тәуелділігі:
1-бастапқы полимерлер; 2-дисперсиялық толтырылған КМ; 3-толтырылған қысқа талшықты КМ; 4-үзіліссіз талшықтармен толтырылған КМ**

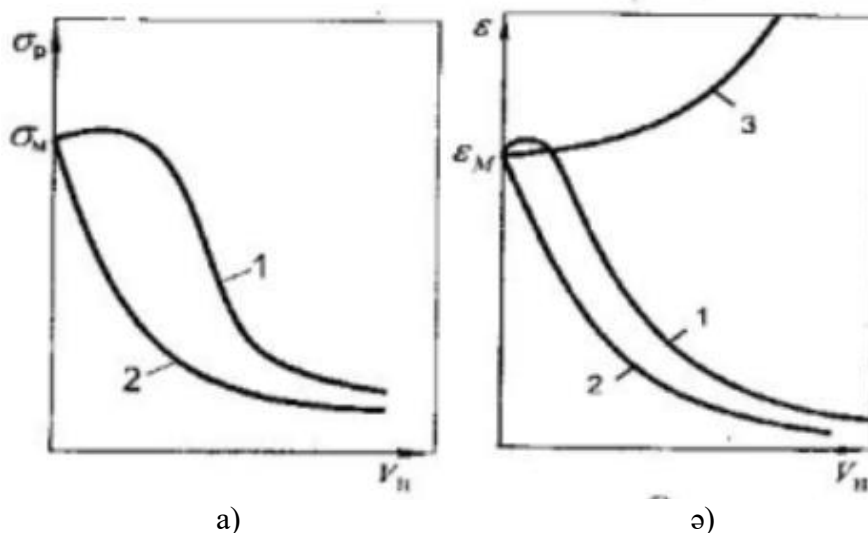


**3-сурет – КМ серпімділік модулінің толтырғыштың құрамына тәуелділігі:
1, 2 - қатты толтырғыштар; 3 - серпімді толтырғыш; 4 - газ тәрізді толтырғыш**

Бөлшектермен толтырылған материалдардың созылу беріктігі әдетте толтырғыш құрамының белгілі бір шекке дейін жоғарылауымен артады. Бақыланатын суретті

түсіндірудің бірі - байланыстырғыштың толтырғыш бөлшектерді қоршап тұрған жұқа қабықшалар жүйесіне біртіндеп өтуі. Беттік қабат және байланыстырушы макромолекулалардың бағыты мұндай қабықшалардағы матрицаның беріктігінің артуына ықпал етеді, бұл материалдың созылу беріктігінің жоғарылауынан көрінеді.

Толтырылған пластмассалардың беріктік қасиеттері фазааралық қабаттардағы максималды күшейтілген полимерге сәйкес келетін белгілі бір шекке дейін толтыру дәрежесінің жоғарылауымен жоғарылайды (4-сурет). Толтырғыш бөлшектері кернеуді концентраторлар болып табылады, бұл толтыру кезінде полимердің сынғыштығына әкелуі мүмкін. Шыны тәрізді және терморективті полимерлер үшін КМ-ның созылу беріктігі матрицаның беріктігімен салыстырғанда іс жүзінде артпайды, ал серпімділігі жоғары полимерлер үшін оның жоғарылауы шамалы.



4-сурет – Созылу күшіне (а) және КМ үзілу кезіндегі салыстырмалы ұзаруға тәуелділігі (ә), қатты (1, 2) және серпімді (3) бөлшектермен толтырылған толтырғыштың көлемдік үлесінен ($d_1 < d_2$): 1 - жоғары дисперсті толтырғыш; 2 - ірі түйіршікті толтырғыш

Бөлшектердің пішіні мен өлшеміне қарамастан, полимерлі матрицаға толтырғышты енгізу жүйеде фазалық гетерогенділіктің пайда болуына әкеледі. Толтыру дәрежесінің жоғарылауымен бөлшектердің таралуының біркелкілігі артады, бірақ құрылымдық біртексіздік толтырудың жоғары дәрежесіне дейін сақталуы мүмкін.

Дисперсті бөлшектер композиттің беріктігіне тікелей әсер етпейді, олардың меншікті беріктік сипаттамалары минималды мәнге ие - дисперсті толтырғыш бөлшектерінің когезиялық бұзылуы іс жүзінде байқалған жоқ. Мұндай бөлшектердің композиттің беріктік қасиеттерінің қалыптасуына қосқан үлесі негізінен полимер-толтырғыш шекарасындағы физика-химиялық процестермен (ылғалдану, адгезия, кеуектілік) және өтпелі қабаттың пайда болуымен, оның қалыңдығымен және полимердің қозғалғыштығымен анықталады. ондағы тізбектер.

Толтырғыштың негізгі сипаттамалары - бөлшектердің пішіні (k_0 - пішін факторы); бөлшектердің өлшемдері мен өлшемдерінің таралуы (диаметрі, бөлшектердің таралу қисығы); нақты бет (жалпы, геометриялық, ішкі); бөлшектердің кеуектілігі (көлемі, кеуек өлшемі); көлемдік және шынайы тығыздық ($\rho_{\text{көл}}$, $\rho_{\text{шын}}$); максималды көлемдік үлес (φ_{max}) [15].

Қорытынды. Қазіргі заманғы ғылым әртүрлі ингредиенттерді, қажетті қасиеттері бар композициялық материалдарды және жақсартылған физикалық және механикалық қасиеттерін пайдалана отырып, олардың негізінде полимерлерді жобалауға мүмкіндік береді.

Композиттік материалдарды әзірлеу кезінде негізгі міндет – одан жасалған бұйымның жұмыс жағдайларына сәйкес келетін оңтайлы құрылымды жасау. Бұған композицияның құрамдас бөліктерін, олардың қатынасын, композитті және одан өнімді алу әдісін таңдау арқылы қол жеткізіледі. Осының көмегімен материалдың ғана емес, сонымен қатар дайын өнімнің конструктивтік және жұмыс жағдайларын ескере отырып, серпімділік-беріктік қасиеттері, жылу-электрлік және басқа да сипаттамалары реттеледі. Материалтанудағы, ақпараттық технологиялардағы заманауи жетістіктер, үлкен деректер базасының болуы полимерлі композиттерді жобалауды автоматтандыруға мүмкіндік береді. Композиттерді дамытудың келесі кезеңі «интеллектуалды» полимерлі композиттерді құру болып табылады, яғни. сыртқы әсерлерге адекватты жауап беретін материалдар. Мұндай материалдар сыртқы әсерлерге төтеп беріп қана қоймайды, сонымен қатар туындаған зақымдарды түзетуге қабілетті.

Әдебиеттер:

- [1] **Золотова, Ю.А.** Основы аналитической химии. – М., 2012. – 409 б.
- [2] **Рябчиков, Д.И.** Аналитическая химия тория. – М., 1962. – 296 б.
- [3] **Воюцкий, С.С.** Курс коллоидной химии. – М.н., 1975. – 59 б.
- [4] **Батаев, А.А., Батаев, В.А.** Композиционные материалы: строение, получение, применение: Учебник. – Новосибирск, 2002. – 384 б.
- [5] **Кербер, М.Л., Виноградов, В.М., Головкин, Г.С.** Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология, 2008 – 560 б.
- [6] **Мельниченко, М.А.** Влияние состава наполнителей на свойства полимерных композиционных материалов. – Молодой ученый, 2015. 199-202 б.
- [7] **Бондалетова, Л.И.** Полимерные композиционные материалы (часть 1): учебное пособие / – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 118 б.;
- [8] **Власов, С.В., Калинин, Э.С., Кандырин, Л.Б. и др.** Основы технологии переработки пластмасс: Учебник для вузов. – М.: Химия, 1995. – 528 б.
- [9] **Николаев, А.Ф., Крыжановский, В.К., Бурлов, В.В. и др.** Технология полимерных материалов: учеб. пособие / – СПб: Профессия, 2008 – 544 б.
- [10] **Михайлин Ю.А.** Конструкционные полимерные композиционные материалы. – СПб: Научные основы и технологии, 2008 – 822 б.
- [11] **Берлин, Ал.** и др. Принципы создания композиционных полимерных материалов. – М.: Химия, 1990. – 240 б.
- [12] **Барашков Н.Н.** Полимерные композиты: получение, свойства, применение. – М.: Наука, 1984. – 128 б.
- [13] **Бабаевский, П.Г.** Промышленные полимерные композиционные материалы. – М.: Химия, 1980. – 472 б.
- [14] **Милевски, Д.В., Каца, Г.С.** Наполнители для полимерных композиционных материалов. – М.: Химия, 1981. – 736 б.
- [15] **Цвайфель, Х., Маер, Р.Д., Шиллер, М.** Добавки к полимерам. – ЦОП «Профессия», 2010. – 1144 б.

References:

- [1] **Zolotova, Ju.A.** Osnovy analiticheskoy himii. – M., 2012. – 409 b. [in Russian]
- [2] **Rjabchikov, D.I.** Analiticheskaja himija torija. – M., 1962. – 2 h96 b. [in Russian]
- [3] **Vojuckij, S.S.** Kurs kolloidnoj himii. – M h., 1975. – 59 b. [in Russian]
- [4] **Bataev, A.A., Bataev, V.A.** Kompozicionnye materialy: stroenie, poluchenie, primenenie: Uchebnik. – Novosibirsk, 2002. – 384 b. [in Russian]
- [5] **Kerber, M.L., Vinogradov, V.M., Golovkin, G.S.** Polimernye kompozicionnye materialy: struktura, svojstva, tehnologija., – 2008 – 560 b. [in Russian]
- [6] **Mel'nichenko, M.A.** Vlijanie sostava napolnitelej na svojstva polimernyh kompozicionnyh materialov —Molodoj uchenyj., — 2015. — 199-202 b. [in Russian]

- [7] **Bondaletova, L.I.** Polimernye kompozicionnye materialy (chast' 1): uchebnoe posobie / – Tomsk: Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2013. – 118 b. [8] [in Russian]
- [8] **Vlasov, S.V., Kalinchev, Je.S., Kandyrin, L.B.** i dr. Osnovy tehnologii pererabotki plastmass: Uchebnyk dljavuzov – M.: Himija, 1995. – 528 b. [in Russian]
- [9] **Nikolaev, A.F., Kryzhanovskij, V.K., Burlov, V.V.** i dr. Tehnologija polimernyh materialov: ucheb. posobie / – SPb: Professija, 2008 – 544 b. [in Russian]
- [10] **Mihajlin Ju.A.** Konstrukcionnye polimernye kompozicionnye materialy. – SPb: Nauchnye osnovy i tehnologii, 2008 – 822 b.; [in Russian]
- [11] **Al. Berlin i dr.** Principy sozdaniya kompozicionnyh polimernyh materialov. – M.: Himija, 1990. – 240 b. [in Russian]
- [12] **Barashkov N.N.** Polimernye kompozity: poluchenie, svojstva, primenenie. – M.: Nauka, 1984. – 128 b. [in Russian]
- [13] **Babaevskij, P.G.** Promyshlennye polimernye kompozicionnye materialy. – M.: Himija, 1980. – 472 b. [in Russian]
- [14] **Milevski, D.V., Kaca, G.S.** Napolniteli dlja polimernyh kompozicionnyh materialov. – M.: Himija, 1981. – 736 b. [in Russian]
- [15] **Cvajfel', H., Maer, R.D., Shiller, M.** Dobavki k polimeram. – COP «Professija», 2010. – 144 b. [in Russian]

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА ПОЛИОКСАЗОЛИНОВ

Бекешев А.З., ассоциированный профессор
Рысбай Н.А., магистрант

Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г.Актобе, Республика Казахстан

Аннотация. В статье были рассмотрены типы наполнителей и их влияние на свойства полиоксазолинов. Наполнители делятся на разные группы в зависимости от их свойств. Основные виды наполнителей: дисперсные (бор, асбест, гидроксид алюминия, тальк и др.), волокнистые (металл, стекло, углерод, мел, органические, керамические, усы), простыни (ткани, бумага, шпондеревянный, ленты, холсты), сыпучие наполнители (объемные ткани, каркасные системы).

По общепринятой классификации содержания наполнителей в гетерофазных полимерных композициях чаще всего используются следующие виды наполнителей:

- сферические элементы (поверхность частицы кристаллического наполнителя находится в полимерной оболочке);
- кристаллический наполнитель (с моноклинной массивной формой кристаллов, способствующей созданию плотной структуры);
- волокнистые (в виде волокон, слабо пластифицированные смесью пластификаторов);
- синтетические полимеры (фторопласт), образующие нитевидную сетчатую структуру.

Добавление наполнителей к полимерам влияет на их различные свойства. В настоящее время наполнители применяются для повышения прочности полимера, улучшения технологических и эксплуатационных свойств, регулирования оптических, теплопроводных и электропроводных свойств.

Кроме того, биологически совместимые полимерные материалы также широко изучаются и используются в современной медицине. Внимание исследователей в этой области привлекает все больше и больше «умных» полимеров, способных обратимо реагировать на незначительные изменения свойств окружающей среды, такие как температура, кислотность, ионная сила, освещение.

Ключевые слова: полиоксазолины, составной материал, наполнители, дисперсные наполнители, волокнистые, листовые наполнители

INFLUENCE OF VARIOUS FILLERS ON THE PROPERTIES OF POLYOXAZOLINS

Bekeshev A.Z., associate professor

Rysbay N.A., master's student

K. Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe city, Republic of Kazakhstan

Annotation. The article examined the types of fillers and their effects on the properties of polyoxazolins. Fillers are divided into different groups depending on their properties. The main types of fillers: dispersed (chalk, asbestos, aluminum hydroxide, talc, etc.), fibrous (metal, glass, carbon, chalk, organic, ceramic, mustache), sheet (fabrics, paper, wood veneer, ribbons, canvases), bulk fillers (bulk fabrics, frame systems).

According to the generally accepted classification of fillers from the abundance of fillers in heterophase polymer compositions, the following types of fillers are most often used:

- spherical elements (the surface of the crystalline filler particle is in a polymer shell);
- crystal filler (with a monoclinic massive shape of crystals, which contributes to the creation of a dense structure);
- fibrous (in the form of fibers, poorly plasticized with a mixture of plasticizers);
- synthetic polymers (fluoroplast) forming a filamentous network structure.

The addition of fillers to polymers affects their various properties. Currently, fillers are used to increase the strength of the polymer, improve technological and operational properties, regulate the properties of optical, thermal conductivity and electrical conductivity.

In addition, biocompatible polymer materials are also widely studied and used in modern medicine. The attention of researchers in this field is increasingly attracted by "smart" polymers capable of reversibly responding to minor changes in environmental properties, such as temperature, acidity, ionic strength, lighting.

Keywords: polyoxazolins, compound material, fillers, dispersed fillers, fiber, sheet fillers

STUDY OF THE DURABILITY OF THE BEARING ELEMENTS OF THE LIFTING PART OF THE DRILLING RIG

Tanzharikov P.A., candidate of technical sciences, professor
pan_19600214@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6490-9972>

Suleymenov N.S., candidate of technical sciences
nurzhan_suleymen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4039-4900>

Taskara S.D., master's student
sdarhanovna@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5977-7063>

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan

Annotation. This article discusses the mode of operation of the hoist rope. The work of a steel rope in the talus system of drilling rigs is considered, taking into account the main wear factors. Based on the conducted research, it was revealed that the main factor limiting the durability of the hoist rope is cyclically repeated bending stresses in the rope wires.

The carried out theoretical calculations and analysis of the working out of the hoisting ropes under identical drilling conditions, but with different rigging of the hoisting systems, show that the transition to a large number of rigging does not give a significantly noticeable increase in the working time of the rope (and in its consumption). The methodic of the training of the hoisting ropes is proposed. It is shown that the regularity of the distribution of the number of rope bending cycles on pulleys and drum allows us to develop recommendations for drillers to limit the maximum lifting height of the talus block, to develop a methodology for optimal working out (by passes) of the talus rope during the well wiring and to make a program for working out the rope based on the fatigue nature of its wear.

Keywords: hoisting system, pulley, rope, hoisting block, winch.

Introduction. A drilling rig is a set of various functionally interconnected machines, mechanisms and structural elements for performing basic and auxiliary operations during the construction of a well. The design of the drilling rig, its equipment, dimensions and parameters depend on many factors, primarily on the drilling method, depth and design of the well.

There are three technological schemes in the structure of the drilling rig, each of which has a power drive, gearbox, main executive body and auxiliary equipment and tools:

- technological scheme for performing descent and lifting operations, including: drilling: pulley (main executive body), power drive, transmission, as well as a drilling tower and a Tal system;
- technology: a diagram of equipment for rotation, a drill string consisting of a rotor (main executive body), a rotor power drive, a gearbox, a turn or an upper drive;
- technological scheme for creating circulation in the wellbore, connecting, drilling, pumping (main executive body), pumping drive, transmission, as well as mechanisms and devices for: preparation, cleaning and processing of washing liquid and elements, surface circulation systems.

In the improvement of drilling equipment, several directions can be distinguished: the replacement of individual units and components of the drilling rig with more advanced ones; modernization of the design of the drilling rig without changing its schematic diagram; the creation of fundamentally new structures with the implementation of processes using new technology; the creation of a drilling rig that meets any special requirements (for example, installations for hard-to-reach areas and installations for bush drilling, etc.).

The service life of the hoist rope and the safety of the descent and lifting operations depend on the condition of the surfaces of the equipment with which the rope contacts and the mode of joint work.

The following factors should be attributed to the conditions of the rope operation mode:

- bending stresses when passing through pulleys and winch drum in the rope belt system;

- active tensile loads;
- corrosion of the medium;
- abrasiveness of the medium;
- speed of rope movement;
- the design of the equipment in which the cable contacts (pulleys of the Tal system, drum barrel, etc.).

Materials and methods of research. According to many researchers, among all the factors affecting the failure of the rope during the operation of a talc rope with low tensile loads (less than 25% of the breaking force), the wear (wear) of the wires is of predominant importance. Priority factors determining the service life of the rope. working with loads exceeding 25% of the fracture force in modern drilling rigs is the bending of the wire rope in the hoist system winch and the winch drum (the amount of bending stress and the number of bending cycles) and the tensile stress: the rope from the load on the hook.

According to the data given in the work, the number of rope bending cycles before its breakage is determined by the dependence [1, 3]:

$$N = \frac{(D_w/d_K)^K}{T^m} \cdot C \quad (1)$$

where: N - the number of bends of the rope before the fracture; D_w - diameter of the pulley (or drum) wrapped with rope; d_K - rope diameter; T - tensile load on the rope; $m = 1,654 \div 1,7$ - rope fatigue curve indicator; K- the coefficient value is equal to $2 \div 3$; C - the proportionality coefficient depends on the size of the rope and the diameter of the pulleys.

The process of accumulation of fatigue factors on the cables occurs both during descent and lifting operations with drilling and lining columns, and during drilling together with the vibration of the drill string. According to [1], during drilling, there were cases when vibration loads at the bending points of the fixed end of the last (non-rotating) pulley of the crown block led to the rupture of the Tal ropes due to fatigue, i.e. in a zone that does not pass through the pulleys of the tal system and is not subject to bends that seem cyclic.

Each swing of the winch is accompanied by a cycle of rope bending in the running zone, the winch and the escape from the winch. During long-term operation of the vibrating system without rotation of the drum (which is possible in zero conditions: borehole) fatigue factors accumulate in the restricted running and running zones of all pulleys (except the Central one).

It is known that the failure of the talc cable is largely due to the rupture of the wires of the outer layer of threads due to fatigue of the material from cyclic repetitive stresses. One of these stresses should include, first of all, the bending stress when passing the rope through the pulleys of the Hoist system and winding it onto the winch drum. The number of rope bending cycles determines its fatigue strength (strength).

The decrease in rope strength under the influence of oscillatory dynamic loads is determined by the coefficient of decrease in rope strength [9]:

$$\alpha_\kappa = 1 - 2 \sqrt{\frac{\sigma_a}{\sigma_{TM}} \left(1 - \frac{\sigma_a}{\sigma_{TM}}\right)} \quad (2)$$

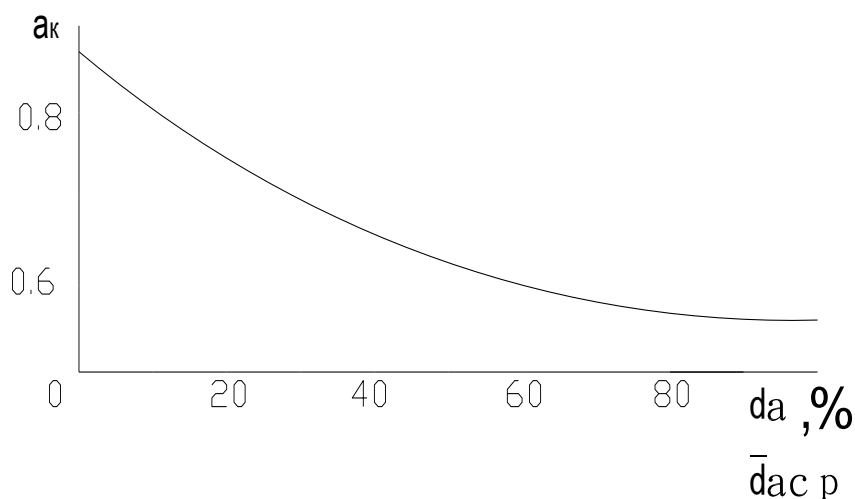
where: σ_a - amplitude of dynamic oscillatory loads; σ_{TM} - maximum average voltage.

$$\sigma_a = \sigma_c (\kappa_d - 1) \quad (3)$$

$$\sigma_{TM} = \sigma_{sl} + \kappa E \frac{\sigma}{D} \quad (4)$$

where: σ_c - statistical voltage, kgp/ mm²; κ_d - dynamism coefficient; σ_{sl} - tensile strength limit (160÷180 kgp/ mm²); κ - coefficient depending on the design of the rope ($K = 0,8$); E- rope elasticity module (2,10⁴ kgp/mm²); σ - wire diameter of the outer layer, mm; D - pulley diameter, mm.

a)



b)

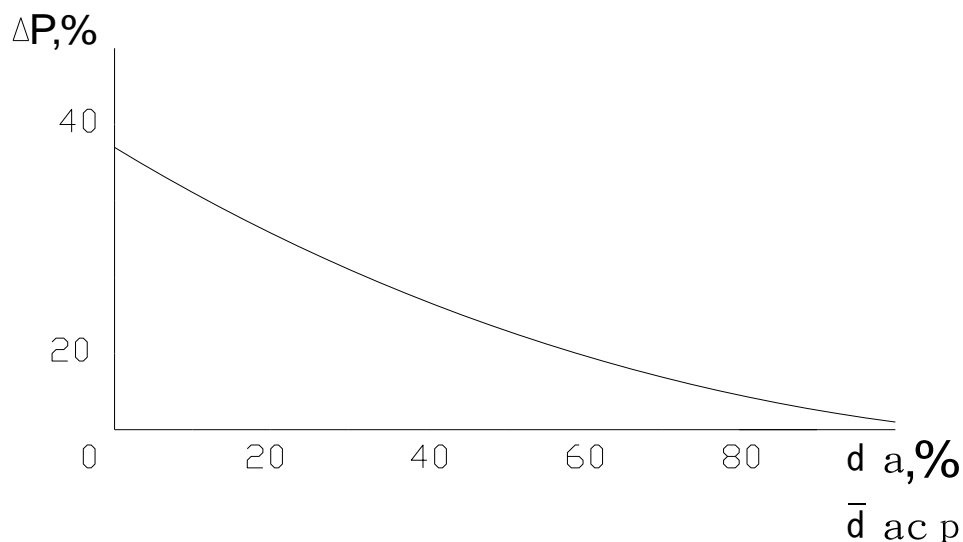


Figure 1 – dependence of the coefficient of cable strength reduction (a) and (b) cable loss on the amplitude of dynamic stresses

Knowledge of the regularity of the distribution of the number of bending cycles of the hoisting rope on the equipment along its length when lifting (lowering) the hoisting block to a height allows you to optimize the parameters of the hoisting system when designing a drilling rig. At the same time, the smallest possible number of bending cycles on the most loaded section of the rope should be taken as an optimization criterion. In addition, knowledge of the laws of bending propagation allows drillers to make recommendations on limiting the maximum lifting height of the talus block and to develop a methodology for optimal processing (bypass) of the talus rope when conducting a well. Table 1 shows comparative data on the use of the technical resource of the rope [4, 6].

The efficiency of the existing talus system is determined by the well-known formula [2, 3]:

$$\eta_{\tau s}^I = \frac{\eta_w(1 - \eta_w^{U_{\tau s}})}{U_{\tau s}(1 - \eta_w)} \quad (5)$$

where: η_{ms}^I – the efficiency of the talus system; η_w – efficiency of one winch (accepted $\eta_w = 0,98$); U_{ms} – multiplicity of equipment of the talus system.

Table 1 – comparative data on the use of the technical resource of the rope, the growth of the rope operation and the efficiency of the tal system with different methods of rope operation Efficiency

Parameters	Equipping the existing scheme of the hoisting system			The current scheme of the hoisting system with the movement of traction and fixed threads when equipped			Diagram of a hoisting system with two ends of a rope wrapped around a drum when supplying		
	4x5	5x6	6x7	4x5	5x6	6x7	4x5	5x6	6x7
Using the technical resource of the rope of all equipment, %	45,7	43,5	42,8	50,0	54,5	57,0	58,4	54,5	51,8
Rope operation compared to the existing scheme (without reconnection and re-equipment), %	100	100	100	109	123	133,3	200	200	200
The efficiency of the tal system	0,87	0,85	0,82	0,87	0,85	0,82	0,927	0,912	0,9

The main parameters of the drum of drilling winches are their diameter and length, which depend on the required capacity of the rope, the diameter of the rope and the number of wrapped layers. When designing drilling winches, as a rule, based on world design experience, the diameter of the drum and the number of rolled layers are given. The conditions of winding the rope on the drum often determine the service life of the rope. Therefore, increasing the diameter of the drum, equipping the drum with corrugated pads and reducing complexity, winding the rope on the drum are ways to improve the loading mode of the rope and, as a result, increase its strength.

As follows from the work [7], the problem of choosing the diameter of the drum determines its length and the number of winding layers and should be solved together with the development of the layout and kinematic scheme of the winch drive and its braking system.

The dimensions of the drum (diameter and length of the working surface of the brake pulleys, diameter and width) to a certain extent determine the size and weight of the winch, its technical and economic indicators. Thus, an increase in the size of the winch drum has a positive effect on the strength of the talc cable, but with an increase in the diameter of the drum, the necessary braking torque of belt and auxiliary brakes increases. But with a decrease in the diameter of the drum, those that act on the lifting shaft are proportionally reduced: winches, torques and bending moments are proportional to the square of the diameter, the moment of inertia of the system decreases, and, as a result, dynamic loads during sudden braking decrease.

According to the recommendations of the authors of [8-9], a significant increase in rope strength occurs when switching to a large multiplicity of equipment. Our theoretical calculations and analysis of working with equipment under the same drilling conditions, but different drilling systems show that switching to more equipment does not provide a significant increase in rope productivity (and its losses). It depends on the following factors:

- when switching to larger equipment, the reinforcement of the rope (while maintaining the same lifting speed of the hook) has a positive effect on its strength, but at the same time the length of the rope on the equipment increases, the number of rope bending cycles on the pulleys increases, the dynamic loads of the rope increase (proportional to the square of the traction speed), the efficiency decreases. Hoisting system: the number of layers of rope packing into the drum increases. The conditions for winding the rope on the drum are deteriorating. The reason for considering the use of belt cables from various manufacturers was the frequently occurring requirements for the low strength of the cables used in the tal system.

