

ISSN (Print) 2616-7263
ISSN (Online) 2663-1261

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ
BULLETIN **ВЕСТНИК**
of L.N. Gumilyov Евразийского национального
Eurasian National University университета имени Л.Н. Гумилева

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGY Series

Серия ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

№ 3(140)/2022

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Астана, 2022

Astana, 2022

Астана, 2022

Бас редакторы **Тогизбаева Б.Б.**
т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан
Бас редактордың орынбасары **Жусупбеков А.Ж.**
т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан
Жауапты редактор **Закирова А.Б.**
п.ғ.к. (комп. ғылымдар), доцент, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан

Редакция алқасы

Акира Хасегава	проф., Хачинохе технологиялық институты, Хачинохе, Жапония
Акиитоши Мочизуки	проф., Токусима Университеті, Токусима, Жапония
Базарбаев Д.О.	PhD, Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан
Дер Вэн Чанг	проф., Тамкан Университеті, Тайбэй, Тайвань
Жумагулов М.Г.	PhD, Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан
Йошинори Ивасаки	проф., Геологиялық зерттеулер институты, Осака, Жапония
Калякин В.Н.	проф., Делавер Университеті, Ньюарк, АҚШ
Куц С.	проф., Краков технологиялық университеті, Краков, Польша
Сахапов Р.Л.	проф., Қазан мемлекеттік сәулет-құрылыс университеті, Қазан, Ресей
Тадатсугу Танака	проф., Токио Университеті, Токио, Жапония
Тулбекова А.С.	PhD, Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан
Хое Линг	проф., Колумбия Университеті, Нью-Йорк, АҚШ
Утепов Е.Б.	PhD, Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан
Чекаева Р.У.	а.к., проф., Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан
Шахмов Ж.А	PhD, Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан
Юн Чул Шин	проф., Инчеон ұттық университеті, Инчеон, Оңтүстік Корея

Редакцияның мекен жайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Сәтбаев к-сі, 2,
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 402 б.
Тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-410). E-mail: vest_techsci@enu.kz

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы

Меншіктенуші: КеАҚ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті"

Мерзімділігі: жылына 4 рет

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігімен тіркелген

19.04.2021ж. № KZ31VPY00034682 қайта есепке қою туралы куәлігі

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Қажымұқан к-сі 13/1

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Тел: +7 (7172)709-500 (ішкі 31-410). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

Editor-in-Chief **Baglan Togizbayeva**
Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
Deputy Editor-in-Chief **Askar Zhussupbekov**
Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
Executive editor **Alma Zakirova**
Assoc. Prof. (comp. sci.), L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Editorial board

Akira Hasegwa	Prof., Hachinohe Institute of Technology, Hachinohe, Japan
Akitoshi Mochizuki	Prof., University of Tokushima, Tokushima, Japan
Daniyar Bazarbayeva	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan
Der Wen Chang	Prof., Tamkang University, Taipei, Taiwan (ROC)
Mihail Zhumagulov	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan
Yoshinori Iwasaki	Prof., Geo Research Institute, Osaka, Japan
Viktor Kalakin	Prof., University of Delaware, Newark, Delaware, USA
Sabina Kuc	Prof., Cracow University of Technology, Cracow, Poland
Rustem Sakhapov	Prof., Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia
Tadatsugu Tanaka	Prof., University of Tokyo, Tokyo, Japan
Tulebekova Assel	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan
Hoe Ling	Prof., Columbia University, New York, USA
Yelbek Uteпов	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan
Rahima Chekaeva	Prof., L.N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan
Zhanbolat Shakhmov	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Astana, Kazakhstan
Eun Chul Shin	Prof., Incheon National University, Incheon, South Korea

Editorial address: 2, Satpayev str., of. 402,
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, 010008
Tel.: +7 (7172) 709-500 (ext. 31-410), E-mail: vest_techsci@enu.kz

Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University

TECHNICAL SCIENCES and TECHNOLOGY Series

Owner: Non-profit joint-stock company «L.N. Gumilyov Eurasian National University»

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan

Rediscout certificate № KZ31VPY00034682 from 19.04.2021

Address of Printing Office: 13/1 Kazhimukan str., Astana, Kazakhstan 010008

L.N. Gumilyov Eurasian National University

Tel: +7 (7172) 709-500 (ext.31-410). Website: <http://bultech.enu.kz>

Главный редактор **Тогизбаева Б.Б.**
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Зам. главного редактора **Жусупбеков А.Ж.**
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Ответственный редактор **Закирова А.Б.**
к.п.н. (комп. науки), доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Редакционная коллегия