During the initial analysis of the causes of talc cable wear, specialists were prone to errors in the design of new winches, namely:

- incorrectly selected cutting step on the drum;
- the shape of a special wedge gasket in the drum so that the rope passes well from the previous to the next packing layer;
- the angle of incidence (angle of deviation) of the rope from the crown block running roller relative to the axis of the pulley drum.

In this case, they were not always taken into account:

- cases of loss of the cylindrical shape of the rope in the presence of the first layer of the roll in the drum in the form of ridges formed by the second layer of the roll;
- core compression conditions;
- cases of cable breakage. [10, 12].

The operation of the mobile drilling rig "2900/175 ER-P" was selected for the study. Installation of main mechanisms with electric drive from direct current motors. The main parameters of the drilling rig:

- permissible load on the hook - 175 t;
- ordinary drilling depth - 2900 m;
- hook lifting speed-0 ... 1.6 m / s;
- the estimated power of the drilling winch on the input shaft - 600 kW;
- diameter of willow rope - 28 mm;
- equipping the 4x5 tal system;
- diameter of 8 pulleys (outer) - 760 mm; fixed pulley - 1000 mm.
- operating temperature range-45... + 400 C (GOST 15150-69).

A decrease in the DSH/DK ratio (sheave diameter to rope diameter of the hoisting system) is known to result in reduced strength and therefore rope wear and wire material fatigue. In general world practice, the diameter of the pulleys of the lifting system for mobile drilling rigs is accepted within 30 inches. Excessively rapid wear and fatigue of the outer wires of the ropes is a consequence of the small radii of the pulleys of the hoisting system and the diameter of the winch drum. This phenomenon is observed only at the maximum loads applied to the hook at the last stage of drilling. However, when designing the mobile drilling rig 2900/175 Er-P, the diameter of the talus system pulleys was calculated to be 760 mm. This is done to reduce the overall dimensions and weight of the crown block, which in turn reduces the force applied to the telescopic hydraulic cylinders to raise the tower to a vertical position, as well as the stress on the tower elements. Figure 1 shows studies of the impact of the load (depth: drilling) on the strength of the rope during unloading and lifting operations. As can be seen from the figure, the strength of the rope in the number of drilled wells is 1.7 wells before the rope is accepted, which is completely insufficient. An increase in drilling depth by 10% leads to a decrease in rope strength by 1.3 wells, and by 50% - up to 0.5 wells. And Table 2 and Figure 2 show the curve of the rope demand change depending on the drilling depth when drilling one well. When drilling a well with a depth of 2500 m (100%), the need for a rope is 556 m. An increase in drilling depth by 10% (up to 2,750 m), the need for rope is 716 m, and with an increase in drilling depth by 50%, the need for rope will triple.

The analysis of statistical data on the elaboration of rope ropes on drilling rigs, as well as the calculation of ropes for strength, shows that an increase in the multiplicity of equipment against those adopted in existing rope systems does not lead to a significant increase in rope strength. In addition, during drilling, dynamic loads increase, efficiency decreases, the inertia of the system increases (drive - pulley - tal system) and machine time costs increase. [13, 14].

Conclusion. Based on the study, cyclically repeated bending stresses in the rope wires were identified as the main factor limiting the strength of the waist rope. During the design of the drilling rig, the law of distribution in the equipment of the number of bending cycles of the Tal rope along its length when lifting (lowering) the Tal Block to the height of one lamp, which

allows you to optimize the parameters of the Tal system (optimization criterion - the minimum of bending cycles of the rope when passing through the pulleys),

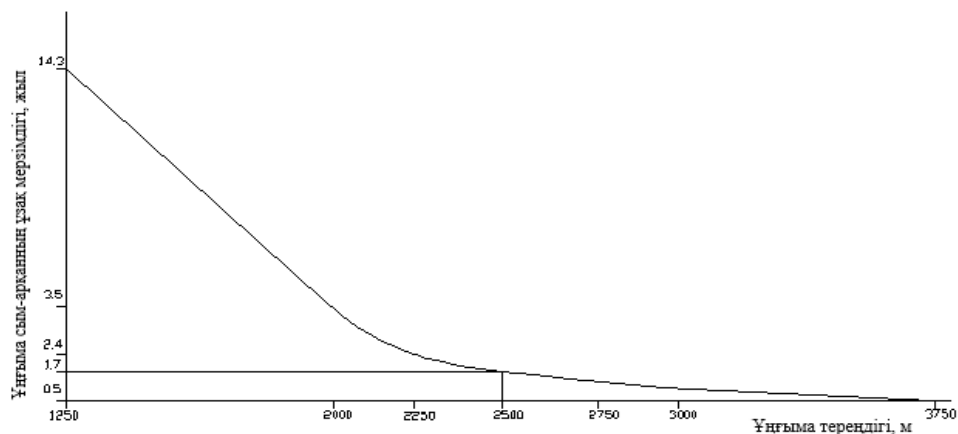


Figure 2 – dependence of the operating time of one wire-rope equipment depending on the load (depth of the well)

Table 2 – the amount of wire rope required to drill one well, depending on the drilling Depth

Drillingdepth, m	The need for rope, m
1250	95
1500	150
1875	263
2250	423
2500	556
2750	716
3125	1007
3750	1650

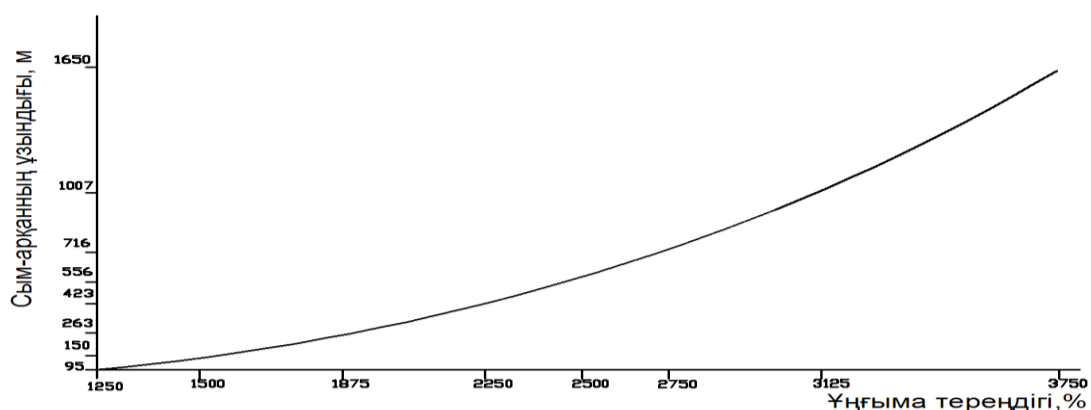


Figure 3 – the amount of wire-rope required to drill one well, depending on the drilling dept

and also allows you to assess the improvement of kinematics and geometric relations in the lifting part of the drilling rigs in terms of loading the rope with the number of bends. It is shown that the regularity of the distribution of the number of bending cycles of the rope on the pulleys and drum allows drillers to develop recommendations for limiting the maximum height of lifting the waist block, develop a methodology for optimal processing, (reconnection) of the waist rope

in the process of carrying out the well, and develop a program for working with the rope, based on the fatigue nature of its wear.

In conclusion, to increase the technical resource of waist ropes, the following measures are proposed:

- correct choice of rope design for specific working conditions;
- systematic management of rope pulling system and work report;
- compliance with the rules for using ropes (regular use of lubrication during hanging, rope use and storage);
- carrying out measures to improve the quality of wire, wire and rope in wire and rope factories;
- to strengthen control over the preservation of rope making technology.

Әдебиеттер:

[1] **Сухоруков, В.В.** Техническая диагностика стальных канатов добывающей промышленности: от дефектоскопии к автоматизированному мониторингу. // В мире неразрушающего контроля, 2019. – №22. – С. 4–8.

[2] **Воробель, С.В.,** Трифанов, Г.Д., Островский, В.Г., Определение удельной работы талевого каната. – Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море, 2019. – № 5. – С. 44–48.

[3] **Слесарев, Д.А.,** Потехин, О.П., Шпаков, И.И. Мониторинг технического состояния талевых канатов буровых установок эксплуатационного и разведочного бурения нефтяных и газовых скважин: технология, эффективность, перспективы//Безопасность труда в промышленности, 2018. – № 6. – С. 13–22.

[4] **Сунгуров, Е.В.** Подготовка к прогнозированию ресурса стальных канатов карьерных экскаваторов // Россия молодая: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. – Кемерово: КузГТУ, 2015. – С. 138–141.

[5] **Танжариков, П.А.,** Глеуберген, А.Ж., Сулейменов, Н.С. Совершенствование методик эксплуатации низкопродуктивных скважин // НЕФТЬ И ГАЗ, №2. – Алматы, 2022. – С. 114-126.

[6] **Танжариков, П.А.,** Амангельдиева, Г.Б., Тілеуберген, А.Ж. Ұңғымалық ортаның коррозиялық белсенділігін бағалау // НЕФТЬ И ГАЗ, №6 (126). – Алматы, 2021. – С.79-90 б.

[7] **Slesarev, D.,** Sukhorukov, D., Shpakov, I. Automated magnetic rope condition monitoring: concept and practical experience. - // Proceedings of the OIPEEC Conference. – La Rochelle, 2017. – P. 295–300.

[8] **Потехин, О.П.** Мониторинг технического состояния талевых канатов с применением магнитных дефектоскопов как средство безопасности эксплуатации буровых установок. - // Бурение и нефть, 2016. – № 1. – С. 52–59.

[9] **Саидов, В.А.** Определение экономии от снижения динамических нагрузок в талевом канате буровой установки // ГГНИ им. акад. М.Д. Миллионщикова, 2009 г.

[10] **Ефимченко, С.И.,** Громова, Г.В., Кобышев, Н.П., Колосов, В.А., Технико-экономические сравнение методов обработки талевых канатов при бурении скважин. // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море., 2007. №7. – С. 25-29.

[11] **Быков, И.Ю.,** Трифанов, Г.Д., Воробель, С.В. Оценка факторов износа талевого каната и выбор рациональной длины перепуска // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море., – 2007. - №5. – С. 25-28.

[12] **Воробель, С.В.** Повышение эффективности эксплуатации талевых канатов на буровых установках. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений., 2005. №9-10. С. – 75-76.

[13] **Воробель, С.В.** Оценка износа талевых канатов и методика их рациональной обработки.// Вестник Пермского государственного технического университета. // Геология. Нефтегазовое и горное дело., – 2006. – № 1. – С. 285-293.

[14] **Малиновский, В.А.** К вопросу о многослойной навивке стального каната на барабан // Стальные канаты. – Одесса, 2005. – № 4. – С. 151-162.

References:

- [1] **Suhorukov, V.V.** Tehnicheskaja diagnostika stal'nyh kanatov dobyvajushhej promyshlennosti: ot defektoskopii k avtomatizirovannomu monitoringu. // V mire nerazrushajushhego kontrolja, 2019. – №22. – S. 4–8. [in Russian]
- [2] **Vorobel', S.V.**, Trifanov, G.D., Ostrovskij, V.G., Opredelenie udel'noj raboty talevogo kanata. – Stroitel'stvo nefjtjanyh i gazovyh skvazhin na sushe i na more, 2019. – № 5. – S. 44–48. [in Russian]
- [3] **Slesarev, D.A.**, Potehin, O.P., Shpakov, I.I. Monitoring tehničeskogo sostojanija talevyh kanatov burovyyh ustanovok jekspluacionnogo i razvedochnogo burenija nefjtjanyh i gazovyh skvazhin: tehnologija, jeffektivnost', perspektivy//Bezopasnost' truda v promyshlennosti., 2018. – № 6. – С. 13–22. [in Russian]
- [4] **Sungurov, E.V.** Podgotovka k prognozirovaniju resursa stal'nyh kanatov kar'ernyyh jekskavatorov //Rossija molodaja:sbornik materialov VII Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj konferencii molodyh uchenyyh s mezhdunarodnym uchastiem. – Kemerovo: KuzGTU, 2015. – S. 138–141. [in Russian]
- [5] **Tanzharikov, P.A.**, Tilebergen, A.Zh., Sulejmenov, N.S. Sovershenstvovanie metodik jekspluacii nizkoproduktivnyh skvazhin // NEFT" I GAZ ,№2. – Almaty, 2022. – S . 114-126. [in Russian]
- [6] **Tanzharikov, P.A.**, Amangel'dieva, G.B.,Tilebergen, A.Zh.Ungymalyq ortanyng korrozijalyq belsendiligin baralau // NEFT" I GAZ ,№6 (126), Almaty., – 2021. – S h.79-90 b. [in Kazakh]
- [7] **Slesarev D.**, Sukhorukov, D., Shpakov, I. Automated magnetic rope condition monitoring: concept and practical experience. – Proceedings of the OIPEEC Conference. – La Rochelle, 2017. – P. 295–300. [in Russian]
- [8] **Potehin, O.P.** Monitoring tehničeskogo sostojanija talevyh kanatov s primeneniem magnitnyh defektoskopov kak sredstvo bezopasnosti jekspluacii burovyyh ustanovok. – Bure hnie i nef't', 2016. – № 1. – S. 52–59. [in Russian]
- [9] **Saidov, V.A.** Opredelenie jekonomii ot snizhenija dinamičeskih nagruzok v talevom kanate burovoj ustanovki // GGNI im. akad. M.D. Millionshhikova, 2009 g. [in Russian]
- [10] **Efimchenko, S.I.**, Gromova, G.V., Kobyshev, N.P., Kolosov, V.A., – Tehniko-jekonomicheskie sravnenie metodov otrabotki talevyh kanatov pri burenii skvazhin. // Stroitel'stvo nefjtjanyh i gazovyh skvazhin na sushe i na more., – 2007. - №7. – S. 25-29. [in Russian]
- [11] **Bykov, I.Ju.** Trifanov, G.D., Vorobel, S.V. – Ocenka faktorov iznosa talevogo kanata i vybor racional'noj dliny perepuska // Stroitel'stvo nefjtjanyh i gazovyh skvazhin na sushe i na more., 2007. – №5. – S. 25-28. [in Russian]
- [12] **Vorobel', S.V.** Povyshenie jeffektivnosti jekspluacii talevyh kanatov na burovyyh ustanovkah. // Geologija, geofizika i razrabotka nefjtjanyh i gazovyh mestorozhdenij., 2005. – №9-10. S. – 75-76. [in Russian]
- [13] **Vorobel', S.V.** Ocenka iznosa talevyh kanatov i metodika ih racional'noj otrabotki.// Vestnik Permskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. // Geologija. Neftegazovoe i gornoe delo., - 2006. - № 1. - S. 285-293. [in Russian]
- [14] **Malinovskij, V.A.** K voprosu o mnogoslojnoj navivke stal'nogo kanata na baraban // Stal'nye kanaty. – Odessa, 2005. – № 4. – S. 151-162. [in Russian]

БҰРҒЫЛАУ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ КӨТЕРГІШ БӨЛІГІ ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ СЕНІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Таңжарықов П.А., техника ғылымдарының кандидаты, доцент
Сүлейменов Н.С., техника ғылымдарының кандидаты
Тасқара Ш.Д., магистрант

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

Андатпа. Бұл мақалада тальдік арқанның жұмыс режимі қарастырылады. Негізгі тозу факторларын ескере отырып, бұрғылау қондырғыларының тальдік жүйесіндегі болат арқанның жұмысы қарастырылды. Зерттеу негізінде арқан сымдарындағы циклдік қайталанатын иілу кернеулері таль арқанының беріктігін шектейтін негізгі фактор анықталды.

Бұрғылаудың бірдей жағдайларында, бірақ тальдік жүйелердің әртүрлі жабдықтарымен жүргізілген теориялық есептеулер мен тальдік арқандардың жұмыс істеуін талдау көрсеткендей, жабдықтың үлкен еселігіне көшу арқанның жұмысында (және оның шығынында) айтарлықтай өсуді қамтамасыз етпейді. Таль арқандарын ұтымды өңдеу әдістемесі ұсынылды. Шығыр мен барабандардағы арқанның иілу циклдарының санын бөлу заңдылығы бұрғылаушыларға таль блогын көтерудің максималды биіктігін шектеу бойынша ұсыныстар жасауға, ұңғыманы өткізу процесінде таль арқанын оңтайлы өңдеу (қайта қосу) әдістемесін жасауға және оның тозуының шаршау сипатына негізделген өңдеу бағдарламасын жасауға мүмкіндік беретіні көрсетілген.

Тірек сөздер: тальдік жүйе, шығыр, сым-арқан, таль блогы, жүкшығыр.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДЪЕМНОЙ ЧАСТИ БУРОВОЙ УСТАНОВКИ

Танжариков П.А., кандидат технических наук, доцент

Сулейменов Н.С., кандидат технических наук

Тасқара Ш.Д., магистрант

Кызылординский университет им. Коркыт Ата, г.Кызылорда, Республика Казахстан,

Аннотация. В данной статье рассматривается режим работы талевого каната. Рассмотрена работа стального каната в талевой системе буровых установок с учетом основных факторов износа. На основе проведенных исследований выявлено основным фактором, лимитирующим долговечность талевого каната, являются циклически повторяющиеся изгибные напряжения в проволоках каната.

Проведенные теоретические расчеты и анализ отработки талевых канатов в идентичных условиях бурения, но с разными оснастками талевых систем, показывают, что переход на большую кратность оснастки не дает существенно-заметного увеличения в наработке каната (и в его расходе). Предложена методика рациональной отработки талевых канатов. Показано, что закономерность распределения числа циклов изгибов каната на шкивах и барабанах позволяет разработать рекомендации для буровиков по ограничению максимальной высоты подъема талевого блока, разработать методику оптимальной отработки, (перепусков) талевого каната в процессе проводки скважины и составить программу отработки каната, базирующуюся на усталостный характер его износа.

Ключевые слова: талевая система, шкив, канат, талевый блок, лебедка.

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ РАССЕЯНИЯ СВЕТА В КРИСТАЛЛАХ

Убаев Ж.К., старший преподаватель кафедры физики
nczhiger@mail.ru, <https://doi.org/10.1063/10.0002469>

Құрбан А.Б., магистрант
aruzhibek@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-8425-0817>

*Актюбинский региональный университет имени К.Жубанова
г.Актобе, Республика Казахстан*

Аннотация. В этой статье мы сообщаем об экспериментах, в которых методы рассеяния света использовались для изучения динамических процессов на поверхности растущих кристаллов. В этой статье мы хотим передать два сообщения:

1. Методы рассеяния света полезны для характеристика процессов роста. Мы хотим побудить производителей кристаллов использовать эти методы.
2. Будут представлены экспериментальные результаты, которые показывают, что поверхность растущего кристалла не является острой и что кристаллизация не является одностадийным процессом. Имеются свидетельства наличия слоя промежуточной фазы на поверхности растущих кристаллов. Этого слоя может быть несколько, очень толстых. В этом слое наблюдаются длительные непрерывные колебания. Скорость затухания этих колебаний в 10⁶ раз ниже, чем скорость затухания колебаний плотности в объемном расплаве.

Эта статья организована следующим образом: Введение в квазиупругое рассеяние света дано в разделе 2. В разделе 3 мы покажем, как этот метод может быть применен к задачам роста кристаллов и как можно измерить параметры, имеющие отношение к росту кристаллов. Акцент будет сделан на изучении динамических процессов, которые не могут быть изучены другими методами.

Ключевые слова: кристалл, рассеяния света, кристаллизация, лучь

Введение. Для изучения динамики роста кристаллов можно использовать методы динамического рассеяния света (рэлеевское рассеяние). Этот метод позволяет получить информацию о динамических процессах, происходящих на поверхности растущего кристалла или вблизи такой поверхности. Рассеяние света имеет несколько преимуществ по сравнению с методами оптической визуализации или рассеянием нейтронов: для экспериментов по рассеянию не существует дифракционных ограничений, и необходимы только очень малые объемы рассеяния. Поэтому эксперименты по светорассеянию можно проводить практически на любой установке, где изучаются процессы кристаллизации. Методы рассеяния света могут быть использованы для изучения поверхностных структур при выращивании кристаллов на месте во время роста кристаллов, т.е. скорость ступеней роста и расстояние между ступенями роста можно определить по распределению частоты и интенсивности рассеянного света. Рассеяние света свидетельствует о наличии слоя предупорядоченного материала перед растущими кристаллами. В этом интерфейсном слое наблюдаются непрерывные флуктуации плотности. Корреляционная длина этих флуктуаций плотности порядка длины волны видимого света. Толщина пограничного слоя может составлять несколько $\mu\text{м}$. Флуктуации в пограничном слое имеют скорость затухания, которая в 10⁶ раз медленнее скорости затухания флуктуаций плотности в объемной жидкости. Кристалл растет в мезофазу, поэтому динамика роста кристалла определяется динамикой в пограничном слое.

Также с развитием методов выращивания кристаллов для оптики, оптоэлектроники и акустооптики полученные материалы достигли определенного уровня структурного качества. В частности, уменьшилась концентрация наиболее крупных дефектов, в основном определяющих светопотери и искажения светового волнового фронта в кристаллах. Для оптического германия потери света вызваны поглощением носителями

заряда. Для парателлурита потери света связаны с наличием пузырьков газа, скоплений примесей и оптических неоднородностей (полос). На определенном этапе развития методов выращивания становится актуальной проблема уменьшения потерь света на рассеяние (которое затемняется поглощением в несовершенных кристаллах). Проблема уменьшения светорассеяния актуальна для приборов как на основе германия, так и на парателлурите, особенно для тепловизионных приборов на основе германия и приборов лазерной (в частности, силовой) оптики и парателлуритовых акустооптических фильтров и дефлекторов. Рассеяние света в кристаллах германия изучено недостаточно. Имеется немного экспериментальных работ [1–3], в которых применялись сложные системы для прямого измерения рассеянных потоков с помощью СО₂-лазеров (только на длине волны 10,6 мкм). Рассеяние света в монокристаллах парателлурита вообще не исследовалось. Он упоминался лишь в связи с проявлением гиротропии [4] и количественно не рассматривался. Оптические качества кристаллов парателлурита по светорассеянию оцениваются в России и за рубежом достаточно субъективно [5]. Кристаллы условно разделены на три группы (А, В, С) в порядке возрастания интенсивности рассеянного лазерного излучения в видимом диапазоне. В кристаллах группы А лазерные лучи не визуализируются, тогда как в кристаллах групп В и С ярко выражено светорассеяние. В кристаллах группы С рассеяние проявляется в виде субволоконистых включений, природа которых не установлена. Современные сертификаты на оптический германий классифицируют материалы только по коэффициенту затухания [6, 7]. Этот фотометрический параметр определяется измерением пропускания оптических образцов германия на спектрофотометры с последующим расчетом затухания. Однако спектрофотометры всех моделей измеряют смешанное пропускание, включающее как направленную, так и рассеянную составляющие, особенно при малых углах рассеяния.

Материалы и методы исследования: Квазиупругое рассеяние света. Объем для отбора проб освещается лазерным лучом. Размеры интересующей области могут быть малы по сравнению с диаметром лазерного фокуса (например, поверхностного слоя кристалла). Свет рассеивается отдельными атомами, и, таким образом, не существует практического нижнего предела для размера рассеивателей, который можно изучить с помощью рассеяния света. Мы покажем, какую информацию о малых рассеивателях можно получить. Интенсивность, частотное распределение и поляризация рассеянного света измеряются в зависимости от вектора рассеяния. Эти параметры являются характерными для рассеивателей. Были разработаны сложные инструменты для сравнения моделей, полученных в результате эксперимента по рассеянию, и свойств рассеянного света. Эти теории рассеяния одинаковы для всех методов рассеяния. Рассеяние света имеет преимущество по сравнению с другими методами рассеяния: это единственный метод, который способен предоставить информацию о динамике процессов, происходящих в небольших объемах.

Электрическое поле рассеянного света определяется сверткой электрического поля, рассеянного одной неоднородностью, и поля совокупности неоднородностей в рассеивающем объеме. По практическим соображениям можно проводить различие между статическим рассеянием света и динамическим рассеянием света. При статическом рассеянии света измеряется усредненная по времени интенсивность. Получаемая информация аналогична информации, получаемой при рассеянии рентгеновских лучей, за исключением того, что мы используем гораздо большую длину волны. При динамическом рассеянии света определяется спектральное распределение рассеянного света. Полученное частотное разрешение составляет 1 к 10^{12} или выше. Это частотное разрешение на много порядков выше, чем то, которое достижимо с помощью любого спектрометра. Мы приводим здесь краткий список некоторых свойств, которые могут быть определены с помощью методов рассеяния света.

Статическое рассеяние света. Распределение плотности в рассеивателе. Мы можем выделить два случая: рассеиватель может иметь острую поверхность или

диффузную границу раздела. Рассеиватель с острой поверхностью может представлять собой частицу или газовый пузырь. Размер такого рассеивателя может характеризоваться диаметром и параметром асимметрии, если он не сферический. Интенсивность рассеянного света описывается теориями Ми и Дебая. Примером неоднородностей без острой поверхности являются флуктуации плотности, например критические флуктуации в критической точке газ-жидкость. Такие колебания приводят к критической опалесценции. Их можно охарактеризовать корреляционной функцией плотность-плотность, такой как корреляционная функция Орнштейна-Цернике:

$$\gamma(r) \propto r^{-1} e^{-r/\xi},$$

или корреляционная функция, введенная Дебаем и Бюше.

$$\gamma(r) \propto e^{-r/\xi}$$

Амплитуда света, рассеянного такой флуктуацией, определяется преобразованием Фурье корреляционной функции. Сравнение измеренного распределения интенсивности с распределением, рассчитанным по теории Орнштейна-Цернике или Ми, говорит нам, имеет ли рассеиватель диффузную или острую поверхность.

Размер рассеивателя. Угловая зависимость рассеивающей способности малой частицы аналогична зависимости диполя Герца. Если такая частица освещается светом, поляризованным перпендикулярно плоскости рассеяния, то интенсивность рассеяния изотропна в плоскости рассеяния. Частицы, радиус которых R сравним с длиной волны света λ или больше, проявляют анизотропное рассеяние света. Большая часть интенсивности рассеивается в прямом направлении, например при увеличении размера с $x = 2 \frac{\pi r R}{\lambda} = 1,5$ в 4 раза до $x=6$ мы наблюдаем увеличение отношения прямого к обратному рассеянию в 400 раз при относительном показателе преломления частицы $m = 1,33$. Это соответствует капле воды в воздухе, отношение прямого рассеяния к обратному для $x = 1$ равно 2. Частицы с $x \ll 1$ рассеиваются подобно диполю Герца, и определить их размер невозможно. Разрешающая способность метода рассеяния лучше, но на тот же порядок величины, что и у известных методов получения изображений. Большое преимущество рассеивания заключается в том, что нет необходимости приближать устройство обнаружения вплотную к рассеивателю. Это необходимо, если необходимо измерить размер частицы диаметром $0,5 \mu\text{м}$ с помощью микроскопа. Таким образом, рассеяние света является идеальной технологией для исследований *in situ*, где рассматриваемый объект не должен быть нарушен оптическим оборудованием.

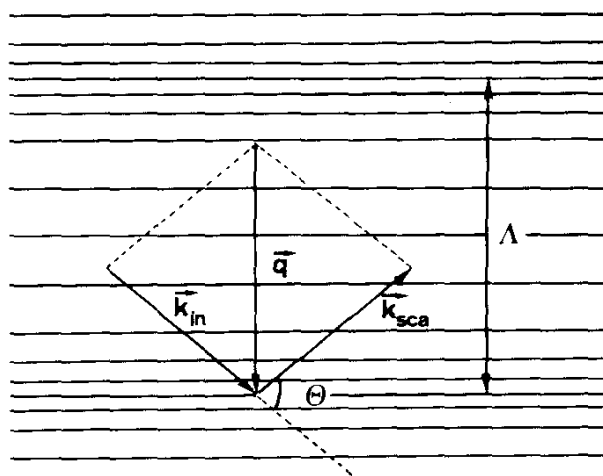


Рисунок 1 – Брэгговское отражение на одной фурье-компоненте распределения плотности

Распределение рассеивателей в пространстве. Амплитуда рассеянного света пропорциональна преобразованию Фурье распределения восприимчивости. Обнаруживаемая интенсивность пропорциональна квадрату этого преобразования Фурье. Однородная среда с бесконечной протяженностью рассеивает только вперед, потому что преобразование Фурье имеет только длинноволновые вклады. Среда, содержащая неоднородности, будет рассеивать свет из освещающего луча. Неоднородности - это отклонения от однородной средней восприимчивости. Эти отклонения называются плотностью рассеяния, которую можно рассматривать как суперпозицию бесконечного ансамбля этих волн, имеющего волновой вектор q и амплитуду $A(q)$. Существует аналогия с законом Брэгга. Это показано на рис. 1. На рисунке представлена одна фурье-составляющая плотности рассеяния. Это компонент Фурье с пространственной длиной волны Λ вдоль q . Таким образом, $q = 2\pi/\Lambda$. Условие брэгговского рассеяния приводит к:

$$2\Lambda \sin \frac{1}{2} \theta = \lambda$$

Где θ - угол рассеяния. Экспериментатор выбирает в эксперименте один угол рассеяния и, следовательно, один вектор рассеяния. Делая это, он выбирает одну компоненту Фурье распределения плотности рассеяния. Выбранная составляющая Фурье имеет модуляцию вдоль q с пространственной длиной волны $\Lambda = 2\pi r / q$. Если свет рассеивается в направлении, характеризуемом q , то существует составляющая Фурье $A(q)$. Если рассеянный свет отсутствует, то мы заключаем, что $A(q) = 0$. Мы можем вывести пространственное распределение чувствительности в рассеивающем объеме из углового распределения рассеянного света.

Изменения в распределении восприимчивости из-за нераспространяющихся флуктуаций. На рис. 1 показан эскиз компонента Фурье, который рассеивает свет. Интенсивность света, рассеянного в направлении, характеризуемом q , пропорциональна $|A(q)|^2$. Может быть несколько причин, которые приводят к изменению $A(q)$ и, следовательно, к изменению обнаруживаемой интенсивности.

В материале, принимаемом при 0 К. Всегда существуют флуктуации энтропии В чистой диэлектрической жидкости эти колебания приводят к колебаниям плотности и, следовательно, к колебаниям восприимчивости.

Моментальный снимок распределения восприимчивости может быть проанализирован, как описано выше. С течением времени $A(q)$ будет уменьшаться в соответствии с законом диффузии, который описывает уменьшение синусоидальной модуляции распределения тепла:

$$\frac{d}{dt} \delta T(q, t) = -\alpha q^2 \delta T(q, t),$$

Для зависимости флуктуации энтропии от времени получаем:

$$\delta T(q, t) = \delta T(q, 0) e^{-\Gamma t},$$

где α - коэффициент температуропроводности, а Γ - скорость затухания флуктуаций плотности в диэлектрической жидкости.

$$\Gamma = \alpha q^2$$

Детектор увидит колебания интенсивности рассеянного света с типичной скоростью затухания Γ . Таким образом, анализ тока фотонов для нескольких векторов рассеяния приводит к коэффициенту температуропроводности, который составляет порядка $10^{-3} \text{ см}^2/\text{с}$ для всех диэлектрических жидкостей, за исключением сверхтекучего гелия. Растворенное вещество может влиять на восприимчивость жидкости, а колебания концентрации растворенного вещества приводят к рассеянию света. Анализ

флуктуирующей интенсивности приводит к определению константы диффузии растворенного вещества. Случайное блуждание дисперсных частиц может быть охарактеризовано константой диффузии. Таким образом, диспергированные частицы приведут к колебаниям интенсивности рассеянного света. Константа диффузии, полученная в результате такого эксперимента, является константой диффузии дисперсных частиц. Используя соотношение Стокса—Эйнштейна.

$$D = k_B T / 6\pi a \eta$$

где η - вязкость жидкости, а k_B - постоянная Больцмана, можно определить гидродинамический радиус диспергированных частиц. Размер частиц может быть небольшим по сравнению с длиной волны света. Нижнего предела для радиуса частицы, определяемого этим методом, не существует. Детектор рассеянного света может быть размещен на любом расстоянии от рассматриваемого объекта, аналогично тому, как при статическом рассеянии света. Колебания амплитуды рассеянной волны всегда коррелируют с колебаниями частоты рассеянной волны, согласно принципу Фурье. Распределение частот является лоренцевым, если дисперсные частицы совершают случайное блуждание. Таким образом, спектральный анализ, который может быть выполнен с высокой точностью, предоставляет инструмент для определения размера частиц. До сих пор мы рассматривали колебания температуры или концентрации. Эти колебания растут и затухают, они не распространяются.

Изменения восприимчивости из-за распространяющихся неоднородностей. Рассматривая рис. 1, мы можем представить, что свет рассеивается на распространяющихся компонентах Фурье. Если свет рассеивается или отражается от распространяющегося объекта, тогда частота света доплеровски сдвигается на

$$\Delta\omega = v \cdot q$$

Мы можем определить скорость v движущегося объекта по частотному распределению рассеянного света. Таким объектом может быть макроскопическое препятствие, отражающее свет, или совокупность микроскопических частиц или флуктуаций плотности, которые движутся с постоянной скоростью дрейфа. Эта скорость дрейфа может быть наложена на случайное блуждание.

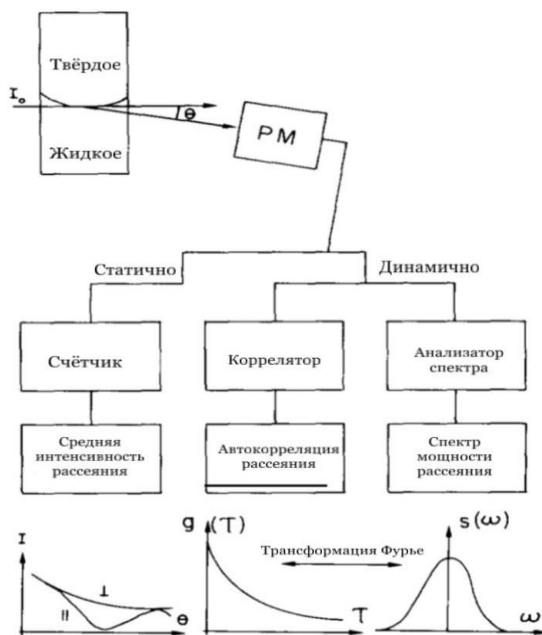


Рисунок 2 – Методы выращивания, используемые в экспериментах по рассеянию света

Экспериментальная техника светорассеяния. Поверхность раздела твердое тело—жидкость освещается монохроматическим поляризованным светом. Свет рассеивается под углом рассеяния θ . Этот свет обнаруживается с помощью фотоумножителя. Фактическая установка может быть адаптирована к используемой технике выращивания. Есть лишь небольшие ограничения, и поэтому светорассеяние можно использовать для большинства методов выращивания кристаллов. Установлено, что в большинстве применений приготовление беспыльного расплава или раствора является наиболее сложной частью подготовительной работы.

Абсолютно обязательно удалять пыль из рассеивающего объема. Пыль рассеивает свет и тем самым искажает измерения. В большинстве экспериментов ФЭУ работает в режиме счета фотонов. Интенсивность как функцию угла рассеяния можно легко определить путем подсчета фотонных импульсов. Для сравнения измеренных интенсивностей с модельными расчетами полезно проводить измерения с поляризацией освещающего света, параллельной I и перпендикулярной I плоскости рассеяния. Если распределение рассеивателей меняется со временем, то рассеянная интенсивность флуктуирует. Статистику этих флуктуаций можно анализировать путем автокорреляции фотонных импульсов или с помощью преобразования Фурье фотонного тока. Оба метода приводят к эквивалентным данным, которые связаны преобразованием Фурье. В большинстве экспериментов для освещения используются аргоновые ионные лазеры, а для обнаружения — ФЭУ. Эти компоненты будут заменены полупроводниковыми устройствами в течение нескольких лет и, таким образом, снизят стоимость такой системы. Более подробную информацию о теории и приложениях квазиупругого рассеяния света можно найти в работе.

Результаты/обсуждение: Рассеяние света и граница раздела твердое тело—жидкость. Эксперименты по рассеянию света проводились на границах раздела твердое тело—жидкость воды, салолла, циклогексана, циклогексанолаи некоторых других органических соединений. Квазиупругое рассеяние света наблюдалось на границах раздела твердое тело—жидкость всех этих веществ во время роста кристаллов. Эти эксперименты с квазиупругим рассеянием света были дополнены экспериментами по комбинационному рассеянию на границе раздела лед-вода и экспериментами по упругому рассеянию света на границе раздела твердое тело—жидкость циклогексан.

Методы роста. Мы использовали несколько методов выращивания и геометрий рассеяния. На рис. 2 приведено сравнение этих экспериментальных схем. Большинство экспериментов было проведено во время доработки зоны. Зонное рафинирование - это хорошо известный метод очистки материалов. Загрязненный конец необходимо регулярно удалять, в противном случае обратная диффузия разрушает эффект очистки. В этих экспериментах могут быть достигнуты устойчивые темпы роста. Недостатком зонной очистки является то, что тепло необходимо транспортировать через зону с жидкостью, чтобы сохранить зону открытой. Очень трудно или невозможно предотвратить конвекцию в жидкости, и, следовательно, невозможно контролировать температурный градиент в жидкости. Этот недостаток устранен в методике Чохральского. Холодный палец под кристаллом используется для регулировки температуры жидкости. Крупномасштабную конвекцию можно предотвратить, если между кристаллом и холодным пальцем имеется только тонкий слой расплава.

Для температуры холодного пальца можно выбрать температуру ниже температуры замерзания. Таким образом, кристалл превращается в переохлажденный расплав. Такие эксперименты невозможны при зонной очистке. Метод Чохральского также полезен для изучения влияния различных газов на процесс роста. Мы сравнили аргон и гелий, чтобы изучить их влияние на рассеяние света на границе раздела фаз.

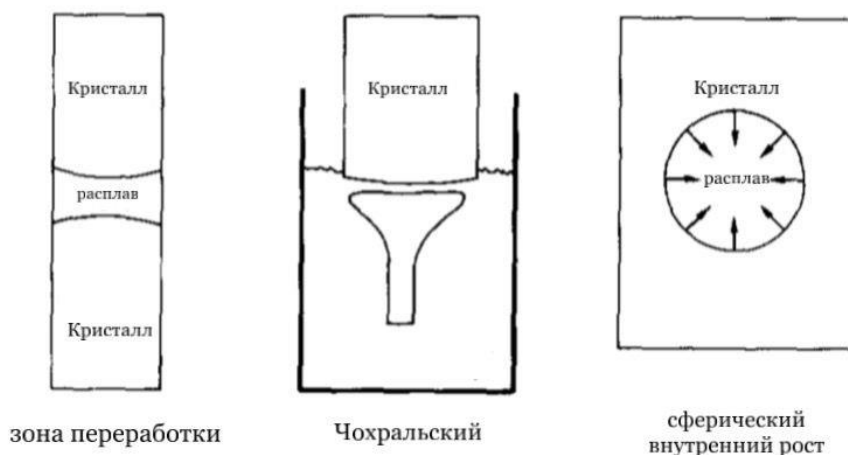


Рисунок 3 – Геометрия, используемая для освещения поверхности кристалла во время экспериментов по рассеянию света

Аргон выделяется на границе раздела лед-вода, поскольку растворимость в жидкости выше, так как в твердом состоянии гелий не выделяется на границе раздела лед-вода. Он обладает более высокой растворимостью во льду, чем в воде, и одинаковой константой диффузии в обеих фазах. В системе H_2O - аргон мы наблюдаем большие пузырьки газа на границе раздела фаз, которые образуются в кристалле. Эти наблюдения согласуются с экспериментами, опубликованными Черновым и Темкиным. Если вода насыщена гелием, мы не наблюдаем никаких пузырьков газа; граница раздела ведет себя так же, как у очищенного материала.

Абсолютно замкнутая система показана на рис. 2, где кристалл нагревается изнутри, а жидкая сфера расплавляется внутри кристалла зонной очистки. Мы разработали этот метод в ходе наших исследований циклогексана. Расплав не соприкасается ни с какими стенками, кроме своего собственного кристалла. Недостатком этой системы является то, что очень трудно добиться устойчивого роста кристаллов. Благодаря небольшим размерам системы (диаметр сферы расплава составляет несколько мм) расплав устойчив к конвективному течению. Рассеяние света можно наблюдать сразу после начала роста, а рассеяние света наблюдалось во время плавления. Во время плавления рассеивающий слой следует за поверхностью растущей жидкой сферы.

Освещение может варьироваться в широком диапазоне (рис. 3). Для изучения поверхностных структур мы используем свет, который рассеивается от затухающей волны, проходящей параллельно границе раздела твердое тело-жидкость.

Исследование поверхностных структур. Изучена динамика поверхностных ступеней на грани растущего кристалла салола. Эти эксперименты были проведены во время зонной очистки. Подробности эксперимента см. в ссылке. Салол - вещество с высокой энтропией плавления. Поэтому она имеет множество граней. Кристалл начинает расти из ориентированного зародыша. Ориентация выбрана таким образом, чтобы сформировать большую (001) грань, перпендикулярную направлению роста. Особая осторожность была необходима для приготовления чистого материала без газообразных или твердых загрязнений, только многозонный рафинированный материал был признан достаточно чистым.

Важный эксперимент должен провести различие между зеркальным отражением от объекта, которое велико по сравнению с длиной волны видимого света, и брэгговским отражением от множества объектов, расстояние до которых составляет порядок величины длины волны света. Эти два явления можно различить, используя световые лучи разных цветов. В случае зеркального отражения два луча разного цвета отражаются под одним и тем же углом отражения (θ -постоянный). В случае брэгговского рассеяния два луча с

разными цветами будут дифрагированы при одном и том же векторе рассеяния (q =постоянный). Эксперименты ясно показывают, что свет рассеивается с заданным вектором рассеяния, а не под постоянным углом рассеяния. Таким образом, мы приходим к выводу, что свет рассеивается на множестве ступеней роста, которые образуют рисунок, похожий на оптическую решетку. Расстояние d между двумя шагами может быть выведено из закона Брэгга. Модель бокового роста и величины, которые могут быть измерены одновременно, показаны. v_s увеличивается по мере увеличения переохлаждения расплава; d уменьшается в то же время. v_k кристалла, таким образом, мы обнаруживаем, что скорость роста, нормальная к грани, увеличивается с квадратом переохлаждения. Эти наблюдения согласуются с теорией VCF.

Заключение. Методы квазиупругого рассеяния света дают информацию о динамике кристаллизации. Рассеяние света может быть использовано без ущерба для роста кристаллов. Источник света, а также детектор могут быть размещены на произвольном расстоянии от исследуемой поверхности без какой-либо потери пространственного или частотного разрешения.

Мы обнаружили толстый пограничный слой на границе раздела твердое тело—жидкость растущих кристаллов. Экспериментальные данные совместимы с моделью, предполагающей наличие мезофазного слоя перед кристаллом. Колебания плотности в этой мезофазе приводят к сильному рэлеевскому рассеянию. Скорость затухания флуктуаций плотности в пограничном слое в $10^5 - 10^6$ раз медленнее, чем в объемной жидкости. Эксперименты на различных материалах с различными физическими свойствами показывают, что пограничный слой является общим явлением роста кристаллов - по крайней мере, для диэлектрических материалов. Модель мезофазы согласуется с моделями, предполагающими, что граница раздела твердое тело-жидкость не является острой. Кристалл превращается не в объемный расплав, а в мезофазу, где подвижность атомов замедляется.

В литературе широко обсуждался вопрос о происхождении рассеяния света в пограничном слое. Поэтому мы резюмируем причины, по которым считаем, что только модель 4 совместима с экспериментами. Было показано, что рассеяние возникает в трехмерном слое. Слой находится на жидкой стороне границы раздела твердое тело-жидкость. Во вновь образованном кристалле рассеяния не наблюдается. Маленькая капля жидкости была расплавлена внутри монокристалла циклогексана. Сильное рассеяние наблюдается на границе раздела твердое тело-жидкость растущего внутрь кристалла, а также на поверхности плавящегося кристалла. Измерения интенсивности в циклогексане несовместимы с моделью газовых пузырьков и совместимы с непрерывными флуктуациями.

Литература:

- [1] **Закутайлов, К.В.**, Ушаков, Н.В., Набатов, Б.В. Рассеяние света в кристаллах лангасита (La3Ga5SiO14)//Международный технологический журнал. – Тюмень, 2013. Т. 58. № 3. – С. 462-467.
- [2] **Золотова, Ю.А.** Основы аналитической химии. – М., 2012. – 409 с.
- [3] **Колесников, А.И.**, Гречишкин, Р.М., Терентьев, И.А. Физика кристаллизации//Журнал Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии», 2002. – №1. – С. 18.
- [4] **Рябчиков, Д.И.** Аналитическая химия теории. – М., 2012. – 296с.
- [5] **Сидоров, Н.В.**, Яничев, А.А., Палатников, М.Н., Габаин, А.А. Исследование оптической однородности и фоторефрактивных свойств монокристаллов ниобата лития методами спектроскопии комбинационного рассеяния света и лазерной коноскопии // Оптика и спектроскопия. – М., 2013. Т. 115. № 4. – С. 597-604.
- [6] **Мануковская, Д.В.**, Сидоров, Н.В., Палатников, М.Н., Сюй, А.В. Применение фрактального анализа для исследования картин фотоиндуцированного рассеяния света в кристаллах ниобата лития //Прикладная Физика. – М., 2015. - №1. – С. 14-17

[7] Умаров, М., Грузиненко, В., Втюрин, А.Н., Ходжибаев, А. Формы осаждения меди и никеля сунгулитом термовермикулитом// Компоненты и технологии. – М., 2010. № 6. – С. 138–140.

[8] Akhmedzhanov, F., Juraev, F. Attenuation of Acoustic Waves in Lithium Niobate Crystals with Impurities // Societ' e' Francaise d' Acoustique. Acoustics. 2012. Nantes, France, 2012.

[9] Bewley, R. I., Taylor, J.W., Bennington, S.M., LET, a cold neutron multi-disk chopper spectrometer at ISIS//Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A. Volume 213., 2011.- Pages 128

[10] Chris Jones The construction and use of a 40" scintillation detector to measure (gamma,n) and (gamma, 2n) reactions in Fluorine. Nuclear Instruments and Methods. Volume 49 (1968) 229-236

[11] Gunter, P., Huignard, J.P. Photorefractive Materials and Their Applications//Part 1. Berlin: Springer-Verlag, 2006. 243 p.

[12] Volk, T., Wohlecke, M. Lithium Niobate. Defects, Photorefractive, and Ferroelectric Switching. Berlin: Springer, – 2008. 250 p.

[13] Wong, K.K. Properties of Lithium Niobate. London, UK: INSPEC-The Institution of Electrical Engineers, – 2002. 143 p.

[14] Синхротронный источник DIAMOND, <http://www.diamond.ac.uk/Beamlines/Engineering-and-Environment/I12/applications/diffraction.html> д/о 25.03.2023г.

References:

[1] Zakutajlov, K.V., Ushakov, N.V., Nabatov, B.V. Rasseyaniye sveta v kristallah langasita (LA3GA5SIO14)//Mezhdunarodnyj tekhnologicheskij zhurnal, 2013. T. 58. № 3. – S. 462-467. [in Russian]

[2] Zolotova, YU.A. Osnovy analiticheskoy himii. – М., 2012. – 409 s. [in Russian]

[3] Kolesnikov, A.I., Grechishkin R.M., Terent'ev I.A. Fizika kristallizatsii. //Zhurnal Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya «Stroitel'stvo. Elektrotehnika i himicheskie tekhnologii», 2002. №1. S. 18. [in Russian]

[4] Ryabchikov, D.I. Analiticheskaya himiya toriya. – М., 2012. – 296 s. [in Russian]

[5] Sidorov, N.V., Yanichev, A.A., Palatnikov M.N., Gabain, A.A. Issledovanie opticheskoy odnorodnosti i fotorefraktivnykh svoystv monokristallov niobata litiya metodami spektroskopii kombinatsionnogo rasseyaniya sveta i lazernoy konoskopii // Optika i spektroskopiya, 2013. T. 115. № 4. S. 597-604. [in Russian]

[6] Manukovskaya, D.V., Sidorov, N.V., Palatnikov, M.N., Syuj A.V. Primenenie fraktal'nogo analiza dlya issledovaniya kartin fotoinducirovannogo rasseyaniya sveta v kristallah niobata litiya //Prikladnaya Fizika., 2015. №1. S. 14-17 [in Russian]

[7] Umarov, M., Грузиненко, В., Втюрин, А.Н., Ходжибаев, А. Формы осаждения меди и никеля сунгулитом термовермикулитом // Компоненты и технологии., 2010. № 6. С. 138–140. [in Russian]

[8] Akhmedzhanov, F., Juraev, F. Attenuation of Acoustic Waves in Lithium Niobate Crystals with Impurities // Societ' e' Francaise d' Acoustique. Acoustics 2012. Nantes, France, 2012.

[9] Bewley, R. I., Taylor, J.W., Bennington, S. M., LET, a cold neutron multi-disk chopper spectrometer at ISIS//Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A. Volume 213., 2011. - Pages 128

[10] Chris Jones The construction and use of a 40" scintillation detector to measure (gamma,n) and (gamma, 2n) reactions in Fluorine. Nuclear Instruments and Methods. Volume 49 (1968) 229-236

[11] Gunter, P., Huignard J.P. Photorefractive Materials and Their Applications//Part 1. Berlin: Springer-Verlag, 2006. 243 p.

[12] Volk, T., Wohlecke, M. Lithium Niobate. Defects, Photorefractive, and Ferroelectric Switching. Berlin: Springer, – 2008. 250 p.

[13] Wong, K.K. Properties of Lithium Niobate. London, UK: INSPEC-The Institution of Electrical Engineers, – 2002. 143 p. [2]

[14] Синхротронный источник DIAMOND, <http://www.diamond.ac.uk/Beamlines/Engineering-and-Environment/I12/applications/diffraction.html> д/о, 25.03.2023г. [in Russian]

КРИСТАЛДАРДАҒЫ ЖАРЫҚ ШАШЫРАУЫНЫҢ ИНТЕНСИВТІЛІГІН ӨЛШЕУ ӘДІСТЕРІ

Убаев Ж.Қ., PhD
Құрбан А.Б., магистрант

Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан Республикасы

Андатпа. Бұл мақалада біз өсіп келе жатқан кристалдардың бетіндегі динамикалық процестерді зерттеу үшін жарықтың шашырау әдістері қолданылған эксперименттер туралы хабарлаймыз. Бұл мақалада біз екі хабарлама туралы айтамыз:

1. Жарықтың шашырау әдістері пайдалы өсу процестерін сипаттау. Біз Кристалл өндірушілерді осы әдістерді қолдануға шақырғмыз келеді.

2. Өсіп келе жатқан кристалдың беті өткір емес екенін және кристалдану бір сатылы процесс емес екенін көрсететін эксперименттік нәтижелер ұсынылады. Өсіп келе жатқан кристалдардың бетінде аралық фаза қабатының болуы туралы дәлелдер бар. Бұл қабат бірнеше, өте қалың болуы мүмкін. Бұл қабатта ұзақ, үздіксіз тербелістер байқалады. Бұл тербелістердің ыдырау жылдамдығы көлемді балқымадағы тығыздық тербелістерінің ыдырау жылдамдығынан 106 есе төмен.

Бұл мақала келесідей ұйымдастырылған: Кіріспе бөлімде кристалдардағы жарықтың шашырау қарқындылығына түсініктеме берілген. Жарықтың квази-серпімді шашырауы 2-бөлімде көрсетіледі. 3-бөлімде біз бұл әдісті кристалдардың өсу есептеріне қалай қолдануға болатынын және кристалдардың өсуіне қатысты параметрлерді қалай өлшеуге болатынын көрсетеміз. Басқа әдістермен үйренуге болмайтын динамикалық процестерді зерттеуге баса назар аударылады.

Тірек сөздер: кристалл, жарық шашырауы, кристалдану, сәуле

METHODS FOR MEASURING THE INTENSITY OF LIGHT SCATTERING IN CRYSTALS

Ubaev Zh.K., Senior Lecturer
Kurban A.B., master's student

K.Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe city, Republic of Kazakhstan

Annotation. In this article we report on experiments in which light scattering methods were used to study dynamic processes on the surface of growing crystals. In this article we want to convey two messages:

1. Light scattering methods are useful for characterization of growth processes. We want to encourage crystal manufacturers to use these methods.

2. Experimental results will be presented, which show that the surface of the growing crystal is not sharp and that crystallization is not a one-step process. There is evidence of the presence of an intermediate phase layer on the surface of growing crystals. This layer can be several, very thick. Long continuous fluctuations are observed in this layer. The attenuation rate of these oscillations is 106 times lower than the attenuation rate of density oscillations in a bulk melt.

This article is organized as follows: An introduction to quasi-elastic light scattering is given in section 2. In section 3, we will show how this method can be applied to crystal growth problems and how parameters related to crystal growth can be measured. Emphasis will be placed on the study of dynamic processes that cannot be studied by other methods.

Keywords: crystal, light scattering, crystallization, ray

АРАЛ-САРЫБҰЛАҚ ТОПТЫҚ СУ ҚҰБЫРЫН ҚАЙТА ЖАҢҒЫРТУДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІ

Будикова А.М., техника ғылымдарының кандидаты
abudikova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4879-9467>

Абилбаева Р.М., магистрант
gulum_90.1@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0611-3359>

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

Андатпа. Қазақстан экологиясындағы ең күрделі мәселелерінің бірі – Арал ауданының экологиясы. Мәселені шешуге әлемнің көптеген мемлекеттері қатысты. Арал өңірі халқының денсаулығына осы экологиялық мәселелердің кері әсері ерекше маңызды болып табылады.

Арал теңізінің экологиялық өзгерісі осы техногендік Биогеохимиялық провинцияның қалыптасуына тікелей байланысты. Судың минералдануының жоғарылауының салдарынан инфекциялық және инфекциялық емес аурулардың көбеюіне әкеледі. Ал судың минералдануының жоғарылауы сумен қамтамасыз етудің жағдайлары мен сандық көрсеткіштерінің өзгеріске ұшырауының себебінен болады. Арал ауданында халықтың денсаулығы күрт нашарлады. Соңғы деректерге сәйкес, республиканың басқа аймақтарымен салыстырғанда бұл өңірде ас қорыту органдарының, туберкулездің, сарысудың, ағзаның эндокриндік жүйесінің, өкпе-тыныс жолдарының қабынуының, қан айналымы жүйесінің, жұқпалы аурулардың, сонымен қатар онкологиялық аурулары деңгейінің және басқа да ауру түрлері жоғары көрсеткішті көрсетіп отыр.