Акира Хасегава	проф., Технологический институт Хачинохе, Хачинохе, Япония
Акитоши Мочизуки	проф., Университет Токусима, Токусима, Япония
Базарбаев Д.О.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Дер Вэн Чанг	проф., Тамканский Университет, Тайбэй, Тайвань
Жумагулов М.Г.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Йошинори Ивасаки	проф., Институт геологических исследований, Осака, Япония
Калякин В.Н.	проф., Делаверский Университет, Ньюарк, США
Куц С.	проф., Краковский технологический университет, Краков, Польша
Сахапов Р.Л.	проф., Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Казань, Россия
Тадатсугу Танака	проф., Токийский Университет, Токио, Япония
Тулбекова А.С.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Хое Линг	проф., Колумбийский университет, Нью-Йорк, США
Утепов Е.Б.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Чекаева Р.У.	к.а., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Шахмов Ж.А	PhD, доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Юн Чул Шин	проф., Инчхонский национальный университет, Инчхон, Южная Корея

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2,
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 402
Тел: +7(7172) 709-500 (вн. 31-410). E-mail: vest_techsci@enu.kz

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева

Серия ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

Собственник: НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева»

Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Свидетельство о постановке на переучет № KZ31VPY00034682 от 19.04.2021 г.

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Кажымукана, 13/1,

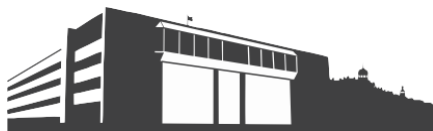
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева

Тел.: +7(7172)709-500 (вн.31-410). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

МАЗМҰНЫ/ CONTENTS/ СОДЕРЖАНИЕ

- Анискин А., Москалова К., Винников Ю.Л., Солдо Б.** Эксперименттік деректер негізінде толтыру әдісімен көлденең сұрлем қысымының таралуын талдау
Aniskin A., Moskalova K., Vynnykov Yu.L., Soldo B. Analysis of horizontal silo pressure distribution by filling method based on experimental data
Анискин А., Москалова К., Винников Ю.Л., Солдо Б. Анализ распределения давления горизонтального силоса методом засыпки на основе экспериментальных данных 7
- Ахажанов С.Б., Нургозиева А.Ж.** Көлденең ығысу деформациясын ескергендегі серпімді пластинаны есептеу әдісі
Akhazhanov S.B., Nurgoziyeva A.Zh. The calculation method for an elastic plate with transverse shear deformation
Ахажанов С.Б., Нургозиева А.Ж. Метод расчета упругой пластины с учетом деформаций поперечного сдвига 16
- Ахметова А.М., Шаяхметова А.С., Закирова А.Б., Бақытжанова А.** Ертерек ескертуге арналған сымсыз GSM жер сілкінісінің дабыл жүйесін жетілдіру
Akhmetova A.M., Shayakhmetova A.S., Zakirova A.B., Bakytzhanova A. Improvement of wireless GSM earthquake warning system for early warning
Ахметова А.М., Шаяхметова А.С., Закирова А.Б., Бақытжанова А. Совершенствование беспроводной GSM-системы оповещения о землетрясениях для раннего оповещения 32
- Байхожаева Б.У., Фалеев М.Д.** Қазақстан Республикасының метрологиялық инфрақұрылымын талдау
Baihozhaeva B.U., Faleyev M.D. Analysis of the metrological infrastructure of the Republic of Kazakhstan
Байхожаева Б.У., Фалеев М.Д. Анализ метрологической инфраструктуры Республики Казахстан 43
- Бекжанова С.Е., Урсарова А.К., Абжапбарова А.Ж., Даньярова А.С.** Қазақстан Республикасы темір жолдарындағы өндірістік қауіпсіздікті басқару үрдісі
Bekzhanova S.Ye., Ursarova A.K., Abzharbarova A.Zh., Danyarova A.S. Trends in industrial safety management on the railways of the Republic of Kazakhstan
Бекжанова С.Е., Урсарова А.К., Абжапбарова А.Ж., Даньярова А.С. Тенденции управления производственной безопасностью на железных дорогах РК 62
- Бекманова Г.Т., Омарбекова А.С., Зулхажав А., Тилеухан А., Онаша Ж., Тимур Б.** Система расчета ключевых показателей эффективности работников университета
Bekmanova G.T., Omarbekova A.S., Zulkhazhav A., Tileukhan A., Onasha Zh., Timur B. The system for calculating key performance indicators of university employees
Бекманова Г.Т., Омарбекова А.С., Зулхажав А., Тилеухан А., Онаша Ж., Тимур Б. Университет қызметкерлері тиімділігінің негізгі көрсеткіштерін есептеу жүйесі 70
- Дуйсебай Е.К., Дуйсебай Е.Е.** Ата-бабалар мәдени мұрасына негізделген жаңа қазақ сәулет өнерінің көркемдік тілі
Duysebay E.K., Duysebay E.E. The new artistic language of Kazakh architecture based on the cultural heritage of the ancestors