Осыған байланысты сумен жабдықтау жүйелерінің экологиялық қауіпсіздігін арттыру шараларын іздеу және дайындау, сонымен қатар сумен жабдықтау жүйелерінің экологиялық қауіпсіздігі саласындағы техногендік қауіпті төмендетудің теориялық негіздерін дәлелдеу бойынша өзекті ғылыми міндет шешілуде. Бұл халықтың өмір сүру ахуалын және қоршаған ортаның жай-күйін жақсартуға мүмкіндік береді.

Осылайша, экологиялық ахуалды қадағалау және көптеген зерттеулерді саралау Арал ауданының негізгі мәселесі және қазіргі таңда Қазақстан Республикасы Үкіметі белсенді түрде шешіп жатқан таза су мәселесі болып табылатынын көрсетеді.

Тірек сөздер: Арал экологиясы, экологиялық қауіпсіздік, таза сумен қамтамасыз ету.

Кіріспе. Сумен жабдықтау жүйелерінің экологиялық қауіпсіздігі дегеніміз табиғи ортаның және адамның өмірлік маңызды мүдделерінің шаруашылық және өзге де қызметтің ықтимал теріс әсерінен, табиғи және техногендік сипаттағы төтенше жағдайлардан, су алуға, тазартуға және тұтынушыларға су беруге арналған инженерлік құрылыстар кешеніндегі олардың зардаптарынан қорғалуының жай-күйі. Қажетті сапа үшін өнеркәсіптің, халықтың және ауыл шаруашылығының қажеттіліктеріне үздіксіз су беру сумен жабдықтау жүйелерінің пайдалану және технологиялық сипаттамаларын жетілдіруді қажет етеді.

Құбыр жүйелері қазіргі заманғы инфрақұрылымының ажырамас бөлігі, ал су желілері сумен жабдықтау жүйесінің ең функционалды маңызды элементі ғана емес, сонымен қатар пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, ең осалы болып табылады.

Құбырлардың сенімділігінің төменділігінің себептері:

- құбырлардың тозуы;
- құбырға әсер ететін нақты ішкі және сыртқы жүктемелерге сәйкес келетін құбыр материалына және олардың беріктік класына дұрыс таңдау жасамау;
- құбырларды төсеу және монтаждау бойынша құрылыс жұмыстарын жүргізу технологиясын сақтамау;
- құбырларды ішкі және сыртқы ортаның агрессивты әсерінен қорғау жұмыстары бойынша қажетті шаралардың болмауы;

- пайдалану кезіндегі гидравликалық соққылардың, деструктивті қысымдардың әсері, ұзақ мерзімді беріктіктің төмендеуі;
- құбырлар сапасының нормативтік құжаттар талаптарына сәйкес келмеуі және т.б.

Сондықтан құбырлардың сенімділігі мен экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізгі критерийлері мен жолдарын анықтау және іс жүзінде жүзеге асыру өте маңызды.

Су құбыры желісінің құбырларын жаңадан төсеу немесе қайта жаңғырту кезінде құбыр материалын оңтайлы таңдау көбінесе оның сенімділігі мен экологиялық қауіпсіздігінің деңгейіне байланысты болатыны анық.

Зерттеу материалдары мен әдістемесі. Зерттеу объектісі Қызылорда облысы Арал ауданындағы «Арал-Сарыбұлақ топтық су құбыры» нысаны болып табылады.

Қызылорда облысындағы «Арал» салынып жатқан кәсіпорындардың бірлескен дирекциясы филиалы (әрі қарай – «Арал» СЖКБД филиалы) мұрағатындағы деректері бойынша қайта қалпына келтірілетін учаскелер 1986 жылы Арал ауданының тұрғындарын сумен қамтамасыз ету үшін салынып пайдалануға берілген. Арал-Сарыбұлақ топтық су құбыры магистралінің қолданыстағы техникалық жай-күйі, елді мекендердің тұрғын үй құрылысын абаттандыру деңгейі (тарату желілерінің болуы, үйлерге және аулаларға су құбырын енгізу, су бұру жүйесінің болуы) және барлық су құбыры жүйелерінің техникалық жай-күйі халықты сумен қамтудың қалыпты деңгейін қамтамасыз етпейді. Сумен қамтамасыз ету деңгейі өте төмен, орташа есеппен 30%-дан аспайтыны зерттелінді.

Сонымен қатар, су құбырларындағы апаттар кезінде (су соққысы, сыртқы механикалық әсер ету, коррозия әсерінен бұзылу және т.б. нәтижесінде құбырлардың жарылуы) қоршаған ортаға көп мөлшерде су (көбінесе қысым астында) және ондағы заттар шығарылады. Бұл жағдайда апат учаскесіндегі топырақтың ылғалдылығы күрт артады, топырақтың эрозиясы және теріс геоморфологиялық процестердің белсендірілуі мүмкін. Су құбырларында болатын апаттар апат болған жерде экологиялық бұзылуларға әкеліп қана қоймайды, сонымен қатар су құбырының апаттық учаскесі қызмет көрсеткен аумақтарда теріс экологиялық жағдайды қалыптастырады.

Зерттеудің мақсаты – халықты сапалы ауыз сумен үздіксіз қамтамасыз ету үшін топтық су құбырының техникалық жағдайын жақсарту. Сонымен қатар, Арал ауданындағы әлеуметтік-экологиялық жағдайды да жақсарту және халықтың санитарлық-гигиеналық өмір сүру деңгейін арттыру болып табылады.

Толағай жер асты сулары кен орны – Арал-Сарыбұлақ топтық су құбырының баламасыз көзі болып табылады [7]. Аталған топтық су құбыры Арал және Қазалы аудандарының 65 елді мекенін және жалпы саны 136 мыңнан аса халықты таза ауыз сумен қамтамасыз етіп отыр. Оның ішінде, Арал ауданы бойынша 42 елді мекен, Қазалы ауданы бойынша 23 елді мекен. Теңгерімде диаметрі 110мм-ден 1400мм аралығындағы жалпы ұзындығы 863,5 шақырымды құрайтын магистралды су құбыры, диаметрі 20мм-ден 400мм аралығындағы жалпы ұзындығы 1456,9 шақырымды құрайтын кентішілік су құбыры, 30 дана ұңғыма, 23 дана су айдау сорғы стансасы, 42 дана кентішілік сорғы стансасы бар.

«Арал» СЖКБД филиалы мұрағатындағы деректеріне сәйкес (әрі қарай – деректер), қарастырылып отырған учаскеде 1984 жылы су құбырын салу кезінде темірбетон және болат құбырлардан төселінгені анықталды және одан кейін қайта жаңғырту жұмыстары жүргізілмеген. Құбырлар коррозияға қарсы қорғаныссыз жоғары коррозиялық топырақтарға төселінгені белгілі болды және құбырлардың металл цилиндрінің, болат спиральды орамасының коррозияға ұшырауымен байланысты апаттың жоғары деңгейі байқалған. Сондықтан ұзақ жылдар пайдаланылып, физикалық тұрғыдан тозығы жетуіне байланысты топтық су құбырында ақаулар жиі орын алып, су шығыны болуда.

Зерттеулерді жүргізу барысында, сенімді пайдалануда құбырлардың нормативті мерзімі 25 жылдық екенін ескере отырып, желіге қайта жаңғырту немесе оларды толығымен алмастыру қажет екендігі белгілі болды. Негізінен су құбыры желілері 25-40

жыл бұрын пайдалануға берілген және ішкі беті қорғалмаған (негізінен, болат және шойын құбырлар). Сондықтан, тот басудың салдарынан су таратқыштар мен су құбыры желілері тез тозып бұзылған, нәтижесінде су құбырларының өткізу мүмкіндігін азайтып, авариялар санының артуына, судың ысырап болуына және ауыз су сапасының нашарлауына әкелген.

Деректерде ауыстырылатын материалдардан сумен жабдықтауға арналған құбырларды төсеу нұсқаларын салыстыра отырып, техникалық-экономикалық есептеулер жүргізілді. Сыртқы су құбыры үшін болат, шойын және полиэтилен құбырларын қолдану нұсқаларын салыстыру гидравлика бойынша тең жағдайларды ескере отырып, диаметрі 700 мм болатын құбыр келтірілді. Қысымды су құбырларының нарықтық бағасы 2011 жылдың қаңтар айындағы өндіруші фирмалардың прейскуранттары бойынша алынған.

Әртүрлі құбырлардан 1 шақырымға су құбырын салудың меншікті құны (2-кесте) «Әртүрлі құбыр материалдарынан құбырларды экономикалық салыстыру» жоспарлауға арналған нұсқаулыққа сәйкес күрделі қаржы бөлу мен тасымалдау шығындарына коэффициенттерді қолдану арқылы шығындардың толық жиынтығын ескере отырып, үлкейтілген негізде анықталды, Казгипроводхоз, Алматы, 2000 ж. Бұл ретте салынған құбырдың құны $K_{\text{барлығы}}=2,9$ коэффициентімен және мыналар ескерілді:

$K_1=1,1$ – қосымша жергілікті көлікке;

$K_2=1,25$ – құбырды төсеуге (жер жұмыстары, орнату, коррозияға қарсы қорғаныс және т.б.);

$K_3=1,206$ – құрылыс компаниясының үстеме шығындары;

$K_4=1,25$ – құрылыс ұйымының жоспарлы жинақтары;

$K_5=1,4$ – жиынтық сметаға үстеме бағалар (жұмыстың жылжымалы сипаты, қысқы, жоспардан тыс, жобалау және т.б.);

Күрделі қаржы бөлуді жылдық мөлшерге келтіру коэффициенті $K_6=0,12$.

Жөндеу шығындары 2008, 2009, 2010 жылдардағы Косаманнан Әйтеке биге дейін Арал-Сарыбұлақ топтық су құбыры бойынша құбырлардың жарылу санына сәйкес деректерді талдау негізінде қабылданды. 57,299 шақырым сумен жабдықтау жүйесінің қажетті ұзындығына қайта есептегенде және болашақта 30 жыл бойы пайдалануды ескере отырып, апаттар саны артып, келесі мәндерге жетуі мүмкін (1-кесте).

1-кесте – 2008, 2009, 2010 жылдардағы апаттар саны

Жылдар	Темірбетонды	Болатты	Полиэтиленді	Шойынды
2008	38	4	12	-
2009	26	6	13	-
2010	25	7	18	-
30 жыл ішінде орташа есеппен бір жылға апаттар санының артуы	Құбырлар ауыстырылады	15	28	5

Зерттеу нәтижелері мен оларды талқылау. Арал-Сарыбұлақ топтық су құбырындағы ескі темірбетон құбырлары әр жерден тесіліп, ақау орын алуына байланысты зерттеу жүргізіліп, қолданыстағы су тарату желілерінің техникалық жағдайының қанағаттанарлықсыз болуына байланысты құбырлар толық ауыстыруға жатады. Тозығы жеткен құбырлардың орнына коррозиялық белсенділігі жоғары топырақ жағдайларына төтеп бере алатын тиісті материалдарды қолдана отырып, толық қалпына келтіруді қажет етеді. Олардың құрылысының құны құбырлардың материалына байланысты 1-сурет.

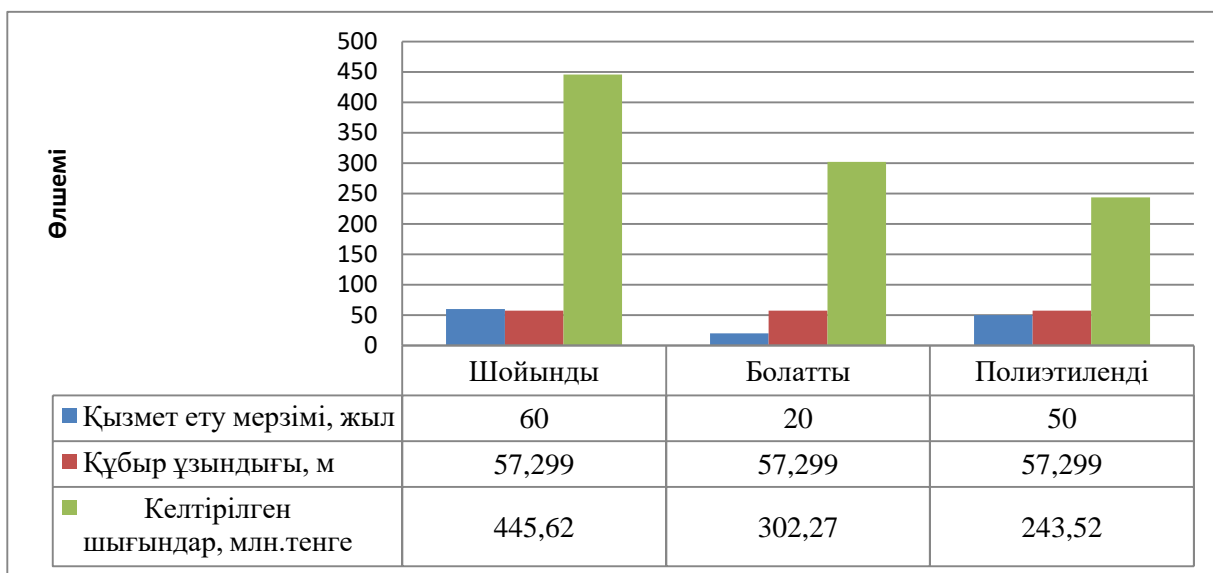
Механикалық қасиеттері ұқсас болат, полиэтилен, шойын және шыны талшықты құбырлар қарастырылды, бірақ кейбір көрсеткіштерде айтарлықтай ерекшеленеді.

Болат құбырлар жоғары беріктігі мен икемділігі бойынша басқа материалдарға қарағанда артықшылықтарға ие. Олардың негізгі кемшілігі – тоттануға төзімділігінің

төмендігі. Оқшаулаусыз болат құбырлардың қызмет ету мерзімі 10-15 жыл, ал жақсы оқшауланған болат құбырлардың қызмет ету мерзімі 20-25 жылға дейін. Сонымен қатар, әр түрлі тоттануға қарсы жабындары бар болат құбырлардың төзімділігі бойынша пайдалану мерзімін қорғалмаған болат құбырлармен салыстырғанда 30 жылға дейін жоғарылатуға болады. Яғни эмальданған, мырышталған, алюминий керамикалық және басқа жабындары бар болат құбырлар тоттануға төзімді болып келеді. Алайда, тоттануға қарсы жабындары бар болат құбырларды сақтау, тасымалдау және де монтаждау жұмыстары айрықша өңдеуді талап етеді. Сонымен қатар, мұндай құбырларды дәнекерлеу жұмыстары тот басудан қорғаудың айрықша шараларын талап етеді. Егерде тоттануға қарсы төзімділігін арттыратын әртүрлі жабындарымен өндірілетін болса, бұл әрине болат құбырлардың құнын бір мезетте арттырады [1, 8, 9].

2-кесте – Құбыр материалын техникалық-экономикалық салыстыру (2011 жылғы баға бойынша) (көрсетілген көрсеткіштер бойынша)

Атауы	Өлшемі	Нұсқалары		
		Шар тәріздес графиті бар беріктігі жоғары шойынды	Электрмен дәнекерленбеген болатты	Полиэтиленді
Шартты диаметрі 700 мм				
Кепілдік қызмет ету мерзімі	жыл	60	20	50
Құбыр ұзындығы	шақырым	57,299	57,299	57,299
Күрделі қаржы бөлу (Кі), барлығы (1 метр ұзындыққа күрделі қаржы бөлу Х құбыр ұзындығына):	млн.теңге	3216,8	2160,8	1730,2
1 метр ұзындыққа күрделі қаржы бөлу	мың теңге/1м	56,141	37,712	30,196
<i>Оның ішінде:</i>				
- 1 м құбырдың құны	мың теңге/1м	37,986	29,073	28,99
- тасымалдау шығындары	мың теңге/1м	18,155	8,638	1,206
Жылына болжаммен зақымдалу саны	Апат/жылына	5	15	28
Пайдалану шығыны (Сі), барлығы:	млн.теңге	59,60	42,97	35,89
<i>Оның ішінде:</i>				
- Жалақы (5 жұмысшы x жұмысшының еңбекақысы (64000тг) x12 айға)	млн.теңге	3,84	3,84	3,84
- төлемақыға төлем аудару	млн.теңге	0,42	0,42	0,42
- амортизация төлемдері (Кп*1,7%)	млн.теңге	54,69	36,73	29,41
- *жөндеу (1 апатқа кететін шығындар)	млн.теңге	0,13	0,13	0,08
- жөндеу (жылына апатты жою)	млн.теңге	0,66	1,97	2,22
Келтіру коэффициенті (Еп)		0,12	0,12	0,12
Келтірілген шығындар (Сі+Еп*Кі)	млн.теңге	445,62	302,27	243,52



1-сурет – Құбыр материалын техникалық-экономикалық салыстыру

Жобада пайдалану үшін сұйық эпоксидті ішкі жабыны гидроокшаулағышты және сыртқы жабыны үш қабатты полиэтиленнен жасалған болат құбырлар қарастырылды. Өндірушіде қарастырылып отырған болат құбырын ауыз сумен жабдықтау жүйелерінде пайдалану үшін Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігінің сертификаты бар. Құбырлардың құны тоттануға қарсы қорғанысты ескере отырып келтірілген.

Шойын құбырларының тоттануға төзімділігі жоғары, бұрын сұр шойын құбырлар беріктігі жоғары, иілгіштігі төмен және сынғыш болған. Қазір сұр шойынның орнына шар тәріздес графиті бар беріктігі жоғары шойынды құбырлар жасалады. Шар тәріздес графиті бар беріктігі жоғары шойынды құбырларының басты артықшылығы – олардың қасиеттері бойынша олар икемді және қатты материалдар арасында аралық орынды алады. Техникалық мағынада бұл екеуінің де оң қасиеттерін пайдалануға мүмкіндік береді. Тиісінше, желілер мен сумен жабдықтау жүйелерін салу және қайта құру кезінде шар тәріздес графиті бар беріктігі жоғары шойынды құбырларды пайдалану арқылы сумен жабдықтау жүйелерінің апаттық деңгейін төмендетуге болады, бұл нәтижесінде су құбырларын пайдалану құнын айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді.

Шойын құбырлармен тасымалданатын ауыз судың сапасын сақтау үшін олардың бетіне цемент-құмды жабын жағылады. Өндіріс технологиясы бойынша бұл Францияның «Pont-A-Mousson» фирмасы шығарған соққыға шыдамды құбырлардың аналогы. Бұл құбырлардың қызмет ету мерзімі 60 жылдан асады. Алайда, Қазақстанда шар тәріздес графиті бар беріктігі жоғары шойынды құбырлар өндірілмейді, оларды кез келген жерден әкелу су құбырын салуға күрделі қаржының айтарлықтай өсуіне әкеледі.

Шыны талшықты құбырлардың бірқатар кемшіліктері бар, олардың ішіндегі ең маңыздысы – гигроскопиялық және ылғалды сіңіру, бұл олардың өнімділігін едәуір төмендетеді, сонымен қатар шыны талшықтың тозуға төзімділігі жеткіліксіз, бұл шайырдың ішкі қабатының тозуына, әйнектің өзі ғана пайда болуына әкеледі. Осыған байланысты, пайдалану процесінде денсаулыққа зиянды заттардың қалдықтары су ағынына (қысыммен) түсуі мүмкін [2, 8, 9].

Асбестцементті құбырларына келетін болсақ, бұл құбырлардың қолданыстағы стандарты (шойын құбырларының стандарттары мен техникалық шарттары сияқты) құбырларды жер астымен төселетін құбырлары құрылысы үшін пайдалану кезінде ұзақ мерзімді беріктігін қамтамасыз ету үшін қажет талаптарды қамтымайды. Асбестцементті құбырларын ауыз сумен қамтамасыз етуде пайдалану кезінде денсаулыққа зияны туралы пікірталастар әлі де жалғасуда [3, 8, 9].

ҚР ҚНЖЕ-нің 4.01-02-2009 «Сумен жабдықтау. Сыртқы тораптар және имараттар» 11.21 тармағында «...қысымды су өткізгіштері мен су құбырлары үшін, әдетте, металл емес құбырларды (темірбетон, асбестцемент қысымы, пластмасса және басқалары) қолдану керек...» осыған байланысты соңғы жылдары Қазақстанның сумен жабдықтау жүйелерінде полиэтилен құбырлары қолданыла бастады. Полиэтиленді құбырлардың қызмет ету мерзімі 50 жылға дейін.

Полиэтилен құбырларын сапалы төсеу үшін оларды орнатудың жоғары мәдениеті қажет, дәнекерлеу технологиясына тапсырыс берушінің тарапынан білікті бақылауы қажет. Ауыз судың сапасына өте қатаң нормативтік талаптары бар жоғары дамыған шет елдерде полимер құбырларын қолданудың 40 жылдан астам тәжірибесі олардың санитарлық сенімділігі тұрғысынан қауіпсіздігін көрсетеді. [8, 9]

Полиэтилен құбырлары стандартты талаптарға сай болуы керек: тегіс ішкі және сыртқы беті, шамалы толқындылық және бойлық жолақтар, бұл дегеніміз құбыр қабырғасының қалыңдығын шекті ауытқулардан шығармайды. Полиэтилен құбырларының ішкі және сыртқы беттерінде жарықтарға, бөгде қосындыларға, қабықтарға, көпіршіктерге және т.б. жол берілмейді.

Басқа материалдармен салыстырғанда полиэтилен құбырларының айқын артықшылықтары агрессивті заттарға химиялық төзімділік болып табылады. Полиэтилен құбырларының салмағы бірдей диаметрлі металл құбырларға қарағанда шамамен 7 есе аз. Сондай-ақ, бұл құбырлар төмендегіше сипатталады:

- орнатудың қарапайымдылығы мен жеңілділігі;
- құбырларды салудың салыстырмалы түрде төмен құны;
- аязға төзімділігі жоғары, өйткені құбырда қатып қалған су құбырды жармайды, себебі құбырдың ұзақ қызмет ету мерзімінде;
- жоғары серпімділік, икемділік және созылу беріктігі.

Қорытынды. Қайта жаңғыртылған магистральдық су құбыры желісі жер астына төселінген. Жер үсті бөлігінде тек көру құдықтарының мойны орналасқан. Ауыстырылған құбырлар ретінде диаметрі 450-800 мм болатын Қазақстандық өндірістің қазіргі заманауи жоғары беріктігі және төзімді полиэтилен құбырлары пайдаланылды.

Құбыр материалын таңдау қосымша құн салығын (ҚҚС) және нысанға көлікпен жеткізу ескере отырып, құбырдың 1 метрі бойынша берілген көрсеткіштер бойынша техникалық-экономикалық салыстыру негізінде жасалынды. Салыстырмалы шығындар 1-кестеде көрсетілген, мұнда жеткізумен бірге құбырлардың құны өндірушілердің 2011 жылғы қаңтардағы Прайс-парақшасына сәйкес алынды.

Қызылорда облысы Арал ауданындағы «Арал-Сарыбұлақ топтық су құбырын қайта жаңғырту» бойынша әр түрлі материалдардан өндірілген құбырлар салыстырылып, нәтижелері кестеде көрсетілді.

Халықты сапалы таза ауыз сумен қамтамасыз ететін заманауи сумен жабдықтау жүйесінің болуы белгілі бір елді мекенде тұратын адамдардың әлеуметтік-экономикалық жағдайы деңгейінің маңызды көрсеткіштерінің бірі болып табылады. Материалдық және тұрғын үй жағдайлары, азық-түлікпен қамтамасыз ету, қолжетімді және сапалы ауыз судың болуы сияқты факторлармен қатар салауатты әлеуметтік жағдайды қалыптастырады. Халықты қажетті көлемде және кепілді сапада ауыз сумен қамтамасыз етудегі қолайсыз жағдай инфекциялық сырқаттанушылықтың жай-күйіне әсер ете алмайды.

Қабылданған шаралар сапалы сумен қамтамасыз ету деңгейін арттыруға, демек, санитарлық мәдениетті көтеруге және халықтың денсаулығын жақсартуға ықпал етуге тиіс.

Сонымен қатар, таза ауыз су мәселесінің шешімін табу үшін мемлекеттік деңгейде «Ақбұлақ», «Ауыз су» бағдарламалары іске асырылды [4, 5].

Халықтың көпшілігі сапалық нормативтерге сай емес ауыз суды пайдалануда және таза судың тиісті мөлшері бойынша тапшылық көруде.

Осыған байланысты, ауыз су бағдарламасы бойынша республика көлемінде келесі бағыттарда жұмыс жүргізу қарастырылған [4, 5, 6]:

- жұмыс істеп тұрған сумен жабдықтау жүйелерін қалпына келтіру, жетілдіру, жаңаларын салу және кеңейту;
- тұтынылатын судың сапасын жақсарту;
- жер асты суын пайдалануды жандандыру;
- су ресурстарын ұтымды пайдалану және қорғау;
- сумен жабдықтау үшін жабдықтар шығаратын жоғарғы технологиялы өндірістерді құру;
- ауыз судың сапасын бақылаумен айналысатын қызметтердің материалдық-техникалық, кадрлық және қаржылық қамтамасыз етілуін нығайту;
- ауыз сумен жабдықтау саласында шағын кәсіпкерлікті мемлекеттік тұрғыдан қолдау;
- ауыз суды үнемді пайдалануды хабардар ету және насихаттау;
- халықты ауыз сумен қамтамасыз ету саласында нормативтік құқықтық кесімдердің жаңаларын әзірлеу және қолданылып жүргендерін жетілдіру.

Әдебиеттер:

[1] Магистральные стальные трубопроводы, СНиП I-D.4-62, часть 1, раздел Д. Москва, 1963. – С. 7-8.

[2] СН РК 4.01-22-2004 // Инструкция по подземной и надземной прокладке трубопроводов из стеклопластика. – Астана, 2004. – С. 1-51.

[3] Пособие по укладке и монтажу чугунных, железобетонных и асбестоцементных трубопроводов водоснабжения и канализации (к СНиП 3.05.04-85). – Москва, 1989. – С. 27-45.

[4] «Қазақстан Республикасының 2001-2030 жылдарға арналған «Ауыз су» мемлекеттік бағдарламасы туралы» Қазақстан Республикасының тұңғыш Президенті Жарлығының жобасы туралы // Қазақстан Республикасы Үкіметінің қаулысы 2001 жылғы 2 шілде №903. – Астана, 2001. – 16 б.

[5] 2011-2020 жылдарға арналған «Ақ бұлақ» бағдарламасын бекіту туралы // Қазақстан Республикасы Үкіметінің қаулысы 2014 жылғы 28 маусым №728. – Астана, 2014. – 21 б.

[6] **Ибатаев, Ж.А.**, Полежаев, С.Н. Таза ауыз су, ауа мәселелері және олардың маңыздылығы // С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің 60 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 13: дәстүрлерді сақтай отырып, болашақты құру» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары. 2017. Т.І. Ч.6. 65-68 б.

[7] СНиП 2.04.02-84 Строительные нормы и правила // Водоснабжение. – Москва, 2006. – С. 8-9.

[8] **Жұмағұлов, Н.Ж.** Сумен жабдықтау. – Алматы, 1995. – 87-94 б.

[9] **Сомов, М.А.**, Квитка, Л.А. Водоснабжение. – Москв, 2007. – 84-96 с.

[10] **Сомов, М.А.**, Михайлин, А.В. Водопроводные сети населённого пункта. – М., 2009. – 180 с.

[11] **Сомов, М.А.** Водопроводные системы и сооружения. – М., 1988. – 399 с.

[12] **Хасенова, К.Х.**, Байжанова, Н.С., Рослякова, Е.М., Игибаева, А.С., Бисерова, А.Г. Экологический мониторинг Аральского региона, влияние неблагоприятных факторов окружающей среды на организм // Международный журнал экспериментального образования., - 2014. - №5 (02). С. 18-20.

[13] **Белецкий, Б.Ф.** Технология строительных и монтажных работ. – М., 1986. – 384 с.

[14] **Абрамов, Н.Н.** Надежность систем водоснабжения. – М., 1984. – 216 с.

[15] **Абрамов, Н.Н.** Водоснабжение. – М., 1966. – 532 с.

References:

[1] Magistral'nye stal'nye truboprovody, SNiP I-D.4-62, chast' 1, razdel D. Moskva, 1963. – S. 7-8. [in Russian]

[2] SN RK 4.01-22-2004 // Instrukcija po podzemnoj i nadzemnoj prokladke truboprovodov iz stekloplastika. Astana, 2004. – S. 1-51. [in Russian]

- [3] Posobie po ukladke i montazhu chugunnyh, zhelezobetonnyh i asbestocementnyh truboprovodov vodosnabzhenija i kanalizacii (k SNiP 3.05.04-85). – Moskva, 1989. – S. 27-45. [in Russian]
- [4] «Qazaqstan Respublikasynyñ 2001-2030 zhyldarğa arnalğan «Auyz su» memlekettik baǵdarlamasy turaly» Qazaqstan Respublikasynyñ tuñǵysh Prezidenti Zharlyǵynyñ zhobasy turaly // Qazaqstan Respublikasy Ykimetiniñ qaulysy 2001 zhylyǵy 2 shilde №903. – Astana, 2001. – 16b. [in Kazakh]
- [5] 2011-2020 zhyldarğa arnalğan «Aq bulaq» baǵdarlamasyn bekitu turaly // Qazaqstan Respublikasy Ykimetiniñ qaulysy 2014 zhylyǵy 28 mausym №728. – Astana, 2014. – 21b. [in kazakh]
- [6] **Ibataev, Zh.A.**, Polezhaev, S.N. Taza auyz su, aua maseleleri zhane olardyñ mañyzdylyǵy // S.Sejfullin atyndaǵy Qazaq agrotehnikalyq universitetiniñ 60 zhyldyǵyna arnalğan «Sejfullin oqulary – 13: dasturlerdi saqtaj otyryp, bolashaqty quru» atty Respublikalyq ğylymi-teorijalyq konferencijasynyñ materialdary., 2017. T.I. Ch.6. 65-68 b. [in Kazakh]
- [7] SNiP 2.04.02-84 Stroitel'nye normy i pravila. Vodosnabzhenie. – Moskva: FGUP CPP, 2006. – S. 8-9. [in russian]
- [8] **Zhumaǵulov, N.Zh.** Sumen zhabdyqtau. – Almaty., 1995. – 87-94 b. [in Kazakh]
- [9] **Somov, M.A.**, Kvitka, L.A. Vodosnabzhenie. Moskva., 2007. – 84-96 s. [in Russian]
- [10] **Somov, M.A.**, Mihajlin, A.V. Vodoprovodnye seti naseljonnoĝo punkta. – M., 2009. – 180 s. [in Russian]
- [11] **Somov, M.A.** Vodoprovodnye sistemy i sooruzhenija. – M., 1988. – 399 s. [in Russian]
- [12] **Hasenova, K.H.**, Bajzhanova, N.S., Rosljakova, E.M., Igibaeva, A.S., Biserova, A.G. Jekologicheskij monitoring Aral'skogo regiona, vlijanie neblagoprijatnyh faktorov okruzhajushhej sredi na organizm // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovaniya., 2014. №5 (02). S. 18-20. [in Russian]
- [13] **Beleckij, B.F.** Tehnologija stroitel'nyh i montazhnyh rabot. – M., 1986. – 384 s. [in Russian]
- [14] **Abramov, N.N.** Nadezhnost' sistem vodosnabzhenija. – M., 1984. – 216 s. [in Russian]
- [15] **Abramov, N.N.** Vodosnabzhenie. – M., 1966. – 532 s. [in Russian]

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ АРАЛО-САРЫБУЛАКСКОГО ГРУППОВОГО ВОДОПРОВОДА

Будикова А.М., кандидат технических наук
Абилбаева Р.М., магистрант

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

Аннотация. Одной из самых сложных проблем экологии Казахстана является экология Аральского района. В решении проблемы приняли многие страны мира. Особое значение имеет негативное влияние этих экологических проблем на здоровье населения Приаралья.

Экологическое изменение Аральского моря связано с формированием этой техногенной биогеохимической провинции. Приводит к увеличению числа инфекционных и неинфекционных заболеваний вследствие повышенной минерализации воды.

А повышенная минерализация воды происходит вследствие изменения условий и количественных показателей водоснабжения. В Аральском районе резко ухудшилось здоровье населения. Согласно последним данным, по сравнению с другими регионами республики в этом регионе высокий показатель заболеваемости органов пищеварения, туберкулеза, сыворотки, эндокринной системы организма, воспалений легких и дыхательных путей, системы кровообращения, инфекционных заболеваний, а также онкологических заболеваний и других видов заболеваний.

В связи с этим решается актуальная научная задача поиска и разработке мероприятий по росту экологической безопасности систем водоснабжения, а также обоснование теоретических основ уменьшения техногенного риска в области экологической безопасности систем водоснабжения. Это позволит улучшить условия жизнедеятельности населения и состояние окружающей среды. Поэтому разработка мероприятий по повышению экологической безопасности систем водоснабжения является актуальной задачей.

Таким образом, мониторинг экологической ситуации и анализ многочисленных исследований показывают, что главной проблемой Аральского района является проблема чистой воды, которая в настоящее время активно решается Правительством Республики Казахстан.

Ключевые слова: экология Арала, экологическая безопасность, обеспечение чистой водой.

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF THE RECONSTRUCTION OF THE ARAL-SARYBULAK GROUP WATER PIPELINE

Budikova A.M., candidate of technical sciences

Abilbaeva R.M., master's student

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan

Annotation. One of the most difficult problems of the ecology of Kazakhstan is the ecology of the Aral region. Many countries of the world have accepted the solution of the problem. Of particular importance is the negative impact of these environmental problems on the health of the population of the Aral Sea region.

The ecological change of the Aral Sea is associated with the formation of this technogenic biogeochemical province. It leads to an increase in the number of infectious and non-infectious diseases due to increased mineralization of water. And the increased mineralization of water occurs due to changes in the conditions and quantitative indicators of water supply. In the Aral region, the health of the population has deteriorated sharply. According to the latest data, compared with other regions of the republic, this region has a high incidence of digestive organs, tuberculosis, serum, endocrine system of the body, inflammation of the lungs and respiratory tract, circulatory system, infectious diseases, as well as oncological diseases and other types of diseases.

In this regard, the urgent scientific problem of finding and developing measures to increase the environmental safety of water supply systems is being solved, as well as the substantiation of the theoretical foundations for reducing the technogenic risk in the field of environmental safety of water supply systems. This will improve the living conditions of the population and the state of the environment. Therefore, the development of measures to improve the environmental safety of water supply systems is an urgent task.

Thus, monitoring of the environmental situation and analysis of numerous studies show that the main problem of the Aral region is the problem of clean water, which is currently being actively solved by the Government of the Republic of Kazakhstan.

Keywords: Aral ecology, ecological safety, clean water supply.

ҚҰРЫЛЫСТА BIM ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІ

Жақапбаева Г.А., техника ғылымдарының кандидаты
gulnazhak@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5323-9769>

Жақаш Д.Қ., магистрант
daulet.zhakash@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-2222-1762>

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

Андатпа. Мақалада Building Information Modeling (BIM) технологиясының белгілі бір нысанның құрылысын есептеу мен болашақта тиімді пайдалануға негізделгендігін сипаттайды. BIM технологиясын қолданудан алынған практикалық артықшылықтар мен нәтижелерді ескере отырып, инвестициялық құрылыс жобаларын іске асыру кезінде тәуекелдерді азайту құралы болатындығын шетелдік тәжірибелер арқылы дәлелденеді.

Жобалық қызметті заманауи құралдарсыз елестету мүмкін емес. 2D арқылы сызылған жоба BIM-модельдеу сияқты болашақ ғимараттың нақты бейнесін бермейді. BIM технологиясы бұл құрылыс пен пайдаланудың барлық кезеңдеріндегі процестерге заманауи көзқарас. BIM технологиясының көмегімен қажетті сызбалар, есептер, аналитикалық жұмыстар, жұмыс кестелері, құрылысқа қажетті көптеген параметрлері автоматты түрде есептеледі. BIM үлгісін пайдалану арқылы қажетті ақпаратты және сызбаларды жылдам дайындауға болады. Ақпараттық модельдеу технологиясын енгізу шығындар деңгейін айтарлықтай төмендетеді. Сонымен қатар, ресурстарды, құралдарды және адамдарды барынша тиімді бөлуге мүмкіндік береді. Жұмыстың тиімділігін арттырып, құрылысты қысқа уақытта аяқтауға болады. Нәтижесінде, қате есептеулер саны айтарлықтай азаяды, себебі барлығын алдын ала көріп, түзету жеңілдетілген. Мұның бәрі инженерлерге шексіз мүмкіндіктер беріп, олардың жұмысын жеңілдетеді.

Жұмыстың негізгі мақсаты: BIM технологиясын ғимаратты салуда шығындар мен уақытты үнемдейтіндігін, сонымен қатар ғимараттың өмірлік циклінде (жобалау, салу, жалға беру немесе сату, күрделі жөндеу, қайта құлату) жұмысты жеңілдететіндігін шет елдің тәжірибесі арқылы қарастыру.

Тірек сөздер: CAD, BIM, өмірлік цикл, LC, 2D, 3D, 4D

Кіріспе. Құрылыс саласы – экономиканың негізгі тірегі. Кез-келген елдің дамуын оның құрылыс, сәулет саласына қарап бағалауға болады. Оның маңыздылығы құрылыс - өндіріс пен тұрғын үй-коммуналдық шаруашылықтың барлық негізгі салаларын құрылыс нысандарымен қамтамасыз етеді. Ғимараттар мен құрылыстарсыз экономиканың бірде-бір өндірісі жұмыс істей алмайды. Кез-келген елдің экономикалық және әлеуметтік дамуының көрсеткіші ретінде құрылыстың дамуы кездейсоқ емес. Бизнес тұрғысынан құрылыс экономиканың тұрақты тиімді саласы болып табылады. Сондықтан да, елдің экономикалық күш-қуаты мен әлеуметтік жағдайының артуы құрылыс саласының дамуына тікелей байланысты.

Кез-келген құрылыс жобасының басты кейіпкерлері: тапсырыс берушілер, жобалау-шылар және мердігерлер. Жобаның барлық қатысушыларының өзара іс-қимылын реттеу интеграцияланған шарттық қатынастармен (IPD) жүзеге асырылады. IPD-дің негізгі идеясы – құрылысқа қызығушылық танытқан тұлғалардың объектіні жобалау мен тұрғызудың барлық кезеңдерінде біртұтас команда ретінде жұмыс істеуін қамтамасыз ету [1].

Заманауи, көп салалы, экологиялық тиімді, ерекше дизайнға күрделі құрылыс нысаны қашанда сұранысқа ие. Алайда, бұндай ғимаратты жобалау ұзақ уақыт пен жобалауда қағазда көрінбейтін қателіктерсіз болмайды. Осы тұста, барлық құрылыс деректерін бір жерде сақтау арқылы BIM технологиясы алға басты. Смета жасау автоматтандырылды. Ғимарат туралы барлық қажетті құжаттар, сипаттамалар мен деректер бір жерде жүйеленіп, жинақталды. Ақпараттық модельдеу технологиясы ғимарат туралы барлық деректерді бір жүйеде ұстауға және оларды ғимараттың бүкіл өмірлік

циклі бойына қадағалауға, нақты уақытта жұмыс режимдерін бақылап, басқаруға мүмкіндік береді. [2, 3].

BIM – технологиясы объектіні жобалаудың барлық процесін автоматтандырады: ақпаратты жинау, өңдеу, ұйымдастыру, сақтау және пайдалану. Кеңірек айтқанда, BIM жобалау кезеңдерінен бастап, пайдалануға беру мен техникалық қызмет көрсетуге дейінгі құрылыс объектісінің өмірлік циклінің (LC) барлық кезеңдерінің тиімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік беретін әртүрлі технологиялар мен процестерді қамтиды.[4].

Сондай-ақ, BIM-де ақпараттық модельдерді құрудағы негізгі артықшылықтар барлық деректер мен сипаттамаларды тапсырыс берушілердің күтулері мен міндеттерін толығымен қанағаттандыратын объектіні алу болып табылады. Яғни, жоғарыда айтылған артықшылықтардың көмегімен, әсіресе 3D визуализацияның арқасында тапсырыс беруші салынғалы жатқан ғимаратпен жақынырақ танысып, ертерек өзгертулер енгізіп, нақты өздері қалаған объектке қол жеткізеді. BIM – жай ғана нысанның графикалық сызбасы емес, бұл ақпараттың біртұтас моделі.



1-сурет – BIM технологиясының басты артықшылықтары

Зерттеу материалдары мен әдістері. Қазіргі BIM бағдарламаласы RUCAPS, Sonata және Reflex, ArchiCAD қосымшаларының әмбебап аналогы бола алады.



2-сурет – BIM - моделінің өмірлік циклі [12]

Айта кету керек, әр кезеңде әр «элемент» туралы білім базасы интерактивті режимде жаңа ақпаратпен толықтырылуы мүмкін. Бұл ақпаратқа қол жеткізу үшін «планшет» сияқты мобильді құрылғыларды пайдалануға болады. Модельдеу әдісін қолдана отырып, бір жобада сәулет, дизайн, инженерлік, экономикалық шешімдер және тағы басқалар туралы жан-жақты мәліметтерді біріктіруге болады, бұл кешенде қателіктерді азайтуға, жобаның тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Деректер белгіленген стандарттарға сәйкес енгізіледі.

ВІМ-дің айрықша ерекшелігі: объектілердің физикалық және техникалық қасиеттерін, геометриялық өлшемдерін, объектілердің өзара байланысын бір мезетте сипаттай алуында. Жалпы жобаның геометриялық және ақпараттық бөліктерін бір модель шеңберінде біріктіруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ғимараттың өзі бірлік ретінде қарастырылады, бұл олардың біреуі өзгерген кезде модельдің барлық параметрлерін автоматты түрде жаңартуға мүмкіндік береді [5].

ВІМ модельдері тек графикалық объектілер болып табылмайды, бұл сізге сызбалар мен есептерді автоматты түрде жасауға, жобалық талдауды жүргізуге, жұмыстың кестесін модельдеуге, объектілерді пайдалануға және т.б. мүмкіндік беретін ақпарат болып табылады. Процеске қатысушыларға үздік шешім қабылдау үшін барлық деректерді сұрыптай отырып, үлкен мүмкіндіктер береді. ВІМ ғимаратты барлық элементтері бір-біріне тәуелді болатын жалғыз объект ретінде ұсынуға мүмкіндік береді. Егер жүйенің қандай да бір көрсеткіші өзгерсе, жүйе қалған деректерді қайта есептейді. Ақпараттық модельдеу технологиясымен, нақты қасиеттері жоқ объектінің бастапқы деректерімен ғана объектінің болашақ қасиеттері мен сипаттамаларын болжауға болады. Сонымен қатар, ВІМ көмегімен сіз қазірдің өзінде салынатын объектіде болатын процестерді есептей аласыз. Бұл келесідей болады: ғимарат, материалдар, оны пайдалану әдісі, климат және басқа факторлар туралы барлық ақпарат сандық нұсқаға беріледі, содан кейін жүйе оқиғалардың ықтимал нұсқаларын есептейді. ВІМ параметрлік модель ретінде ғимараттың 3D моделі мен сыртқы деректерді біріктіреді. Модель жеке элементтері өзгерген кезде дұрыс жаңартылады. Оның негізінде барлық жұмыс құжаттамасы қалыптасады [6]. Модельдің барлық элементтері бір-бірімен байланысты. Егер модельге өзгертулер енгізу қажет болса, онда инженер кез-келген түрді қолдана алады. Барлық түрлер бір-бірімен синхрондалады және автоматты түрде жаңартылады.

AutoCAD-та тәжірибесі бар MegaMade мамандары Revit-те құрылыс үлгісін және барлық қажетті бөлімдерді жасау екі өлшемді бағдарламалық қамтамасыз етумен салыстырғанда 30% жылдамырақ екенін атап өтті [14].

ВІМ-жүйесін бірыңғай платформаға құру көптеген қаржылық ресурстар мен уақытты қажет етеді. ВІМ нарығындағы ең белсенді компаниялар - АҚШ, Германия және Финляндия компаниялары. Қазақстандық құрылыс жобаларын халықаралық деңгейге шығару үшін ВІМ-технологияларды елге енгізу қажет.

Әлемде алғаш рет ақпараттық модельдеуді қолдану Финляндияда 1990 жылдары жүзеге асырылды. Тек 17 жылдан кейін ғана мұнда мемлекеттік жобаларға ВІМ міндетті талаптары енгізілді. Финляндия Үкіметінде 2007 жылдан бастап құрылысқа жауапты қызметтер өз жобалары үшін IFC стандарттарымен келісілген ВІМ технологияларын қолдануды талап етті.

ВІМ-технологиялардың ізашарларының бірі Дания болып табылады, онда экономиканың барлық салаларында құрылыста ақпараттық технологияларға көшудің жоспарлы стратегиясы жүргізілуде. Данияда көптеген мемлекеттік органдар, соның ішінде қорғаныс агенттіктері ВІМ-ді барлық құрылыс жобаларында қолдануды талап етеді. Норвегияда 2010 жылдан бастап ВІМ-ді Мемлекеттік жобаларда қолданудың заңнамалық талабы енгізілді. Норвегиядағы мемлекет қатысатын барлық құрылыс жобалары 2010 жылдан бастап ВІМ көмегімен жүзеге асырылуы міндеттелген. Швецияда ақпараттық модельдеуді қолдану 2000 жылдардан бастап қолданылып келеді. Ұлыбритания әлемде ВІМ стандарттауында көшбасшы ретінде танылады. Ұлыбритания

үкіметі BIM пайдалану арқылы 2016 жылдан бастап барлық мемлекеттік құрылыс жобалары үшін құрылыс жобаларының құнын 20% төмендетуді жоспарлап, жұмыстар жүргізілуде [8].

Сингапурда жол картасын іске асыру барысында 2010-2015 жылдар кезеңінде барлық жобалау компаниялары BIM-ге көшті. Мұнда елдің құрылыс компанияларының 70% - ы BIM-ді өз жобаларында қолданады. Сингапурда әлемдегі ең жылдам сараптама жүйесін іске асыру және құрылысқа рұқсаттарды қалыптастыру мақсаттардың бірі болып жарияланды. 2008 жылы құрылыс министрлігінің басшылығымен елде BIM негізінде әлемдегі алғашқы электронды құрылыс сараптамасы жүйесі жүзеге асырылды.

Оңтүстік Корея 2016 жылдан бастап құны 50 миллион доллардан асатын жобалар үшін және үкіметтік тапсырыстар шеңберіндегі барлық жобалар үшін BIM-ді пайдалануды міндеттеді.

Ресейдегі жылына 3 миллионнан көп жолаушы тасымалдайтын Самара қаласындағы Курумоч әуежайын 2018 жылы халықаралық терминал құжаттамасына сәйкес келтіру мақсатында әуежайдың жобасы мен тендерлік құжаттарды дайындау керек болады. Осы тұста «Спектрум» компаниялар тобы BIM технологиясын пайдалана отырып, жалпы құжаттаманы дайындау мерзімін бес айға қысқарта алды. Соның ішінде, «Ж» (жобалау) сатысында 3 ай, «ТҚ» (тендерлік құжаттар) кезеңінде – 2 ай үнемдеді. 2D технологиясымен салыстырғанда шамамен бір жарым есе қысқарған [15].

Қазақстанда жүргізілген зерттеулерден құрылыс жобаларында BIM пайдаланудың мынадай нәтижелері алынды:

- құрылыс шығындарын 30% - ға дейін төмендету
- таза дисконтталған табыс (NPV) көрсеткіштерін 25% - ға дейін ұлғайту
- рентабельділік индексінің (PI) 14-15% - ға дейін өсуі
- жобаның жалпы өтелу кезеңін қысқарту - 17%.

Ақпараттық модельдеудің негізгі артықшылықтарына мыналар жатады:

- оңтайландыру үшін көп нұсқалы шешімдерді қарастыру мүмкіндігі;
- уақыт факторын (4D) ескере отырып жобалау мүмкіндігі;
- қателіктер қаупін азайту үшін барлық қажетті техникалық ақпараты бар параметрлік объектілерді пайдалану;
- эскиздік жобаны дайындау мерзімдерін қысқарту және осы кезеңде қаржылық-аналитикалық көрсеткіштермен интеграциялау;
- көрнекі деректер негізінде басқару шешімдерін қабылдау;
- тәуекелдерді бақылаудың тамаша жүйесі;
- жобалау және құрылыс шығындарын оңтайландыру;
- жобаның алғашқы кезеңдерінде кешенді талдау мүмкіндігі;
- объектінің сипаттамаларын және оны пайдалану құнын болжау;
- жобалау және сметалық құжаттаманың сапасын арттыру;
- бүкіл жобаның құнын есептеудің жоғары дәлдігін алу мүмкіндігі.

Құрылыс компаниялары арасындағы консалтингтік компанияның 2016 жылғы сауалнамасының нәтижелері:

- қателер саны 41%-ге азаяды;
- құрылысшылардың дизайнерлермен өзара әрекеттесуі 35%-ке жақсарады;
- компанияның имиджі 32%-ге жақсарады;
- жобадағы өзгерістер саны 31%-ге азаяды;
- құрылыстың жалпы құны 23%-ке азаяды;
- бүкіл жобаны іске асыру уақыты 19%-ға азаяды;
- жаңа нарықтарға шығу мүмкіндіктері 19% - ға көбейеді [4, 8, 11].

Ұлыбритания әлі күнге дейін BIM қолдануда бірінші орында. Мемлекеттік деңгейде қолдаудың арқасында осындай жағдайға жетті. 2014 жылы Ұлыбританияның құрылыс саласын дамытудың 2025 жылға дейінгі стратегиясының жаңартылған

редакциясы қабылданды. Бұл стратегияның басты мақсаты инвестициялық жобаларды іске асыру шығындарын 33% - ға төмендету және құрылыс процесінің ұзақтығын 50% - ға қысқарту болды. Осылайша, сынақ нұсқасы ретінде технология Әділет департаментінің Кухэм Вуд түрмесін кеңейту жобасында қолданылды. Түрме 150 жыл қолданылғаннан кейін қайта құру мәселесі қарастырылған. BIM технологиясын қолданудың арқасында бұл жобадан шамамен 20 миллион фунт стерлинг (18%) таза үнемделді деп бағаланды. Сонымен қатар күрделі шығындар мен іске асыру уақытын айтарлықтай қысқартуға мүмкіндік берді. 2016 жылдан бастап барлық бюджеттік құрылыс жобаларында BIM 2 - төмен емес деңгейін қолдану талап етілді [13].

Бүгінде АҚШ-та құрылыс фирмаларының шамамен 72%-ы жобаларға шығындарды айтарлықтай үнемдеу үшін BIM пайдаланады.

АҚШ-та құрылыстың жалпы бюджеті 5 миллион доллардан басталса, үкіметтік жобалар үшін BIM пайдалануды міндетті етті. Ал, көрші Ресей Федерациясы 2022 жылдың 1 қаңтарында Үкіметтік маңызы бар жобалар үшін ақпараттық модель міндетті түрде қолдануды бекітті [4, 5].

Ақпараттық технологияның (BIM) әлемдегі қолданылу аясы

	Ұлыбритания	Үкіметі (цифрлық құрылыс орталығы). 2016 жылдан бастап мемлекеттік бюджеттік жобаларға 2-деңгейлі BIM қолдану міндеттеді. 2013 жылы 2025 жылға дейін "құрылыс саласын дамыту стратегиясы" қабылданды. Пилоттық жобаларда салынып жатқан объект құнының 30% - ға төмендегені тіркелді
	Сингапур	Сингапурда BIM енгізу 1993 жылы басталды. 2015 жылдан бастап (5000 шаршы метрден астам) құрылысқа автоматтандырылған рұқсат тек ақпараттық модельге берілді. Бүгінгі күні-шамамен 100% BIM құрылыста қолданылады.
	Қытай	Қытай: Пилоттық жобалар бойынша үлкен мемлекеттік бюджеттік жұмыс жүргізілуде. 2008 жылғы Олимпиадада үлкен тәжірибе жиналды. Бірқатар провинцияларда (Шанхай, Гонконг BIM мемлекеттік бюджеттік нысандар үшін міндетті болып табылады. Ірі нысандардың негізгі бөлігі (мемлекеттік және жеке) BIM көмегімен салынууда. BIM үшін жеке бағдарламалық жасақтама жасаушылар күшейе түсті .
	АҚШ	АҚШ: Үкімет және бірқатар ұйымдар. Әр түрлі салаларда BIM-ді реттейтін құжаттардың үлкен тізімі бар. BIM-ге жалпы мемлекеттік талап жоқ, алайда іс жүзінде мемлекеттік бюджеттік объектілер үшін BIM қолдану міндетті болып табылады
	Қазақстан	Қазақстан: 2017 жылы BIM енгізу жоспары мен тұжырымдамасы қабылданды. Нормативтік база әзірленуде
	Ресей	Ресей 2017 жылы "Жол картасы" қабылданды. қазіргі уақытта тұжырымдама жасалуда. ұлттық нормативтік база әзірленуде.
	Белоруссия	Белоруссия: сәулет және құрылыс министрлігі. 2012 жылы BIM салалық енгізу бағдарламасы қабылданды, содан кейін - бірқатар ведомстволық құжаттар (негізінен жобалау бойынша) дайындалды. 2015 жылдан бастап жобалау кезінде міндетті BIM бар объектілер тізбесі қолданысқа енгізілді
	Норвегия	Норвегия: 2010 жылдан бастап мемлекеттік бюджеттік жобаларда BIM қолдану міндеттеді.
	Финляндия	Финляндия 2007 жылдан бастап мемлекеттік бюджеттік жобаларда BIM қолдану міндеттеді. 2012 жылдан бастап "BIM жалпы талаптары" стандарты жасалынды.