- Дүйсебай Е.К., Дүйсебай Е.Е.** *Новый художественный язык казахской архитектуры, основанный на культурном наследии предков* 79
- Мизанбеков И., Бекбосынов С., Лыткина Л.** *Солтүстік Қазақстанның машина-трактор паркінің жағдайын талдау*
Mizanbekov I., Bekbosynov S., Lytkina L. *Analysis of the state of the machine and tractor fleet of Northern Kazakhstan*
Мизанбеков И., Бекбосынов С., Лыткина Л. *Анализ состояния машинно-тракторного парка Северного Казахстана* 89
- Сарсембаева А.С., Мусаханова С.Т., Сагинов З.С., Жусупбеков А.Ж.** *Нұр-Сұлтан қаласындағы қысқы уақыттағы жолдардың жағдайын бақылау*
Sarsembayeva A.S., Mussakhanova S.T., Saginov Z.S., Zhussupbekov A.Zh. *Monitoring of highways structures of Nur-Sultan city in winter conditions*
Сарсембаева А.С., Мусаханова С.Т., Сагинов З.С., Жусупбеков А.Ж. *Мониторинг состояния автомобильных дорог в зимний период в городе Нур-Султан* 104
- Сафин Р.Р., Әбдіраман Ә.С., Нурушева А.М., Алдашева Л.С.** *Ақпараттық-коммуникациялық инфрақұрылымда ақпаратты қорғау әдістерін салыстыру: көпфакторлы аутентификация*
Safin R.R., Abdiraman A.S., Nurusheva A.M., Aldasheva L.S. *Comparison of information security methods of information-communication infrastructure: Multi-Factor Authentication*
Сафин Р.Р., Әбдіраман Ә.С., Нурушева А.М., Алдашева Л.С. *Сравнение методов защиты информации информационно-коммуникационной инфраструктуры: многофакторная аутентификация* 114
- Сейтказенова К.К., Печерский В.Н., Жұмалиев Б.Б., Әкім Е.Ғ., Қалмахан С.Б.** *Эрозия қарқындылығын төмендетудегі жабындардың рөлі*
Seitkazenova K.K., Pecherskiy V.N., Zhumaliev B.B., Akim E., Kalmakhan S. *The role of coatings in reducing erosion intensity*
Сейтказенова К.К., Печерский В.Н., Жумалиев Б.Б., Аким Е.Г., Калмахан С.Б. *Роль покрытий в снижении интенсивности эрозии* 125
- Тогизбаева Б.Б., Сазамбаева Б.Т., Кинжебаева А.С.** *Құбырлы таспалы конвейердің ұтымды және конструктивті параметрлерін негіздеу және есептеу әдістемесі*
Togizbayeva B.B., Sazambayeva B.T., Kinzhebayeva A.S. *Methodology of justification and calculation of rational and constructive parameters of a tube belt conveyor*
Тогизбаева Б.Б., Сазамбаева Б.Т., Кинжебаева А.С. *Методика обоснования и расчета рациональных и конструктивных параметров трубчатого ленточного конвейера* 134
- Шеров К.Т., Сагитов А.А., Усербаев М.Т., Шеров А.К., Тусупбекова Г.М.** *Металл кескіш құралдардың тозуға төзімділігін арттыру әдісі*
Sherov K.T., Sagitov A.A., Userbaev M.T., Sherov A.K., Tusupbekova G.M. *A method for increasing the wear resistance of metal-cutting tools*
Шеров К.Т., Сагитов А.А., Усербаев М.Т., Шеров А.К., Тусупбекова Г.М. *Способ повышения износостойкости металлорежущих инструментов* 141