3-сурет – Ақпараттық технологияның (BIM) әлемдегі қолданылу аясы

Қазақстанда BIM технологиялары негізінде жобаларды орындаудың интеграцияланған жүйесін (IPD) құру үшін негізгі қиындықтардың қатарына мыналарды жатқызуға болады:

- қысқа уақытта жылдам оң нәтиже күту;
- модельден құрылысқа тікелей көшудің болмауы, яғни, жоба бойынша барлық жұмыстар 3D форматында жүргізілетін жағдайлардың туындауы, ал соңғы нәтиже 2D форматындағы сызбалар болып табылады;
- әр түрлі мамандардың (конструкторлар, сметашылар, электриктер және т.б.) рөлі мен үлес салмағының өзгеруіне байланысты қызметкерлердің кірістерін бөлу құрылымының өзгеруі мүмкін;
- заманауи бағдарламалық қамтамасыз ету негізінде бірыңғай жобалау ортасын құру қажеттілігі;
- жоба сараптамасынан өту үшін цифрлық 3D және 4D-модельдерді міндетті пайдалануды регламенттейтін нормалардың болмауы;
- әр түрлі ұйымдардың, бөлімшелердің немесе қызметкерлердің бірдей ақпаратына бір уақытта қол жеткізу мүмкіндігінің салдары болып табылатын BIM пайдалану

кезінде жеке жауапкершілік деңгейінің бұлыңғырлануы; бұл құндық тәуекелдердің артуына ықпал етуі мүмкін;

- әдеттегі өмір салтын өзгерткісі келмейтіндіктен және кез-келген инновацияға жасырын қарсы тұрудан көрінетін адам факторы.
- ВІМ - ге көшу кезінде қолданыстағы тиімді жұмыс әдістерін жоғалту;
- процесті белгілі бір бағдарламалық жасақтама жеткізушісіне байланыстыру, бұл жобаның барлық қатысушыларының соңғысының проблемаларына тәуелділігін арттырады.
- мамандандырылған бағдарламалық жасақтама шешетін мамандандырылған тапсырмаларды бір әмбебап жүйеге біріктіруге тырысу;
- іс жүзінде жобалау ұйымдары басшыларының көпшілігі жобалық тапсырмаларды орындамайынша қызметкерлерді қайта даярлауға қаражат жұмсауға дайын болмаған кезде инновациялық ойлауды жоғалту [11].

Қазақстандағы құрылыс саласын ілгерілету жолындағы басты проблемалардың бірі кадр мәселесі болып табылады. Жаңа технологиялармен жұмыс істеу үшін білікті қызметкерлерді дайындау керек екендігі белгілі. Ал қазір шетелдік мамандарды пайдаланбай ВІМ технологиясына көшу мүмкін болмай тұр. Жаңа технологияларға оқытылған қазақстандық мамандар жақын арада елдегі ғимараттарды жобалаудың ақпараттық технологияларына көшудің барлық процестерін жеделдететін катализатор болуға тиіс.

Бұл мәселелерді шешудің ең тиімді әдістеріне экономикалық ынталандыру мен оқыту жатады. Бір нұсқа-жеке «пилоттық» жобаларды жүзеге асыратын компанияның бір немесе бірнеше бөлімшелерінде ВІМ енгізу. Олар оң нәтижелер мен қосымша сыйақы алған жағдайда, қалған бөлімшелер өз қызметіне өзгерістер енгізу үшін елеулі ынталандыру алады [12].

Бұл процеске кедергі келтіретін бірқатар объективті және субъективті себептер бар:

- Ұйымдар мен оқу орындарының жаңа технологияларға көшуіне қарсы іс-қимыл;
- ВІМ қолдануға қабілетті білікті кадрлардың жетіспеушілігі;
- осы тақырыпқа инвестициялардың жеткіліксіз көлемі;
- Ақпараттық технологиялар мен инфрақұрылымды қайта құрудың болмауы;
- жабдықтар мен материалдардың импортына қатты тәуелділік;
- іске асырудың жоғары құны;
- қымбат лицензиялық Бағдарламаны сатып алу мүмкіндігі жоқ шағын компанияларды құрылыс нарығынан шығару;
- ҒЗТКЖ жүзеге асыруға және бүкіл ЖТОС-ты қолдауға қабілетті ірі құрылыс компанияларының саны жеткіліксіз;
- үлкен уақыт шығындары және ВІМ-ге көшудің қымбаттығы, өйткені мұндай жобалардың өтелу мерзімі кем дегенде екі-үш жылды құрайды;
- енгізу процесінің технологиялық ерекшеліктері, бизнес-процестерді өзгерту, құрылымдық қайта құруларды жүргізу қажеттілігі және т. б.;
- жергілікті менталитет: жоғары білікті жұмысшыларды біліктілігі төмен "гастарбайтерлермен" ауыстыру;
- пайдалану қызметтерінің ашық ақпараттық моделінің болуына қызығушылық танытпау, олардың қызметкерлері, әдетте, консервативті адамдар болып табылады;
- саладағы сыбайлас жемқорлықтың жоғары деңгейі: ВІМ негізгі қағидаты ретінде ақпараттың ашықтығы ұрлық мүмкіндіктерін айтарлықтай төмендетеді [11].

Зерттеу нәтижелері және талқылау. Ақпараттық модельдеу технологиясы объектінің бүкіл өмірлік циклі процесінде ғимараттың немесе құрылыстың электрондық макетін бірлесіп пайдалану болып табылады.

Осы модельдеу әдісін қолдана отырып, бір жобада сәулет, дизайн, инженерлік, экономикалық шешімдерді және тағы басқа жан-жақты мәліметтерді біріктіруге болады. Бұл жобаның қателіктерін алдын алуға, тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді [7].

Модельдің басты артықшылықтарының бірі-тапсырыс беруші тарапынан уақыт пен шығындарды қысқарту, сондай-ақ жобаны қалыптастырудың алғашқы кезеңдерінде түзету және өзгерту мүмкіндігі. Ақпараттық модельдеу технологиясы тапсырыс берушіні құрылыстың толыққанды қатысушысы етеді. Ол объектінің қандай болатынын елестете алады және жұмыс барысында түзетулер енгізе алады.

Жобада әлі салынбаған ғимарат экранда «өмірге келеді», кез-келген кемшіліктер мен болуы мүмкін проблемаларды көрсетеді. Біртұтас жобада оның құрамдас бөліктерін немесе іргелес бөлімдерін біріктіру кезінде туындауы мүмкін сәйкессіздіктерді жою мүмкіндігі бар. Түбегейлі қателіксіз жоба болмайтыны белгілі. Негізгі мәселе CAD модельдеуге қарағанда айтарлықтай аз шығындармен шешу.

Жүйе шығындарға қатысты пайдаланушының шешім қабылдауын қолдау үшін сызбалық, талдау және бағалауда толық талданбаған элементтерді санауға мүмкіндік береді. Тендерлік мердігерлерге / қосалқы мердігерлерге арналған құрылыстың сипаттамасын автоматты түрде жасайды [10].

ВІМ-ді енгізу мен қолданудың салыстырмалы түрде жоғары құнына қарамастан, бұл технология Қазақстан жағдайында өте перспективалы болып табылады:

- Инвестициялық және құрылыс секторындағы мегажобаларды іске асырудың елеулі перспективалары.

- Эко-даму тұжырымдамасын біртіндеп енгізу, сондай-ақ құрылыста инновациялық және энерготімді шешімдерді енгізудің маңызды мүмкіндіктері.

- Тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық саласындағы жаңа ақпараттық технологиялар мен шешімдерге, мемлекеттік және жеке меншік әріптестік механизмдерін тартуға арналған мемлекеттік және жобалық басқаруды талап ету.

- Нақты және виртуалды активтерді алу және пайдалану.

Модельдің тиімді жұмыс істеуі үшін жобаның барлық қатысушыларына деректерге жедел қол жеткізуді қамтамасыз ете алатын бірыңғай ақпараттық ортаны құру қажет. Деректердің үлкен массиві сандық модельге соның ішінде: жұмыс кестесін, геолокацияны және қаржылық есептерді байланыстырады. Заманауи мобильді қосымшалар виртуалды шындықты жаңғыртуға қабілетті, ол әлемнің кез-келген нүктесінде бола отырып, нақты жағдайда құрылыс алаңын қайта құруға және құрылыс барысын бағалауға мүмкіндік береді.

ВІМ-ді қолдану саланың барлық қатысушыларына елеулі пайда әкеледі. Тапсырыс беруші үшін – жалпы шығындарды азайту, жақсы жоба арқылы инвестициялардың тиімділігі, ғимараттың негізгі параметрлерін және өмірлік циклдің барлық кезеңдерін анықтау, энергия тиімділік пен экология көрсеткіштерді жақсарту.

ВІМ-технологияларды енгізу көмегімен жобалау, қадағалау, құрылыс шығындары, тәуекелдерді басқару және т.б. мәселелер бойынша жағдайды өзгертті.

ВІМ жәй ғана ғимараттың барлық элементтерінің және инженерлік жүйелердің әдемі үш өлшемді визуализациясы емес, сонымен қатар, дайын бизнес жоспар.

Жоба қатысушыларының екі негізгі топтары (тапсырыс беруші мен жобалаушы) үшін ВІМ-технологияларды енгізудің негізгі мақсаттары:

Ұйым басшылары және иелерінің мақсаттары:

- Қателіктерді жою, уақыт пен еңбек ресурстарын үнемдеу арқылы ұйымның кіріс көлемін арттыру;

- Компанияның бәсекеге қабілеттілігін арттыру.

- Жобалық ұйымдардың міндеттері:

- Күнделікті жұмысты қысқарту кезінде дизайнерлердің жұмысын оңтайландыру;

- Жобалауға жұмсалған уақытты қысқарту;

- Жобадағы ықтимал қателерді барынша азайту;

- Қызметкерлердің кәсіби деңгейін арттыру.

ВІМ-технологияларды енгізу жобаны дамытуға жұмсалатын уақытты орта есеппен 20-50%-ға қысқартуға мүмкіндік береді. Жобаға өзгерістер енгізу кезінде уақытты үнемдеу 90%-ға дейін болуы мүмкін.

Жобадағы қателер азайғандықтан, экономикалық тиімділігі артады. Нәтижесінде, жобаның сапасы жақсарып, өзін өзі ақтау мерзімі қысқарады [16].

Ақпараттық модельдеу технологияларын енгізу арқылы



4-сурет – Ақпараттық модельдеу технологияларының тиімділігі

ВІМ пайдаланушы құрылымында өзгерістер байқалады. 2009 жылдан 2012 жылға дейін инжинирингтік компаниялар арасында ВІМ қолдану 50% жоғары өсті. Респонденттердің көпшілігі: келісімшарт бойынша жұмыс істейтіндердің 74%, тапсырыс берушілердің 67% және сәулетшілердің 65% инвестицияларды қайтарудың оң динамикасын атап өтеді.

Ақпараттық модельдеудің пайда болуы сәулетшілер, инженерлер және басқа құрылыс мамандарының өзара әрекеттесу тәсілін түбегейлі өзгертті. Жоба туралы толық ақпарат – материалдар, технологиялар, олардың құны, сондай-ақ жобалау, логистика, құрылыс кезінде, пайдалануға берілгеннен кейін де нысанды – ВІМ және бұлттық технологиялардың арқасында әрбір қатысушыға қолжетімді [9].

Қорытынды. Инновациялық технологиялардың көмегімен экономиканың нақты секторын дамытуға болады. Ғимаратты ақпараттық модельдеу ВІМ технологиясының автоматтандырылған жобалау жүйесін тиімді пайдаланудың арқасында жобалауға кететін уақыт пен материалдық шығынды үнемдеуге, сонымен қатар ВІМ ақпараттық жүйе болғандықтан, қағазбастылықтан арылуға мүмкіндік береді. 3D визуализацияның көмегімен ғимарат салынбай тұрып-ақ ғимараттың нақты қандай болатындығын көру мүмкіндігі туды. Бұл өз кезегінде жобалаушыларға күн сәулесінің әсерін тиімді пайдалануға көмегін береді. Сонымен қатар дәстүрлі жобалаудан айырмашылығы, 3D визуализациясы арқылы жобаланған және салынған ғимаратты жалға беру, сату әлдеқайда жеңілдейді.

Пайда мен рентабельділік деңгейін арттыру түріндегі мұндай оң нәтиже жеке құрылыс ұйымы деңгейінде де, мемлекеттік тапсырыс бойынша салынып жатқан объектілердің құнын төмендету есебінен мемлекеттік деңгейде де көрінеді, бұл мемлекеттік бюджет қаражатын үнемдеуге және тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

ВІМ өзінің қарқынды дамуы мен сұранысын енді ғана бастады, тек ең бай елдер соңғы онжылдықта ақпараттық модельдеуді белсенді түрде қолдануда. Құрылыс саласын

дамыту мақсатында дамыған елдердің BIM технологиясын қарқынды меңгеріп жатқаны белгілі. Бізге де бәсекеге қабілетті болу мақсатында BIM технологиясын пайдалануды арттыру керек.

Әдебиеттер:

- [1] **Жайлыбаев, А.** Құрылысты дамыту – элеуметтік жағдайды көтеру // Орталық Қазақстан. – Қарағанды, 2022. – Б. 1-3 /<https://ortalyq.kz/52146325-4/>
- [2] **Вирицев, М.Ю.,** Власова, А.Ю. BIM-технологии-принципиально новый подход в проектировании зданий и сооружений // Российское предпринимательство, 2017. – №23(18).
- [3] **Перцева, А.Е.,** Волкова, А.А., Хижняк, Н.С., Астафьева, Н.С. Особенности внедрения BIM-технологии в отечественные организации// Вестник евразийской науки, 2017. – С. 2-11
- [4] **Исходжанова, Г.Р.,** Горячих, В.В. Методические аспекты внедрения BIM-технологий в архитектурно-строительное образование Казахстана//Вестник КазГАСА. – Алматы, 2017. – №3(65).
- [5] **Батишев, В.И.** Из практики информационного моделирования //Строительство., – 2017. – С. 2-11
- [6] **Денис, О.** Анализ текущей ситуации на российском BIM-рынке в области гражданского строительства//САПР и графика, 2016. – С. 3-7/<https://sapr.ru/article/25124>
- [7] **Парамонова, Т.И.** BIM -технологии в проектировании. Что это такое и в чем их преимущества // Техника и технологии, 2017. – №1. С.256.
- [8] **Aound, G.,** Lee, A, Wu, S. The Utilisation of Building Information Models In 3D Modeling: A Study of Data Interfacing and Adoption Barriers, 2005. - №08.<http://www.itcon.org>
- [9] **Карибджанов, М.** Развитие строительного бизнеса на современном этапе. Проблемы и перспективы//Новые технологии в строительстве, 2017. – С. 209-213
- [10] **Тарасов, М.В.** Изучение технологий информационного моделирования зданий в образовательном процессе бакалавров по направлению "строительство"// Вестник ЮжноУральского государственного университета. // Образование. Педагогические науки, 2019. – № 1. – С. 87-97.
- [11] **Талапов, В.В.** Основы BIM. Введение в информационное моделирование зданий// Профобразование. – Саратов, 2017. – С.392.
- [12] **Әділ, Н.** BIM – ысырапсыз технология// Массажет, 2019. – С.1. https://massaget.kz/mangilik_el/janalyktar/588182019
- [13] **Талапов, В.В.** Внедрение BIM: фундаментальный опыт Великобритании// Строительный эксперт, 2017. – С.1-8. <https://ardexpert.ru/article/8850/>
- [14] **Лакутинова, Е.** Реальность перехода с AutoCADна Revit2022. №1. С. 7.
- [15] **Талапов, В.В.** Внедрение BIM: впечатляющий опыт Сингапура //Строительный эксперт, 2015. – С. 1-6.
- [16] **Рахматурлина, Е.С.** BIM-моделирование как элемент современного строительства //Российское предпринимательство, 2017. – Том 18. - № 19. С. 2866.

References:

- [1] **Jailybaev, A.,** Qurylysty damytu – aleumettik jagdaidy koteru // Ortalyk Kazakstan. Qaragandy., 2022. – S. 1-3 /<https://ortalyq.kz/52146325-4/> [in Kazakh]
- [2] **Virsev, M. Iu.,** Vlasova, A. Iu. BIM-tehnologialar-gımarattar men qurylystardy jobaladyn tubegeili jana tasılı // Resei kásipkerligi, 2017. №23(18). [in Russian]
- [3] **Pertseva, A.E.,** Volkova, A.A.. KhizhnyakN.S..Astafyeva N.S. Osobnostivnedreniya BIM-tekhnologii v otechestvennyyeorganizatsii // Vestnik evraziyskoy nauki, 2017. – S. 2-11[in Russian]
- [4] **Iskhodzhanova, G.R.,** Goryachikh, V.V. Metodicheskiye aspekty vnedreniya BIM-tekhnologiy v arkhitekturno-stroitelnoye obrazovaniye Kazakhstana//Vestnik KazGASA. – Almaty, 2017. - №3(65). [in Russian]
- [5] **Batishev, V.I.,** Iz praktiki informatsionnogo modelirovaniya // Stroitelstvo., – 2017. – S. 2-11 [in Russian]
- [6] **Denis, O.,** Analiz tekushchey situatsii na rossiyskom BIM-rynke v oblasti grazhdanskogo stroitelstva //SAPR igrافika, 2016. – S. 3-7 <https://sapr.ru/article/25124> [in Russian]
- [7] **Paramonova, T.I.,** BIM – tekhnologii v proyektirovani. Chtoetotakoye i v chemikhpreamushchestva // Tekhnikai tekhnologii, 2017. – №1. – S.256. [in Russian]

- [8] **Aound, G.**, Lee, A, Wu, S. The Utilisation of Building Information Models In 3D Modeling: A Study of Data Interfacing and Adoption Barriers, 2005. – №08. <http://www.itcon.org> [in Russian]
- [9] **Karibdzhanov, M.** Razvitiye stroitel'nogo biznesa na sovremennom etape. Problemy i perspektivy // Novyyetekhnologii v stroitel'stve, 2017. S.209-213 [in Russian]
- [10] **Tarasov, M.V.** Izucheniye tekhnologiy informatsionnogo modelirovaniya zdaniy v obrazovatel'nom protsesse bakalavrov po napravleniyu "stroitel'stvo" // Vestnik Yuzhno Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. // Obrazovaniye. Pedagogicheskiye nauki, 2019. – № 1. – S.87-97. [in Russian]
- [11] **Talapov, V.V.** Osnovy, BIM. Vvedeniye v informatsionnoye modelirovaniye zdaniy // Profobrazovaniye. Saratov., 2017. S. 392. [in Russian]
- [12] **Adil, N.** BIM – ysyrapysyz tekhnologiya // Massaget., 2019. S.1. https://massaget.kz/mangilik_el/janalyiktar/588182019 [in Kazakh]
- [13] **Talapov, V.V.** Vnedreniye BIM: fundamentalnyy opyt Velikobritanii // Stroitel'nyy ekspert., 2017. S.1-8. <https://ardexpert.ru/article/8850/> [in Russian]
- [14] **Lakutinova, E.** Realnost' perekhoda s AutoCAD na Revit, 2022. №1. S. 7. [in Russian]
- [15] **Talapov, V.V.** Vnedreniye BIM: vpechatlyayushchiy opyt Singapura // Stroitel'nyy ekspert., 2015. S. 1-6. [in Russian]
- [16] **Rakhmaturlina, E.S.** BIM – modelirovaniye kak element sovremennogo stroitel'stva // Rossiyskoye predprinimatel'stvo, 2017. – Tom 18. – № 19. – S. 2866. [in Russian]

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ BIM В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Жакапбаева Г.А., кандидат технических наук
Жакаш Д.К., магистрант

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

Аннотация. В статье описывается, как технология Building Information Modeling (BIM) основана на расчетах и эффективном использовании в будущем без потерь строительства конкретного объекта. С учетом практических преимуществ и результатов, полученных от применения BIM-технологии, будет доказано зарубежным опытом, что она станет инструментом снижения рисков при реализации инвестиционных строительных проектов.

Проектная деятельность немислима без современных инструментов. Проекты нарисованные в 2D не дают точного представления о будущих зданиях, как это делает BIM-моделирование. Технология BIM-это современный подход к процессу всех этапов строительства и эксплуатации. С помощью BIM вы можете автоматически вычислять необходимые чертежи, отчеты, аналитические работы, графики работы, многие параметры, необходимые для строительства, и многое другое - все это дает инженерам безграничные возможности и упрощает их работу. Быстро вычисляет и позволяет принимать необходимые и наиболее рациональные решения. Использование модели BIM позволяет быстро подготовить всю необходимую информацию и чертежи. С помощью этой технологии количество просчетов значительно уменьшается, так как все можно увидеть и исправить заранее. Внедрение технологии информационного моделирования значительно снижает уровень затрат и позволяет максимально эффективно распределять ресурсы, инструменты и людей. Это означает повышение эффективности работы и сокращение времени строительства. Основная цель этой работы: изучить опыт зарубежных стран, чтобы увидеть, экономит ли технология BIM затраты и время при строительстве здания, а также упрощает работу в использовании здания (аренда или продажа).

Ключевые слова: CAD, BIM, жизненный цикл, LC, 2D, 3D, 4D

EFFICIENCY OF BIM TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION

Zhakapbayeva G.A., candidate of technical sciences
Zhakash D.K., master's student

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan

Annotation. The article describes how Building information Modeling (BIM) technology is based on the calculation and future effective use of waste-free construction of a particular facility. Taking into account the practical advantages and results obtained from the use of BIM-technology, it is proved by foreign experience that it is a tool for reducing risks in the implementation of investment construction projects.

Project activities cannot be imagined without modern tools. The projects drawn in 2D do not give an accurate representation of future buildings, as does BIM modeling. BIM technology is a modern approach to the process of all stages of construction and operation. With the help of BIM, you can automatically calculate the necessary drawings, reports, analytical work, work schedules, many parameters necessary for construction and much more—all this gives engineers unlimited opportunities and simplifies their work. Creates the opportunity to quickly calculate and make the necessary and most rational decisions. The use of the BIM model allows you to quickly prepare all the necessary information and drawings. With this technology, the number of miscalculations is significantly reduced, because everything can be seen and corrected in advance. The introduction of Information Modeling technology significantly reduces the level of costs and allows you to allocate resources, tools and people as efficiently as possible. This means improving work efficiency and reducing construction time. The main purpose of this work: to consider BIM technology with the experience of a foreign country, whether it saves costs and time in building construction, as well as simplifies work in building operation (rent or sale).

Keywords: CAD, BIM, life cycle, LC, 2D, 3D, 4D

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭКСПЕРТНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА

Умбетов У., доктор технических наук, профессор
uumbetov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6931-7944>

Байдуллаев С.Ж., магистрант 2-го курса
sergazi.baidullaev.99@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0005-0811-8016>

Карагандинский индустриальный университет, г.Темиртау, Республика Казахстан

Аннотация. Существующие Автоматизированная система контроля (АСК) атмосферного воздуха «Атмосфера», успешно зарекомендовала себя, как эффективная система мониторинга атмосферного воздуха (успела хорошо себя зарекомендовать). Система открыта для развития и может быть интегрирована в измерительные системы более высокого уровня.

АСК "Атмосфера" имеет двухуровневую структуру. Система состоит из сети постов контроля атмосферы, организованных на базе пунктов наблюдения за загрязнением окружающей среды службы ЛМЗА (Лаборатория мониторинга загрязнения атмосферы), и центра обработки информации (ЦОИ). Связь с постами контроля осуществляется по каналам телефонной связи.

В современных условиях одним из путей решения экологической задачи является разработка и внедрение интеллектуальных экспертных автоматизированных систем (ИЭАС) непрерывного контроля и мониторинга, оценки загрязнений и за состоянием воздуха на территориях города в режиме реального времени и дает возможность раннего предупреждения населения об опасности применяя база GSM с коротким сообщением SMS.

Настоящая статья посвящена на основе получения результатов решения математического моделирования распространения в атмосферу загрязняющих веществ разработать интеллектуальные экспертные автоматизированные системы.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования является основой построения интеллектуальных экспертных автоматизированных систем непрерывного контроля, мониторинга и оценки загрязнений состоянием воздуха в режиме реального времени.

Ключевые слова: математического моделирования, экспертные автоматизированные системы, GSM с коротким сообщением SMS, экология.

Введение. Экологические проблемы городов, как крупных, так и небольших, связаны с чрезмерной концентрацией на сравнительно небольших территориях населения, транспорта и промышленных предприятий, с образованием антропогенных ландшафтов, очень далеких от состояния экологического равновесия.

Одним из путей решения этой задачи является разработка и внедрение интеллектуальных экспертных автоматизированных систем (ИЭАС) непрерывного контроля и мониторинга, оценки загрязнений и за состоянием воздуха на территориях города.

Огромный социально-экономический ущерб, наносимый загрязнением воздуха (ЗВ) всем инфраструктурам общественного хозяйства, достиг уже в ряде развитых стран 7-12% их валового национального продукта. При этом наибольший ущерб (40-45%) ЗВ наносит здоровью населения.

Материалы и методы исследования. Главными загрязнителями воздушного бассейна являются: а) наиболее массовые и широко распространенные – диоксид серы, твердые частицы, оксид углерода, оксиды азота, углеводороды; б) специфические – сероводород, сероуглерод, аммиак, нитраты, фотоокислители, ртуть, свинец, кадмий, хлор, фторорганические соединения. Загрязнители могут находиться в газообразном и взвешенном состоянии, представленном жидкими и твердыми аэрозолями.

Теория диффузии загрязняющего вещества основываются на законе сохранения массы. Поэтому эта теория предполагает однородность основного движения по осям X и

У и использует обычный прием осреднения турбулентных характеристик, состоящих из средних и пульсационных компонент. В работе [1] отмечалось, что теория диффузии не представляет интереса с фундаментальной точки зрения, но полезна для практики. Решение полуэмпирического уравнения диффузии широко применяют для расчетов рассеяния примесей в атмосфере. Оно особенно при учете вертикальной неоднородности атмосферы и взаимодействия загрязняющего вещества с подстилающей поверхностью.

Используемая модель переноса и рассеивания газов и пыли описана в [1].

В соответствии с приближением, предложенным в работе [2], концентрация примеси, переносимой турбулентным потоком ветра может быть факторизована в виде

$$c(x, y, z) = p(x, y) \cdot q(x, z), \quad (1)$$

где $c(x,y,z)$ – концентрация примеси в точке (x,y,z) в декартовой системе координат, где ось x направлена вдоль распространения ветра, а ось z - вертикально вверх. Величина q , представляющая интеграл от концентрации вдоль оси y , определяется следующим уравнением:

$$u(z) \frac{\partial q}{\partial x} - w \frac{\partial q}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} k(z) \frac{\partial q}{\partial z}, \quad (2)$$

где $u(z)$, $k(z)$ – соответственно скорость ветра и коэффициент диффузии; w – скорость гравитационного осаждения пылевых частиц. Граничное условие для источника с координатами $x=0$, $z=h$ может быть записано в виде:

$$u(h)q(0, z) = M\delta(z - h) \quad (3)$$

где M – мощность источника. Граничное условие на подстилающей поверхности имеет вид

$$\left(k(z) \frac{\partial q}{\partial z} + wq \right)_{z=0} - V_g q(0) = Q_s \quad (4)$$

где V_g - скорость сухого осаждения; Q_s - интенсивность ветрового подъема.

Результаты. Методика построения системы в данной работе экологического мониторинга [3], заключается в следующем: во-первых, проводятся статистические исследования направления и скорости движения воздушных потоков заданного района. На основе этих исследований строятся эпюры движения воздушных потоков, и создается соответствующая база данных. И в-третьих, на основе полученных данных, может быть построена оперативная система экологического мониторинга с прогнозированием чрезвычайных ситуаций.