A. Aniskin^{1*}, K. Moskalova², Yu.L. Vynnykov³, B. Soldo¹¹University North, Varaždin, Croatia²Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa, Ukraine³Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Poltava, Ukraine(E-mail: aaniskin@unin.hr)

Analysis of horizontal silo pressure distribution by filling method based on experimental data

Abstract. The work presents an analysis of the results of the fill-in condition influence of particle inclination on horizontal silage pressure. Analyzed data were obtained from experiments on a rectangular silo model with rigid walls in a different fill-in condition. The filler was a composite mixture of sand and flat shell particles (2:1). The analysis of the results concluded that the volume weight of the composite mixture depends on the fill-in method, which affects the horizontal silage pressures. At filling of 0° and 45°, the pressure is slightly different from Jansen's theory (max 19%) which can be neglectable. Horizontal silage pressures are functionally dependent on the filling method (up to 44%), which should definitely be taken into account.

Keywords: Lateral silage pressure, confined walls, non-coherent material, particle orientation, fill-in method.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-140-3-7-15

Introduction

H.A Jansen [1] carried out a series of experiments on the silage pressure of wheat, corn, and sand in a silo model with a square cross-section. The experiments and a theoretical study were carried out, which is still used in current international codes and standards [2–8]. However, Jansen did not analyze fill-in methods and their influence on the silage pressure. The influence of the fill-in method was noticed much later by scientists such as J. Nielsen [9], M. Molenda and J.A. Horabik [10–11], G.K. Klein [12], A.V. Shkola [13].

The effect of the filling method on the distribution of the lateral pressure in the grain silo was studied by J. Nielsen [9]. Measurements of silage pressure were conducted in a real dimension silo with a diameter of 7m and 46m in height, at seven different levels with four or more sensors on each level. The experiments were carried out with eccentrically filling on wheat and barley, and with a central filling of barley. The conclusion was that the type of grain and the fill-in method had a noticeable impact on silage pressure [8]. The difference in the silage pressures on silo walls at the bottom varied from 12 to 48% and averaged 30% depending on the fillin method. The conclusion was that the difference in fill-in method with elongated grains caused a non-uniform distribution of silage pressure. The fill-in method caused different orientations of particles which as a consequence leads to anisotropy and inhomogeneity of the grain medium.

In the work of M. Molenda et al. [11] the impact of the fill in method on silage pressure was investigated. The effect of the filling method and wall type on the radial distribution of vertical pressure

on the bottom of a silo model was determined. The silo model was 0.61 m in diameter and 0.62 m high. The coefficient of lateral pressure λ was determined from experimental data. It was used three types of fill in methods (Fig. 1) – from the top centrally (a), along the perimeter (b) and uniformly over the entire surface through a sieve (c).

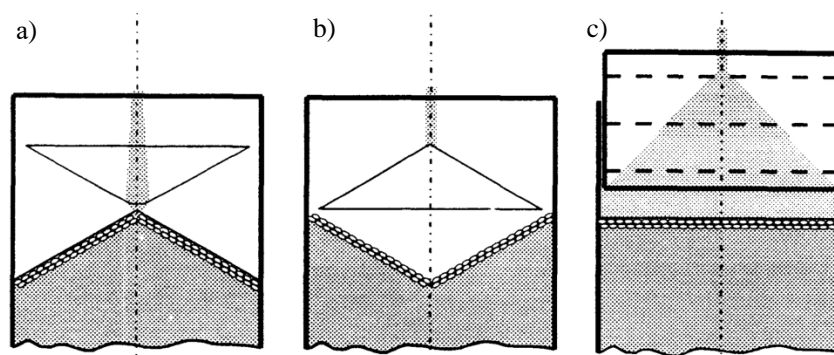


Figure 1. Different fill in methods: a) central, b) along perimeter, c) uniformly

Three filling methods and two wall types was used in experiments. The highest average silage pressure (702 Pa) was obtained for the central method while the lowest silage pressure (579 Pa) was obtained for the uniform fill-in method, with a significant difference of 21%. In the case of fill in along the perimeter, obtained pressure was 668 Pa which is 15.4% in regard to uniformly filling. The authors [10] explain the difference in value by the different bulk density at various ways of fill in conditions which cause a larger angle of friction in the denser filling and leads to lower silage pressure. In conclusion, the authors emphasize that the spatial arrangement of the grain particles which makes bedding, represents the formation method, and mechanical characteristics depends on the geometrical structure.