Эпюры движения воздушных потоков используются для наглядного отображения полей распределения направления и скорости воздушных потоков. При наложении эпюры на карту данного района получается картограмма эпюры, с помощью которой можно визуально наблюдать: куда и с какой скоростью движется воздушный поток. Также на картограммах может быть отражена информация о размещении координат реперных измерений и зонах потенциальных выбросов.

Так как в экологических системах на первый план выдвигается проблема интерпретации большого количества информации, полученной от первичных средств измерений, которая искажена различными погрешностями (детекторы, средства передачи данных и т.д.) для построения полей распределения направления и скорости ветра используется методика помехоустойчивой интерполяции. Главным достоинством помехоустойчивой интерполяции является устойчивость к погрешностям применяемых

средств измерения, которые в приборах измерения направления и скорости ветра составляют весьма значительную величину. А именно, данный метод позволяет при обработке неточных (ненадежных) исходных данных получать выходные данные высокого качества, т.е. с высокой долей достоверности и учитывать подверженность воздействия различного рода помех на средства измерения.

Для построения эпюры используются данные, полученные из программы помехоустойчивой интерполяции, которые представляют собой интерполяционную модель вида [4-7]:

$$Z(x, y) = \sum_{k=0}^{m-1} A_k \cdot \cos(\pi \cdot px_k \cdot x) \cdot \cos(\pi \cdot py_k \cdot y) \quad (5)$$

где $x = (0, \dots, 1)$ и $y = (0, \dots, 1)$,

m – число гармоник,

A_k – вес k -ой гармоники,

px_k и py_k – соответственно порядок гармоники по координате x и по y .

Программа интерполяции сохраняет модель в файле, который имеет следующую структуру:

1. Флаг обратного логарифмирования (экспонирования) после расчета модели: размер `int` 4 байта, значение: 1 – да, 0 – нет.
2. Фон экспонирования: размер `double`, значение `Fon`.
3. Число гармоник в модели: размер `int`, значение m .
4. Массив весов гармоник: размер элемента массива `double`, число элементов в массиве m .
5. Массив порядков X – гармоник: размер элемента массива `int`, число элементов в массиве m .
6. Массив порядков Y – гармоник: размер элемента массива `int`, число элементов в массиве m .

Если флаг экспонирования равен 1, то искомая модель окончательно будет равна:

$$Z(x, y) = \exp(Z(x, y)) - Fon \quad (6)$$

В программу интерполяции заносятся данные реперных измерений, причем отдельно вводятся значения углов (направлений) и отдельно – значения скоростей ветра в точках реперных измерений. Таким образом получаются две интерполяционные модели: скоростей и направлений ветра.

Используя эти модели программа построения эпюр создает два 2-х мерных массива полей распределения направления и скорости воздушных потоков, которые содержат значения проекций вектора скорости ветра в направлении оси x и y для каждой точки. Для этого интерполяционные модели рассчитываются с заданным шагом, после чего определяются элементы массива [8-11]:

$$MX_{i,j} = S_{i,j} \cdot \cos(A_{i,j} \cdot \pi / 180)$$

$$MY_{i,j} = S_{i,j} \cdot \sin(A_{i,j} \cdot \pi / 180) \quad (7)$$

где i, j - индексы массива, соответствующие точке $x = i \cdot \Delta x$, $y = j \cdot \Delta y$,
 Δx и Δy - соответственно шаг по x и по y ,

$S_{i,j}$ - значение модели скорости ветра в точке (x,y),

$A_{i,j}$ - значение модели направления ветра в точке (x,y),

$MX_{i,j}$ и $MY_{i,j}$ - элементы массивов, которые содержат значения проекции скорости ветра в точке (x, y) соответственно на ось x и ось y.

Построение эпюры заключается в нанесении на карту района траекторий движения частиц, запущенных из заданных точек, для этого координаты каждой новой точки траектории движения определяется как сумма значений координат предыдущей точки и величины смещения. Смещение по каждой оси координат в определенной точке пропорционально значению элемента массива, который содержит значения проекций скорости ветра [12-16].

Таким образом, чтобы построить эпюру движения воздушных потоков выбранного района необходимо: выбрать интерполяционные модели направления ветра и скорости ветра, расположить на карте района исходные точки линий эпюры. Набор таких линий показывает характер движения воздушных потоков и образует эпюру выбранного района соответствующую данным реперных измерений (заданным моделям интерполяции экспериментальных данных).

С целью визуализации полей распределения направления и скорости воздушных потоков строятся эпюры движения воздушных потоков. При наложении эпюры на карту данного района мы получаем картограмму эпюры, с помощью которой можно визуально наблюдать: куда и с какой скоростью движется воздушный поток. А также на картограммах отражена информация о размещении координат реперных измерений и зонах потенциальных выбросов.

Сами по себе множество полученных эпюр, представляют лишь громоздкую, разрозненную информацию, которую очень сложно и неудобно использовать для различных целей, в особенности для оперативного экологического мониторинга. Поэтому для получения оперативной и удобной (доступной) в использовании информации, статистический материал, который представлен в виде данных реперных измерений и множества полученных эпюр, систематизируется с помощью компьютерных программ по различным признакам и создается база эпюр движения воздушных потоков г. Темиртау.

Созданная база эпюр является одним из главных источников данных при формировании прогноза оперативной системой экологического мониторинга атмосферы г. Темиртау. По эксперименту видно, что распространение ЗВ зависит от направления ветра (направление ветра показано красными линиями). И как следствие своевременного оповещения о чрезвычайной ситуации близлежащие населенные пункты и принятия соответствующих мер защиты и снижения катастрофических последствий аварии ближе расположенного металлургического производства АО АрселлорМиттал Темиртау.

Прогнозирование экологической ситуации металлургического производств АО АрселлорМиттал Темиртау проводилось с помощью выбранной математической модели (5) путем изменения параметров:

а) при изменении скорости ветра в широком диапазоне от 0,5 м/с до 3 м/с. изменения концентрации загрязняющих веществ по координатам y и z , при фиксированных значениях Q , σ_y , σ_z и при высоте трубы $H=100$ м. На рисунке 1(а,б,в,г) приведены результаты эксперимента (эпюр движения ЗВ воздушным потоком).

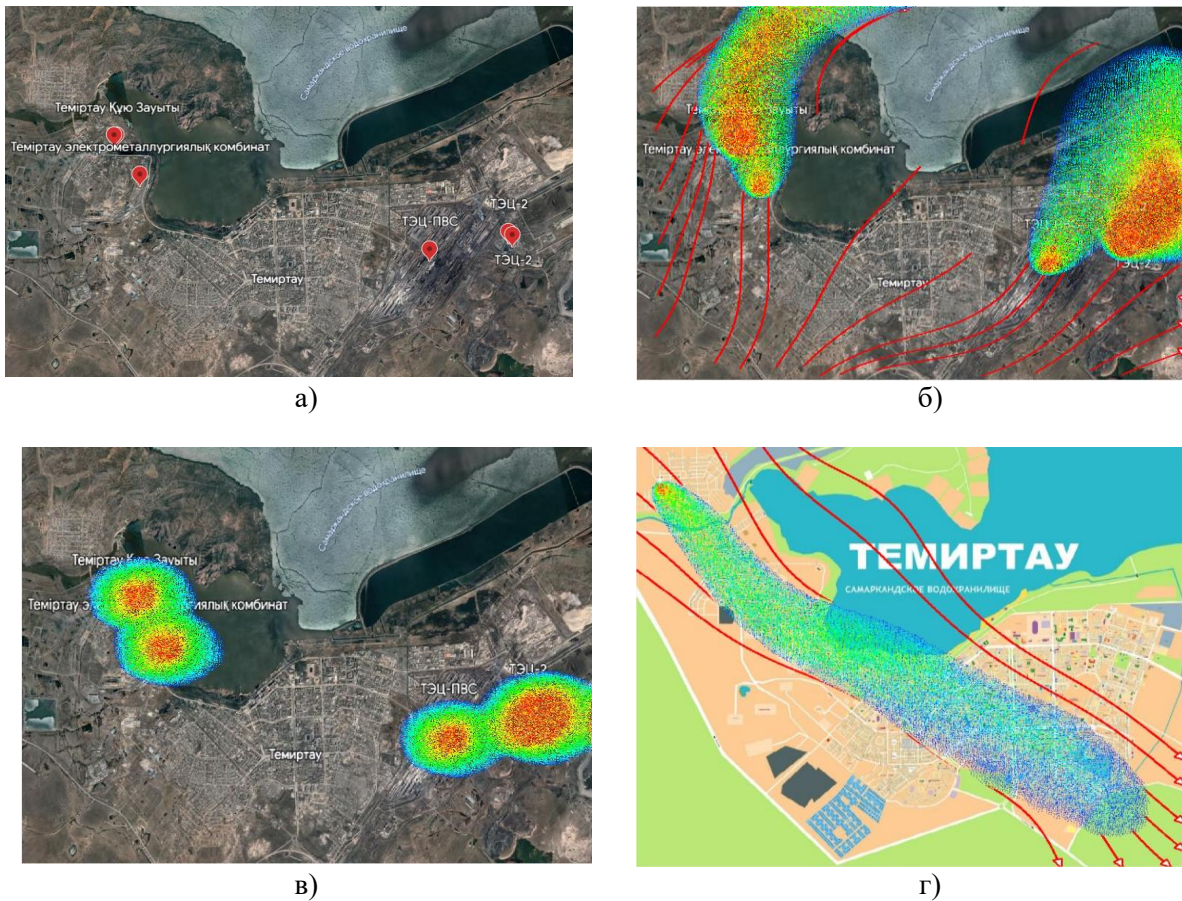


Рисунок 1 – Распространение загрязняющих веществ из дымовых труб АО АрселорМиттал Темиртау

а) - дымовые трубы комбината и их координаты в карте, б)-Эпюр распространения ЗВ через 2ч 12м 40с. (направление ветра показано в красной линии) , в)- распространение ЗВ без ветра, г)- Эпюр распространения ЗВ через 3ч 40м 35с. (направление ветра показано в красной линии)

На рисунке 1 г) видно через определенной время ЗВ покрывает весь г. Темиртау огибая высотных зданий. Скорость распространения будет зависеть от скорости ветра.

Все расчеты и графики получены с использованием пакета прикладных программ C++.

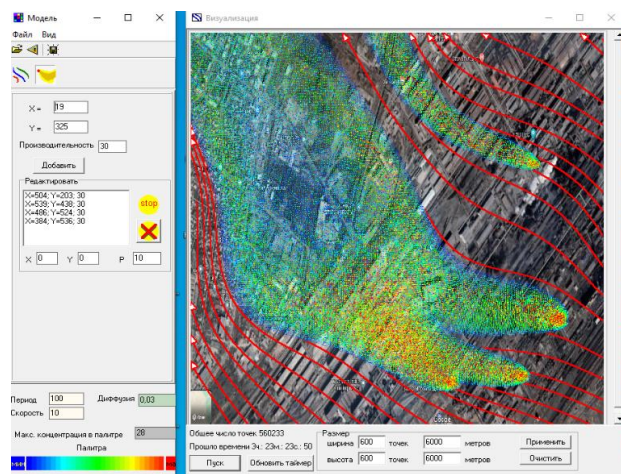


Рисунок 2 – Результаты эксперимента с использованием пакета прикладных программ C++

Выводы. Анализ этих расчетов показывает: при увеличении скорости ветра уменьшается концентрация загрязняющих веществ по координате y , а по координате z – увеличивается.

При скоростях ветра u более 1,5 м и увеличения скорости выделения загрязняющих веществ, концентрация загрязняющих веществ уменьшается по координатам y и z .

б) при изменении скорости выделения загрязняющих веществ от 1 м³/с до 3 м³/с концентрация загрязняющих веществ увеличивается по координатам y , z .

Применение данной методологии визуально показывает распределения направления и скорости распространения вредных загрязняющих веществ (ЗВ) в г. Темиртау, и дает возможность раннего предупреждения населения об опасности применяя база GSM с коротким сообщением SMS.

Применение данной системы экологического мониторинга позволяет избежать большого числа смертности и материальных затрат на устранение последствий экологических катастроф.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования является основой построения интеллектуальных экспертных автоматизированных систем непрерывного контроля, мониторинга и оценки загрязнений состоянием воздуха в режиме реального времени на территориях АО АрселлорМиттал Темиртау.

Все расчеты и графики получены с использованием пакета прикладных программ C++.

Литература:

[1] **Бриль, А.И.**, Другаченок М.А., Кабашников В.П., Миронов В.П., Попов В.М. Исследование рассеивания соляной пыли в Солигорском промышленном районе // Метеорология и гидрология, 1998, №12, 64 -71.

[2] **Берлянд, М.Е.** Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы, / 1975. Л. Гидрометеиздат. 448 с.

[3] **Калверт, С.**, Инглунд Г. “Защита атмосферы от промышленных загрязнений” справочник под ред. “Металлургия”, Москва 1991.

[4] Автоматическая система контроля промышленных выбросов (АСКПВ): [Электронный ресурс]. URL: https://npfdiem.ru/kontrol_vybrosov. (дата обращения: 21.02.2023).

[5] Scada Trace Mode: [Электронный ресурс]. URL: http://www.adastra.ru/search?q=GSV&as_siteassearch=www.adastra.ru&num=10. (дата обращения: 05.03.2023).

[6] **Калверт, С.**, Инглунд Г.М. Защита атмосферы от промышленных загрязнений: [Электронный ресурс]. – Москва: Metallurgia, 1988. URL: https://www.geokniga.org/book/files/geokniga-zashchita-atmosfery-ot-promyshlennyh-zagryazneniy0_0.pdf. (дата обращения: 05.03.2023).

[7] **Умбетов, У.**, Ху Вен-Цен Б.А., Аргинова А.Э Комбинированный алгоритм оптимизации вредных выбросов промышленного предприятия. «Молодой ученый» Международный журнал №6 (192). Комбинированный алгоритм оптимизации вредных выбросов промышленного предприятия., 2018 с. 57-62

[8] **Умбетов, У.**, Ху Вен-Цен Б.А., Аргинова А.Э. Разработка алгоритма определения оптимальной концентрации вредных соединений в промышленных выбросах Наука и мир. Международный научный журнал, № 12(52)2017, Vol.I\Разработка алгоритма определения оптимальной концентрации вредных соединений в промышленных выбросах

[9] **Умбетов, У.**, Тагай Ж. Интерполяционные модели движения атмосферного воздуха и их применение в экологическом мониторинге. Научные труды международной научно-практической конф. «Индустриально-инновационное развитие – основа устойчивой экономики Казахстана» - Шымкент: ЮКГУ им.М.Ауезова, 2006г. Итом.с.448-450

[10] **Бренер, А.М.**, Умбетов У., Югай М.Б. Движение мелких частиц в турбулентном газовом потоке вблизи твердой стенки Наука и образование Южного Казахстана. Республиканский научный журнал. 2006. №3(52). С.108-111.

[11] **Умбетов, У.**, Ху Вен-Цен, Танашев С., Югай Мон-Бон. Моделирование процесса атмосферно-вакуумной перегонки нефти Кумкольского месторождения Доклады. Национальной академии наук РК. Алматы., 2007 г. №1. ст.60-63.

[12] **Майлыбаев, Е.К.**, Умбетов У., Батырканов Ж.И. Исследование производственного цикла автоматизации технологических процессов в децентрализованных системах Вестник КазННТУ, №1, 2020.

[13] **Morokina, G.S.**, Umbetov U., Mailybaev Y.K. [Automation design systems for mechanical engineering and device node design](#) Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1515(3), 032061 View at Publisher. Opens in a new tab.Связанные документы

[14] **Murzakmetov, A.**, Dyusembaev A., Umbetov U., Abdimomynova M., Shekeyeva K. [Study of the innovations diffusion on the base of naming game mathematical model](#) Compusoft, 2020, 9(1), pp. 3547–3551

[15] **Morokina, G.**, Umbetov U., Mailybaev Y. [Computer-Aided Design Systems of Decentralization on Basis of Trace Mode in Industry](#) Proceedings - 2019 International Russian Automation Conference, RusAutoCon, 2019, 2019, 8867817

[16] **Morokina, G.S.**, Katsan, I.F., Umbetov, U. [Control systems on the base of TM6 in industry](#) Proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2018: Innovation Management and Education Excellence through Vision 2020, 2018, pp. 6566–6570.

References:

[1] **Bril', A.I.**, Drugachenok M.A., Kabashnikov V.P., Mironov V.P., Popov V.M. Issledovanie rassevaniia solianoii pyli v Soligorskoi promyshlennom raione // Meteorologiya i gidrologiya, 1998, no12, 64-71.

[2] **Berliand, M.E.** Sovremennye problemy atmosfery i zagriazneniya atmosfery, / 1975. L. Gidrometeoizdat. 448 p.

[3] **Kalvert, S.**, Inglund G. “Zashchita atmosfery ot promyshlennykh zagriaznenii” spravochnik pod red. “Metallurgiya”, Moskva, 1991.

[4] Avtomaticheskaya sistema kontrolya promyshlennykh vybrosov (ASKPV): [Elektronnyi resurs]. URL: https://npfdiem.ru/kontrol_vybrosov. (data obrashcheniya: 21.02.2023).

[5] Scada Trace Mode: [Elektronnyi resurs]. URL: http://www.adastra.ru/search?q=GSV&as_sitesearch=www.adastra.ru&num=10. (data obrashcheniya: 05.03.2023).

[6] **Kalvert, S.**, Inglund G.M. Zashchita atmosfery ot promyshlennykh zagriaznenii: [Elektronnyi resurs]. –Moskva: Metallurgiya, 1988. URL: https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-zashchita-atmfery-ot-promyshlennykh-zagryazneniy0_0.pdf. (data obrashcheniya: 05.03.2023).

[7] **Umbetov, U.**, KHu Ven-TSen B.A., Arginova A.E Kombinirovannyi algoritm optimizatsii vrednykh vybrosov promyshlennogo predpriiatiia. «Molodoi uchenyi» Mezhdunarodnyi zhurnal no6 (192). Kombinirovannyi algoritm optimizatsii vrednykh vybrosov promyshlennogo predpriiatiia, 2018 p. 57-62

[8] **Umbetov, U.**, KHu Ven-TSen B.A., Arginova A.E. Razrabotka algoritma opredeleniya optimal'noi kontsentratsii vrednykh soedinenii v promyshlennykh vybroskakh Nauka i mir. Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal, no 12(52)2017, Vol.I\ Razrabotka algoritma opredeleniya optimal'noi kontsentratsii vrednykh soedinenii v promyshlennykh vybroskakh

[9] **Umbetov, U.**, Tagai ZH. Interpoliatsionnye modeli dvizheniya atmosferno go vozdukh i ikh primeneniye v ekologicheskom monitoringe. Nauchnye trudy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konf. «Industrial'no-innovatsionnoe razvitiye – osnova ustoychivoi ekonomiki Kazakhstana» - SHymkent: IUKGU im.M. Auezova, 2006g. Itom.s.448-450

[10] **Brener, A.M.**, Umbetov U., Iugai M.B. Dvizheniye melkikh chastits v turbulentskom gazovom potoke vblizi tverdoi stenki Nauka i obrazovaniye IUzhnogo Kazakhstana. Respublikanskii nauchnyi zhurnal, 2006. no3(52). S.108-111.

[11] **Umbetov, U.**, KHu Ven-TSen, Tanashev S., Iugai Mon-Bon. Modelirovaniye protsessa atmosferyno-vakuumnoi peregonki nefi Kumkol'skogo mestorozhdeniya Doklady. Natsional'noi akademii nauk RK. Almaty, 2007g. no1. st.60-63.

[12] **Mailybaev, E.K.**, Umbetov U., Bатырканов З.И. Исследование производственного цикла автоматизации технологических процессов в децентрализованных системах Вестник КазННТУ, no1, 2020.

[13] **Morokina, G.S.**, Umbetov, U., Mailybaev, Y.K. Automation design systems for mechanical engineering and device node design Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1515(3), 032061 View at Publisher. Opens in a new tab.Sviazannye dokumenty

[14] **Murzakhmetov, A.**, Dyusembaev, A., Umbetov, U., Abdimomynova, M., Shekeyeva, K. Study of the innovations diffusion on the base of naming game mathematical model Compusoft, 2020, 9(1), pp. 3547–3551

[15] **Morokina, G.**, Umbetov, U., Mailybaev, Y. Computer-Aided Design Systems of Decentralization on Basis of Trace Mode in Industry Proceedings - 2019 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2019, 2019, 8867817

[16] **Morokina, G.S.**, Katsan, I.F., Umbetov, U. Control systems on the base of TM, in industry Proceedings of the 31st International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2018: Innovation Management and Education Excellence through Vision, 2020, 2018, pp. 6566–6570.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ САРАПТАМАЛЫҚ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ҮЗДІКСІЗ БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕСІ

Умбетов У., техника ғылымдарының докторы, профессор
umbetov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6931-7944>

Байдуллаев С.Ж., 2-ші курс магистрант
sergazi.baidullaev.99@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0005-0811-8016>

Қарағанды индустриальды университеті, Темиртау қ., Қазақстан Республикасы

Андатпа. Атмосфералық ауаны басқарудың қолданыстағы автоматтандырылған жүйесі (АБЖ) өзін атмосфералық ауаны бақылаудың тиімді жүйесі ретінде сәтті көрсетті. Жүйе дамуға дайын және оны жоғары деңгейлі өлшеу жүйелеріне біріктіруге болады.

"Атмосфера" автоматтандырылған бақылау жүйесі екі деңгейлі құрылымға ие. Жүйе атмосфераның ластануын бақылау пункттерінің базасында ұйымдастырылған атмосфераны бақылау бекеттерінің желісінен тұрады. Бақылау бекеттерімен байланыс телефон байланысы арналары арқылы жүзеге асырылады.

Қазіргі жағдайда экологиялық мәселені шешудің жолы - нақты уақыт режимінде қала аумағындағы ластану мен ауаның жай-күйін үздіксіз бақылау мен мониторингілеудің, бағалаудың интеллектуалды сараптамалық автоматтандырылған жүйелерін әзірлеу мен енгізу болып табылады. Сонымен қатар қысқа SMS хабарламасы арқылы GSM базасын қолдана отырып халықты қауіп туралы ерте ескертуге мүмкіндік береді.

Бұл мақала ластанушы заттардың атмосфераға таралуын математикалық модельдеу нәтижелеріне негізделген интеллектуалды автоматтандырылған жүйелерді әзірлеуге арналған.

Жүргізілген теориялық және эксперименттік зерттеулер нақты уақыт режимінде ауаның ластануын үздіксіз бақылаудың, мониторинг жасаудың және бағалаудың интеллектуалды сараптамалық автоматтандырылған жүйелерін құрудың негізі болып табылады.

Тірек сөздер: математикалық модельдеу, сараптамалық автоматтандырылған жүйелер, қысқа SMS хабарламасы бар GSM, экология.

INTELLIGENT EXPERT AUTOMATED SYSTEM OF CONTINUOUS CONTROL AND MONITORING

Umbetov U., Doctor of Technical Sciences, professor
umbetov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6931-7944>

Baidullaev S.J., 2st-year master's student
sergazi.baidullaev.99@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0005-0811-8016>

Karaganda Industrial University, Temirtau city, Republic of Kazakhstan

Annotation. Existing Automated Atmosfera Air Control System (ACS) has successfully established itself as an effective atmospheric air monitoring system (it has already proved itself well). The system is open for development and can be integrated into higher level measurement systems.

ACS "Atmosfera" has a two-level structure. The system consists of a network of atmospheric monitoring posts, organized on the basis of environmental pollution observation points of the APM service (Atmospheric Pollution Monitoring Laboratory), and an information processing center (IPC). Communication with control posts is carried out through telephone channels.

In modern conditions, one of the ways to solve the environmental problem is the development and implementation of intelligent expert automated systems (IEAS) for continuous control and monitoring, assessment of pollution and the state of air in the city in real time and makes it possible to early warn the population about the danger using the GSM base with short SMS message.

This article is devoted to the development of intelligent expert automated systems based on the results of mathematical modeling of the distribution of pollutants into the atmosphere.

The carried out theoretical and experimental research is the basis for the construction of intelligent expert automated systems for continuous control, monitoring and assessment of air pollution in real time.

Keywords: mathematical modeling, expert automated systems, GSM with SMS short message, ecology.

Қолжазбаларды рәсімдеу жөнінде авторларға арналған нұсқаулық

«Техника ғылымдары және технологиялар» - қазіргі заманғы техника мен технологияның дамуы мен ондағы өзекті мәселелерді қамтитын ғылыми басылым. «Техника ғылымдары және технологиялар» басылымы отандық, шетелдік ғалымдардың ғылыми жұмыстары мен ғылыми конференция материалдары, ғылыми-әдістемелік мақалалар, жастардың ғылыми шығармашылығы туралы ақпараттан тұрады. Журналда Қазақстандық және шетелдік зерттеушілердің ғылыми жұмыстарының негізгі нәтижелері жариялауға ұсынылады. Журнал келесідей салаларды: электр энергетикасы, технологиялық машиналар мен жабдықтар (салалар бойынша), көлік техникасы және технологиялары, азық-түлік технологиясы, мұнай-газ ісі, тау-кен ісі, геология және пайдалы қазбалар кен орындарын барлау, пайдалы қазбаларды байыту, құрылыс, материалдар бұйымдар және конструкциялар өндірісі, инженерлік жүйелер мен желілер, кадастр, жерге орналастыру, су ресурстары және суды пайдалану, мелиорация, рекультивация және жерді қорғау бағыттарын қамтиды.

Редакциялық алқа құрамын Қазақстан мен алыс-жақын шетелдегі ғалымдар мен профессорлар құрайды.

«Техника ғылымдары және технологиялар» журналында мақала жариялау үшін дайын ғылыми жұмысты автор(лар) vestnik.korkyt.kz сайтындағы Онлайн мақала жіберу жүйесі арқылы, арнайы нұсқаулықты пайдаланып жіберуге болады. Мақала Windows 10 оперативті жүйесіндегі Word форматында Times New Roman шрифтінде жазылуы қажет (Осы талапта жазылмаған мақала автоматты түрде қабылданбайды). Жарияланым тілдері – қазақша, орысша, ағылшынша.

Журналда жариялау үшін жұмыс мәтінін ұсына отырып, автор өзі туралы барлық мәліметтердің дұрыстығына, мақалада плагиат пен әдебиеттерді заңсыз алып пайдаланудың басқа түрлері жоқтығына, пайдаланылған барлық мәтін, кестелер, сызбалар, суреттердің тиісті түрде рәсімделуіне кепілдік береді.

Мақалада өзі жазу, ішкі бірлік, ғылыми жаңашылдық, дәйектілік, практикалық құндылық пен академиялық адалдық принциптері сақтала отырып орындалуы қажет.

- мәтінді, ойларды, гипотезаларды, қорытындыларды, әдістерді, зерттеу нәтижелерін, кестелерді, кодтарды, суреттерді және басқа авторларға және мәтінді пайдалану дереккөзіне сілтеме жасамай жұмыстарды пайдалану және (немесе) иелену, сондай-ақ басқа тілден аударылған мәтінді пайдаланумен қоса мағынаны өзгертусіз сөздерді және пікірлерді синонимдік ауыстырумен басқа авторлардың мәтінін пайдалануға (плагиат) болмайды;

- жоқ дереккөздерге сілтеме жасау, дәйексіз деректерді және (немесе) нәтижелерді, жазуларды немесе олар туралы хабарламаларды ұсынбайды;

(ғылыми зерттеулердің) нәтижелері болуы керек. Мақаладағы дәйексөз тізімінде тек рецензияланған әдебиет көздері, мақала құрылымына сәйкес DOI индексін иемдеген ақпарат көздері болуы тиіс.