Klein G.K. [12] researched many sources of literature on the topic. The final conclusion was that the larger part of experimental results is consistent with Janssen's theory qualitatively, but in some cases differ by 2, and in some cases up to 5 times, sometimes the pressure was lower. Also, silage pressure affects non-uniform pressure distribution in the cross sections and the rate of activation of wall friction. Studies [13] show that the fill-in method affects the silage pressure on the walls.

In work [14] presented results of vertical and horizontal pressures measurements at a different inclination of the particles in the sample. The biaxial compression tests on steel rods sample with elliptical cross section (with a ratio of the principal axes of 1:2) were carried out in a rectangular sample container. The dimensions of the container was 240mm x 120mm. The sample consisted of three kinds of rods with their major axis length of 4mm, 2mm, and 1mm with mass ratio was 8:2:1. A sample was composed at a different angle between the bedding plane and the plane of the major principal stress, 0°, 30°, 60°, and 90°.

In experiment vertical (σ_1) and horizontal (σ_3) stress and displacement was measured. Lateral pressure was constant 200 kPa. At an angle of 0° the maximum ratio of σ_1/σ_3 stresses was observed and the minimum at 60° and 90° with the difference about 36%. The authors indicate that the rod orientation substantially impact stress changes in the samples.

According to currently available literature, fill in methods should be considered in the calculation and regulation of the construction work.

Experimental materials and methods

The medium used in experiment is composite mixture with a volume ratio of 70% of sand and 30% shell. The physical and mechanical characteristics are shown in Table 1. The material was tested in a dry state.

Table 1. Physical and mechanical properties of a composite mixture

Property	Standard	Value
Volume weight	HRN U.B1.016	$\gamma = 16,81 \text{ кН/м}^3$
Specific weight of particles	HRN U.B1.014	$\gamma_s = 27,00 \text{ кН/м}^3$
$C_u =$		2,10
$C_c =$		0,85
$D_{10} =$		0,19
$D_{30} =$		0,32
$D_{60} =$		2,10

The experimental model construction of the silo is shown in Figure 2. Horizontal-pressure values were measured on the middle of the foreground wall at 5 measuring places (Fig. 2a) using single-point load cells – aluminum type-6530 by Xi'an Ruijia Measurement Instruments Co. Ltd. (Table 2.). The forces were measured and recorded using a data acquisition system CATMAN Easy. The experiment was carried out three times on three fill-in methods [15].

Table 2. Characteristics of used load cells

Manufacturer	Xi'an Ruijia Measurement Instruments Co. Ltd.
Type	6530
Capacity	10kg
Input resistance	406 Ω
Sensitivity	2.0 \pm 0.15 mV/V
Accuracy	\pm 0,05 N

Calibrated of the system was carried out by hydrostatic water pressure measurements, 3 times. The average difference between measured and theoretical pressures was 0,85%, with averaged variation from the arithmetic mean \pm 0,86%.

The dimensions of cross section of the silo model was chosen so that the test results could be observed and compared with the plane theoretical solution.

Electrical signals of the load cells were read using the 8-channel HBM Quantum X measurement device. Measuring was carried out simultaneously on all five measurement places during the entire filling procedure.

There were used three different fill-in methods. The construction was placed at a different angle to the horizontal – 0°, 45°, and 90°, while filling was always done from above [15].

The angle of backfill 0° was achieved by filling from above while the model was in a vertical position. Filling at angles of 45° and 90° was done when the model was at 45° and horizontal position.