Теориялық ғылыми мақалалар абстракция, синтез, талдау, индукция, дедукция, формализация, идеализация, модельдеу сияқты әдістерімен зерттеулер нәтижелерін қамтуы тиіс. Логикалық заңдар мен ережелер басым мәнге ие болуы қажет.

Эмпирикалық сипаттағы ғылыми мақалалар бірқатар теориялық әдістерді қолданғанымен, өлшеу, бақылау, эксперимент және т.б. әдістеріне көбірек сүйенуі керек.

Сонымен қатар, мақалада жаңа ғылыми нәтижелер, ережелер, ұсынымдар мен қорытындылар болуы қажет. Жиынтығы жаңа ғылыми жетістік ретінде белгіленген немесе нақты ғылыми бағыттардың дамуы үшін аса маңызды жаңа ғылыми негізделген теориялық немесе эксперименттік нәтижелер немесе ел экономикасын дамытуға үлес қосатын ғылыми негізделген техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері болуы тиіс.

Ішкі бірлігінің болуын, мақалада барлық бөлімдері мен ережелері логикалық түрде өзара байланысты болуын; ғылыми ережелер, алынған нәтижелер мен ұсынымдар мақалада қойылған мақсаттар мен міндеттерге сәйкес болуы қажет.

Мақала құрылымы мен безендірілуі:

- 1) Мақала көлемі 6-12 бет аралығында болуы тиіс. (әдебиеттер тізімі мен аннотацияларды қоспағанда 6 беттен кем болмау).
- 2) Мақаланы құру схемасы: беті – А4, кітаптық бағдар, туралау – ені бойынша. Сол жақ, үстіңгі және төменгі жақтарындағы ашық жиектері – 2,5 см, оң жағында – 2,0 см. Шрифт: тип – Times New Roman, өлшемі (кегель) - 12
 - МРНТИ индексі – бірінші жолы, жоғарыдан, сол жақта (<http://grnti.ru>).
 - DOI индексі (журнал редакциясында беріледі);
 - Мақала атауы – ортасына қалың қаріппен (12 шрифт).
 - Автордың (лардың) аты-жөндерінің бірінші қарпі мен тегі – ортаға, қалың қаріппен (11-шрифтпен, авторлар саны - 5-тен артық болмауы тиіс);
 - Ұйым, қала, елдің толық атауы (егер авторлар түрлі ұйымдарда жұмыс істесе авторлардың тегінің жанына бірдей таңба және тиісті ұйымды қою қажет, авторлардың электронды поштасы, орсид номері түсуі қажет) – ортаға, курсив.

- **Андатпа** түп нұсқа тілінде (150-300 сөз; мақала құрылымын сақтай отырып), өлшемі (кегель) – 11

- **Тірек сөздер** – қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде (3-5 сөз/сөз тіркестері), өлшемі - (кегель) 11.

- **Негізгі мәтін** (12 шрифт, аралық интервал - 1, «азат жол» - 1,25 см) құрылымы:

3) **кіріспе:** тақырыптың таңдалуын негіздеу, тақырыптың немесе мәселенің өзектілігі, объектіні, тақырыпты, мақсаттарды, міндеттерді, әдістерді, тәсілдерді, гипотезалар мен жұмыстың маңыздылығын анықтау.

4) **зерттеу материалдары мен әдістері:** материалдар мен жұмыс барысы сипаттамасынан, сондай-ақ пайдаланылған әдістердің толық сипаттамасынан тұруы тиіс. Бұл бөлімде мәселенің қалай зерттелгені сипатталады: бұрын жарияланған белгіленген рәсімдерді қайталамай-ақ егжей-тегжейлі ақпарат; материалдар мен әдістерді пайдалану кезінде жаңалықты міндетті түрде енгізе отырып, жабдықты (бағдарламалық жасақтаманы) сәйкестендіру және материалдарды сипаттау қолданылады. Кестелер, суреттер жасалған сілтемеден кейін орналастырылуы керек.

Иллюстрациямен жазу өлшемі (кегель – 11) болуы керек. Суреттер анық, таза, сканерленбеген болуы керек. сызбалар мен кестелердің атаулары 11 қалың қаріппен. Кестенің көрсеткіштері 11 қаріппен ресімделеді. Мақалада мәтінде сілтемелер бар формулалар ғана нөмірленеді. Жалпыға мәлім аббревиатуралар мен қысқартуларды қоспағанда, барлық аббревиатуралар мен қысқартулар мәтінде бірінші рет қолданылған кезде ашып жазылуы тиіс. Мәтінде сілтемелер тік жақшада көрсетіледі. Сілтемелер мәтінде қатаң түрде нөмірленуі керек. Мәтіндегі әдебиетке бірінші сілтемеде [1], екіншісі - [2] және т. б. нөмірі болуы тиіс. Жарияланбаған жұмыстарға сілтеме жасауға жол берілмейді. Лицензияланбайтын басылымдарға сілтеме жасауға жол берілмейді.

5) **нәтижелер/талқылау:** зерттеу нәтижелерін талдау және талқылау келтіріледі.

б) **қорытынды/қорытындылар:** осы кезеңдегі жұмысты қорытындылау; автор айтқан ұсынылған тұжырымның ақиқатын растау. Қорытындылар белгілі бір ғылыми саладағы зерттеу нәтижелерін жалпылау үшін, ұсыныстарды немесе одан әрі жұмыс істеу мүмкіндіктерін сипаттай отырып қолданылуы керек. Жұмысты қаржылық қолдау туралы ақпарат бірінші бетте сілтеме түрінде көрсетіледі

7) **әдебиеттер тізімі** (өлшемі (кегель) – 11, пайдаланылған әдебиеттер саны – 15-тен кем болмауы тиіс). Әдебиеттер тізімінде кириллицада ұсынылған жұмыстар болған жағдайда әдебиеттер тізімін екі нұсқада ұсыну қажет: біріншісі – түпнұсқада, екіншісі – романизацияланған алфавитпен (транслитерация).

Романизацияланған әдебиеттер тізімі келесі түрде болуы керек: автор (лар) (транслитерация) (<http://www.translit.ru>) → (жақшадағы жыл) → транслитерациялан-ған нұсқадағы мақала атауы [мақала атауын ағылшын тіліне квадрат жақшамен аудару], орыс тіліндегі дереккөздің атауы (транслитерация немесе ағылшын атауы-бар болса), ағылшын тіліндегі белгілері бар. Мысалы:

[5] **Бакирулы К.**, Тохетова Л.А., Ершин З.Р., Касымжанов М.Т. Влияние ионизирующего излучения на ростовые процессы растений риса и ячменя при использовании ускорителя электронов АО «Парк ядерных технологии» Вестник НАЦИОНАЛЬНОГО ЯДЕРНО-го ЦЕНТРА РК., Выпуск 1(65), г. Курчатов. март, 2016.

[5] **Bakiruly, K.**, Tohetova L.A., Ershin Z.R., Kasymzhanov M.T. Vlijanie ionizirujushhego izlucheniya na rostovye processy rastenij risa i jachmenja pri ispol'zovaniiem uskoritelja jelektronov АО «Park jadernyh tehnologii» Vestnik NJaC RK., Vypusk 1(65), g.Kurchatov. mart. 2016. [in russian]

ГОСТ бойынша Кохберг Л., Кузнецова Т. Стратегия-2020: Новые контуры российской инновационной политики //Foresight-Russia. – Т. 5, № 4. – С. 8-30.

Қазақ және орыс тілдеріндегі әдебиеттер тізімін рәсімдеу стилі ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» талабына сәйкес жүргізіледі.

8) Авторлар туралы мәліметтер: (автордың(лардың) аты-жөні, ұйымның толық атауы, қаласы, елі, байланыс деректері: телефоны, эл.пошта, орсидномері) 3 тілде.

9) Редакцияға келіп түскен мақаланың рәсімделуі талапқа сай болса, антиплагиат бағдарламасынан өткізіледі. Түпнұсқалылығы 80% - дан жоғары көрсеткіште болған мақала редакция құрамының қарауына жіберіледі. Ал 80% - дан төмен болған мақала автордың толықтыруына жіберіледі. Ал, екінші рет өткізілген жағдайда тиісті көрсеткіш болмаса жарияланымға қабылданбайды (Антиплагиаттан 1-ші рет өткізу құны – 1500 тг, сол мақаланы 2-ші рет өткізу – 1000 тг). Резеңценттердің оң пікірінен соң мақала журналға қабылданып, авторға төлем жасау жөнінде хабарлама жіберіледі. Автор төлемақының түбіртегін редакцияның электронды почтасына жіберуге міндетті Technique.Journal@korkyt.kz

«Техника ғылымдары және технологиялар» журналында жариялау үшін бір мақала құны – 5000 теңге.

Төлем үшін:

Университет мекен жайы: 120014, Қазақстан Республикасы, Қызылорда қ, Айтеке би, 29 а.

«Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті» КеАҚ ҚР ҒЖБМ

Реквизиттері: "Қазақстан Халық банкі" АҚ,

СТН 331000037638

БСН 960540000620

ЖСК KZ 276017201000000125

БСК HSBK KZ KX

КБе-16

ТТК-859

Руководство для авторов по оформлению рукописей

«Технические науки и технологии» - научное издание, включающее актуальные вопросы развитие современной техники и технологий и актуальные в ней вопросы. Издание «Технические науки и технологии» содержит материалы научных работ и научных конференций отечественных, зарубежных ученых, научно-методические статьи, информацию о научном творчестве молодежи. В журнале представлены к публикации основные результаты научных работ казахстанских и зарубежных исследователей.

Журнал включает следующие отрасли: электроэнергетика, технологические машины и оборудование (по отраслям), транспортная техника и технологии, пищевая технология, нефтегазовое дело, горное дело, геология и разведка полезных ископаемых, обогащение полезных ископаемых, строительство, производство материалов, изделий и конструкций, инженерные системы и сети, кадастр, землеустройство, водные ресурсы и водопользование, мелиорацию, рекультивацию и направления охраны земель.

В состав редакционной коллегии входят ученые и профессора из Казахстана и зарубежных стран.

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.

Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

Статью следует писать в соответствии с принципами самостоятельности, внутреннего единства, научного новаторства, последовательности, практической ценности и выполняться соблюдением принципов академической честности;

- не допускается использование текста других авторов с синонимичной заменой (плагиат) переведенного с другого языка; использование и (или) право собственности на текст, идеи, гипотезы, выводы, методы, результаты исследований, таблицы, коды, изображения и произведения без ссылки на других авторов и источник использования текста, а также слова и мнения без изменения в том числе с использование текста;

- ссылаться на несуществующие источники, не представлять противоречащие друг другу данные и (или) результаты, записи или уведомление по ним;

Перечень цитирования в статье должен содержать только рецензируемые источники литературы, информационные источники, которые присвоившие индекс DOI в соответствии со структурой статьи.

Теоретические научные статьи должны включать результаты исследований с помощью таких методов, как абстракция, синтез, анализ, индукция, вывод, формализация, идеализация, моделирование. Логическая законодательная и нормативная база должна иметь преимущественную силу.

Хотя в научных трудах эмпирического характера используется ряд теоретических методов, в них следует в большей мере опираться на методы измерения, наблюдения, эксперименты и т.д.

Кроме того, в статью следует включить новые научные результаты, положения, рекомендации и заключения. Совокупность должна состоять из новых, научно обоснованных теоретических или экспериментальных результатов, определенных в качестве нового научного достижения или научно обоснованные технические,

технологические, экономические и управленческие решения, которые вносят вклад в развитие национальной экономики страны.

Все разделы и положения статьи должны иметь логическую связь; научные положения, результаты и рекомендации должны соответствовать целям и задачам статьи.

Структура и оформление статьи:

1) Объем статьи в пределах от 6 до 12 страниц (без списка литературы и аннотации).

2) Схема построения статьи (страница – А 4, книжная ориентация, поля с левой, верхней и нижней сторон – 2,5 м, с парвой – 2,0 мм. Шрифт: тип – Times New Roman, размер (кегель) - 12):

- индекс МРНТИ - первая строка сверху слева (<http://grnti.ru>).
- индекс DOI (предоставляется редакцией журнала);
- Название статьи – прописными буквами, выравнивание по центру полужирным шрифтом, размер (кегель) - 12.
- Инициалы и фамилию автора(ов) – выравнивание по центру, размер (кегель) – 11, количество авторов статьи не должно превышать пяти человек.
- Полное наименование организации, город, страна (если авторы работают в разных организациях, необходимо поставить одинаковую цифру около фамилии автора и соответствующей организации, адрес электронной почты авторов, номер орсид) – выравнивание по центру, курсив, размер (кегель) - 11.
- **Аннотация** на языке оригинала (150-200 слов; сохраняя структуру статьи) размер (кегель) - 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:

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

4) **Материалы и методы исследования:** должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов. В этом разделе описывается, как проблема была изучена: подробная информация без повторения ранее опубликованных установленных процедур; используется идентификация оборудования (программного обеспечения) и описание материалов, с обязательным внесением новизны при использовании материалов и методов. Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания.

С каждой иллюстрацией должна следовать надпись (размер (кегель) – 11). Рисунки должны быть четкими, чистыми, несканированными. Названия рисунков и таблиц, полужирные 11 шрифтом. Показатели таблицы оформляются шрифтом 11. В статье нумеруются лишь те формулы, на которые есть ссылки в тексте. Все аббревиатуры и сокращения, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом упоминании в тексте. В статье нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. В тексте ссылки отображаются в квадратных скобках. Ссылки должны быть строго пронумерованы в тексте. Первая ссылка на литературу в тексте должна содержать номер [1], вторая - [2] и др. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Не желательны ссылки на не рецензируемые издания.

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

6) **заключение/выводы:** обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором. Выводы должны быть использованы для обобщения результатов исследования в той или иной

научной области, с описанием предложений или возможностей дальнейшей работы. Сведения о финансовой поддержке работы указываются на первой странице в виде сноски.

7) **список литературы** (размер (кегель) – 11, количество используемой литературы не менее 15. В случае наличия в списке литературы, представленных на кириллице, необходимо представить список литературы в двух вариантах: первый – в оригинале, второй – романизированным алфавитом (транслитерация).

Романизированный список литературы должен выглядеть в следующем виде: автор(-ы) (транслитерация) → (год в круглых скобках) → название статьи в транслитерированном варианте [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках], название русскоязычного источника (транслитерация, либо английское название – если есть), выходные данные с обозначениями на английском языке. Например:

[5] **Бакирулы К.**, Тохетова Л.А., Ершин З.Р., Касымжанов М.Т. Влияние ионизирующего излучения на ростовые процессы растений риса и ячменя при использовании ускорителя электронов АО «Парк ядерных технологий» Вестник НЯЦ РК., Выпуск 1(65), г.Курчатов. март, 2016.

[5] **Bakiruly, K.**, Tohetova L.A., Ershin Z.R., Kasymzhanov M.T. Vlijanie ionizirujushhego izlucheniya na rostovye processy rastenij risa i jachmenja pri ispol'zovaniiem uskoritelja jelektronov АО «Park jadernyh tehnologii» Vestnik NJaC RK., Vypusk 1(65), g.Kurchatov. mart.2016. [in russian]

Согласно ГОСТ, Кохберг Л., Кузнецова Т. Стратегия-2020: Новые контуры инновационной политики России // Форсайт-Россия. - Т. 5, № 4. - С. 8-30.

Стиль оформления списка литературы на русском и казахском языке согласно ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

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

9) Статьи, поступившие в редакцию, в случае их соответствия требованиям, будут проведена в соответствии с процедурами антиплагиата. Статья, оригинальность которой превышает 80 %, направляется на рассмотрение в редакцию. А статья ниже 80% отправляется автору для дополнения(Стоимость первой проверки статьи на оригинальность в программе антиплагиат – 1500 тг, при повторной проверки той же статьи – 1000 тг). 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

Стоимость статьи: Стоимость одной статьи в научном направлении технические науки и технологии составляет - 5000 тенге

Реквизиты для оплаты

Адрес университета: 120014, Республика Казахстан, г.Кызылорда, ул.Айтеке би, 29а.

НАО «Кызылординский университет имени Коркыт Ата» МНВО

АО "Народный Банк Казахстана".

СТН 331000037638

БСН 960540000620

ЖСК KZ 276017201000000125

БСК HSBKZKX

КБе-16

ТТК-859

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.

Presenting the text of the work for publication in the journal, the author guarantees the correctness of all information about himself, the absence of plagiarism and other forms of wrongful borrowing in manuscripts, the proper design of all borrowings of the text, tables, schemes, illustrations.

The article has to be written in accordance with the principles of autonomy, internal unity, scientific innovation, coherence, practical value and respect for the principles of academic honesty;

it is not allowed to use text of other authors with synonymous replacement (plagiarism) translated from another language; use and (or) ownership of text, ideas, hypotheses, conclusions, methods, results of research, tables, codes, images and works without reference to other authors and the source of use of the text as well as words and opinions without changing including the use of the text;

refer to sources that do not exist, do not provide contradictory data and/or the results, records or notification thereof;

The citation list in the article should contain only peer-reviewed literature sources, information sources that assign the DOI index according to the article structure.

Theoretical scientific articles should include research findings using methods such as abstraction, synthesis, analysis, induction, inference, formalisation, idealisation, modelling. Logical legislative and regulatory frameworks should prevail.

Although empirical scholarly writings use a number of theoretical methods, they should rely more on measurement methods, observations, experiments, etc.

Furthermore, the article should include new scientific conclusions, dispositions, recommendations and conclusions.

In addition, the article should include new scientific findings, provisions, recommendations and conclusions. The aggregate should consist of new, scientifically based theoretical or experimental results identified as new scientific developments or scientifically based technical, technological, economic and managerial decisions, which contribute to the national economy of the country.

All sections and provisions of the article should have a logical link; scientific provisions, results and recommendations should be consistent with the purpose and objectives of the article.

Structure and design of the article:

1. The size of the article ranges from 6 to 12 pages (without a list of references and an annotation).

1. 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):

- the MRNTI 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, number of authors of the article should not exceed 5 people.

- The full name of the organization, city, country (if the authors work in different organizations, it is necessary to put the same number near the name of the author and the

relevant organization, e-mail address and orchid number of the authors,) - 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:

3) **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.

4) **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. This section describes how the problem was examined: detailed information without repeating previously published established procedures; uses hardware (software) identification and material description, with mandatory novelty in the use of materials and methods. Tables, figures must be placed after mention.

Each illustration should be accompanied by an inscription (size (size) – 11). Drawings should be clear, clean, not scanned. Names of figures and tables, bold 11 font. The indicators of the table are made out in font 11. The article numbers only those formulas that are referenced in the text. All abbreviations and abbreviations, with the exception of well-known ones, must be deciphered at the first mention in the text. The article numbers only those formulas that are referenced in the text. In the text, links are displayed in square brackets. Links should be strictly numbered in the text. The first reference to the literature in the text should contain the number [1], the second - [2], etc. References to unpublished works are not allowed. Links to non-censored publications are not desirable.

5) **Results/discussion:** analysis and discussion of the findings of the study.

6) **Conclusion/conclusions:** synthesis and summary of the work at this stage; confirmation of the truth of the allegation made by the author. The conclusions should be used to summarize the results of the research in a scientific field, describing proposals or possibilities for further work. Financial support for the work is indicated on the first page as a footnote.

7) **list of literature** the size (size) is 11, the amount of literature used is at least 15. If there are references in the Cyrillic alphabet in the list, it is necessary to submit the list of references in two versions: the first – in the original, the second – in the Romanized alphabet (transliteration).

The romanized list of references should look like this: author(s) (transliteration) → (year in parentheses)→the title of the article in the transliterated version [translation of the title of the article into English in square brackets], the name of the Russian–language source (transliteration, or English title - if any), output data with designations in English. For example:

[5] **Бакирулы К.**, Тохетова Л.А., Ершин З.Р., Касымжанов М.Т. Влияние ионизирующего излучения на ростовые процессы растений риса и ячменя при использовании ускорителя электронов АО «Парк ядерных технологий» Вестник НЯЦ РК., Выпуск 1(65), г.Курчатов. март, 2016.

[5] **Bakiruly, K.**, Tohetova L.A., Ershin Z.R., Kasymzhanov M.T. Vlijanie ionizirujushhego izluchenija na rostovye processy rastenij risa i jachmenja pri ispol'zovaniiem uskoritelja jelektronov AO «Park jadernyh tehnologii» Vestnik NJaC RK., Vypusk 1(65), g.Kurchatov. mart.2016. [in russian]

According to GOST, Gokhberg L., Kuznetsova T. Strategy 2020: New contours of Russia's innovation policy // Foresight-Russia. – Vol. 5, No. 4. – pp. 8-30.

The style of the list of references in Russian and Kazakh according to GOST 7.1-2003 "Bibliographic record. Bibliographic description. General requirements and rules of compilation".

8) information about the authors: (should contain the author(s) name, full

title of organization, city, country, contact details: phone, e-mail, orchid number) in 3 languages.

9) The articles submitted to the editorial office, if they meet the requirements, will be carried out in accordance with the anti-plagiarism procedures. The article, the originality of which exceeds 80%, is sent for consideration to the editorial office. And an article below 80% is sent to the author for addition (The cost of the first check of the article for originality in the anti-plagiarism program is 1500 tenge, if the same article is checked again – 1000 tenge). After a positive review by the reviewers, the article is accepted for publication in the journal and a payment notification is sent to the author. The author is obliged to send a payment receipt to the editorial office by e-mail Technique_Journal@korkyt.kz

Cost of the article:

The cost of an article in the scientific direction Technical science and technology is 5000 tenge

Payment details

University address: 120014, Republic of Kazakhstan, Kyzylorda, Aiteke bi st., 29a.

Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan

«Korkyt Ata Kyzylorda University» NJSC

JSC Halyk Bank of Kazakhstan.

CTH 331000037638

BCH 960540000620

ЖСК KZ 276017201000000125

БСК HSBKKZKX

КБе-16

ТТК-859

МАЗМҰНЫ

Таңжарықов П.А., Сүлейменов Н.С., Булегенов Б.Б. Мұнай ұңғымасындағы механикалық қоспалардың батырмалы сорап жабдықтарына әсері негізінде талдау	5
Шарифуллин С.Н., Байниязова А.Т., Абжаев М.М. Қазақстанда топырақ өңдеу техникасының жұмыс органдарын плазмалық нығайту ерекшеліктері	15
Ниязбаев А.К., Хазимов К.М., Жетпейсов М.Т., Хазимов М.Ж., Сагындыкова Ж.Б. Кептіру процесінде қауын жемістеріндегі ылғал мөлшерінің әртүрлі факторларға тәуелділігін зерттеу	22
Бекешев А.З., Рысбай Н.А. Әр түрлі толтырғыштардың полиоксазолиндердің қасиеттеріне әсері	31
Таңжарықов П.А., Сүлейменов Н.С., Тасқара Ш.Д. Бұрғылау қондырғысының көтергіш бөлігі элементтерінің сенімділігін зерттеу	41
Убаев Ж.Қ., Құрбан А.Б. Кристалдардағы жарық шашыруының интенсивтілігін өлшеу әдістері	50
Будикова А.М., Абилбаева Р.М. Арал-Сарыбұлақ топтық су құбырын қайта жаңғыртудың экологиялық және экономикалық тиімділігі	60
Жақапбаева Г.А., Жақаш Д.Қ. Құрылыста ВІМ технологиясының тиімділігі	69
Умбетов У., Байдуллаев С.Ж. Интеллектуалды сараптамалық автоматтандырылған үздіксіз бақылау және мониторинг жүйесі	80

СОДЕРЖАНИЕ

Танжариков П.А., Сулейменов Н.С., Булегенов Б.Б. Анализ на основе влияния механических примесей в нефтяной скважине на погружное насосное оборудование	5
Шарифуллин С.Н., Байниязова А.Т., Абжаев М.М. Особенности плазменного упрочнения рабочих органов почвообрабатывающей техники в условиях Казахстана	15
Ниязбаев А.К., Хазимов К.М., Жетпейсов М.Т., Хазимов М.Ж., Сагындыкова Ж.Б. Исследование влагосодержания мякоти плодов дыни в процессе сушки от различных факторов	22
Бекешев А.З., Рысбай Н.А. Влияние различных наполнителей на свойства полиоксазолинов	31
Танжариков П.А., Сулейменов Н.С., Тасқара Ш.Д. Исследование долговечности несущих элементов подъемной части буровой установки	41
Убаев Ж.К., Құрбан А.Б. Методы измерения интенсивности рассеяния света в кристаллах	50
Будикова А.М., Абилбаева Р.М. Экологическая и экономическая эффективности реконструкции Арало-Сарыбулакского группового водопровода	60
Жакапбаева Г.А., Жакаш Д.К. Эффективность технологии ВІМ в строительстве	69
Умбетов У., Байдуллаев С.Ж. Интеллектуальная экспертная автоматизированная система непрерывного контроля и мониторинга	80

CONTENT

Tanzharikov P.A., Suleymenov N.S., Bulegenov B.B. Analysis based on the influence of mechanical impurities in the oil well on the submersible pumping equipment	5
Sharifullin S.N., Bainiyazova A.T., Abzhaev M.M. Features of plasma hardening of working bodies of tillage machinery in Kazakhstan	15
Niyazbayev A.K., Khazimov K.M., Zhetpeisov M.T., Khazimov M.Zh., Sagyndykova Zh.B. Study of moisture content of melon pulp in the process of drying from different factors	22
Bekeshev A.Z., Rysbay N.A. Influence of various fillers on the properties of polyoxazolins	31
Tanzharikov P.A., Suleymenov N.S., Taskara S.D Study of the durability of the bearing elements of the lifting part of the drilling rig	41
Ubaev Zh.K., Kurban A.B. Methods for measuring the intensity of light scattering in crystals	50
Budikova A.M., Abilbaeva R.M. Environmental and economic efficiency of the reconstruction of the Aral-Sarybulak group water pipeline	60
Zhakapbayeva G.A., Zhakash D.K. Efficiency of BIM technology in construction	69
Umbetov U., Baidullaev S.J. Intelligent expert automated system of continuous control and monitoring	80

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
Published four times a year

Редакция мекен-жайы:
120014, Қызылорда қаласы,
Әйтеке би көшесі, 29 «А»,
Қоркыт 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:

Телефон: (7242) 27-60-27
Факс: 26-27-14
E-mail:

Tel: (7242) 27-60-27
Fax: 26-27-14
E-mail:

Technique_Journal@korkyt.kz

Technique_Journal@korkyt.kz

Technique_Journal@korkyt.kz

Құрылтайшысы: «Қоркыт 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 № KZ KZ37VPY00066487 16-наурыз, 2023 ж
бұқаралық ақпарат құралын есепке алу куәлігі

Техникалық редакторы: Абуова Н.А.
Компьютерде беттеген: Кулманова С.А.

Теруге 20.03.2023 ж. жіберілді. Басуға 23.03.2023 ж. қол қойылды.
Форматы 60 × 841/8. Көлемі 6,2 шартты баспа табақ. Индекс 76216.
Таралымы 100 дана. Тапсырыс 0142 Бағасы келісім бойынша.

Сдано в набор 20.03.2023 г. Подписано в печать 23.03.2023 г.
Формат 60 × 841/8. Объем 6,25 усл. печ. л. Индекс 76216.
Тираж 100 экз. Заказ 0142. 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.