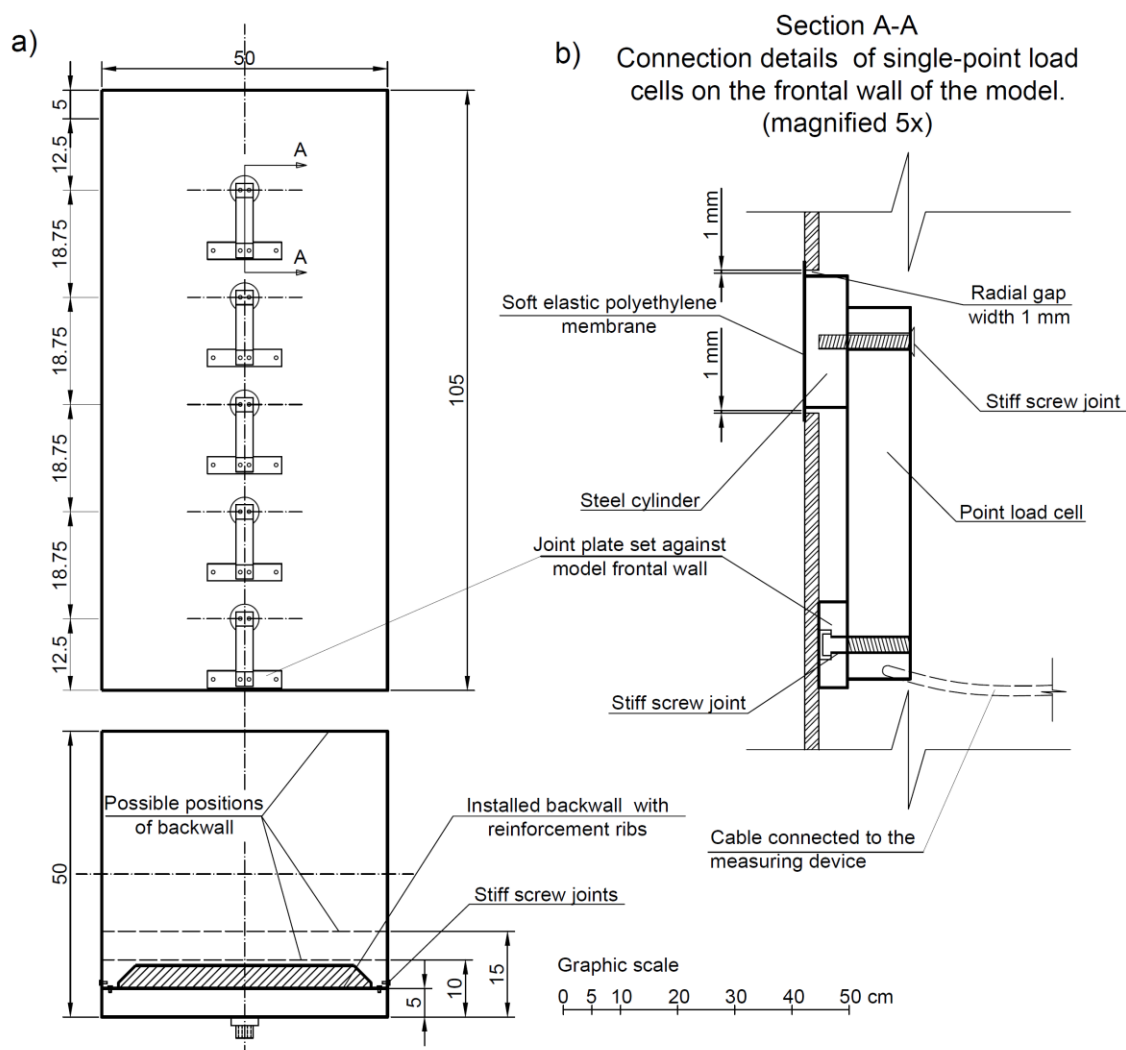


Figure 2. The rectangular silo model (a) foreground wall and cross section (b) detail of load cell mounts

Results and Discussion

Consistency of the measured results was achieved by repeating the test 3 times at each angle. Furthermore, the sample weight measurement was carried out for each experiment, the measurement results are shown in Table 3.

Table 3. The average volume weight of the samples at various conditions of filling

Angle of orientation, α	$\gamma = \gamma_d, [\text{kN/m}^3]$
0°	16,40
45°	14,83
90°	16,19

It was noted that due to the anisotropy of the material at different filling conditions, there are obtained different horizontal silage pressure values. The average measurement results of the horizontal pressure values at different filling conditions are shown in Figure 3.

Different filling conditions caused different average volume weight which impact pressures values. The data in Table 3 shows that at angles 0° and 90° the difference was only 1.24%, but at angle 45°

volume weight was lower than at angle 0° and 90° by 9.54% on average.

At a filling angle of 0° (Fig. 3, curve 1), the measured data fits well with Jansen's theory to the middle of the depth (a difference of only 4.9%). The results are similar and comparable to Reimbert [16], Klein [12], Schulze [17], and Brown [18].

It was observed that the lower the mean depth of the model, the pressures are lower than the theoretical. This fact can be explained by the influence of the rigid bottom.

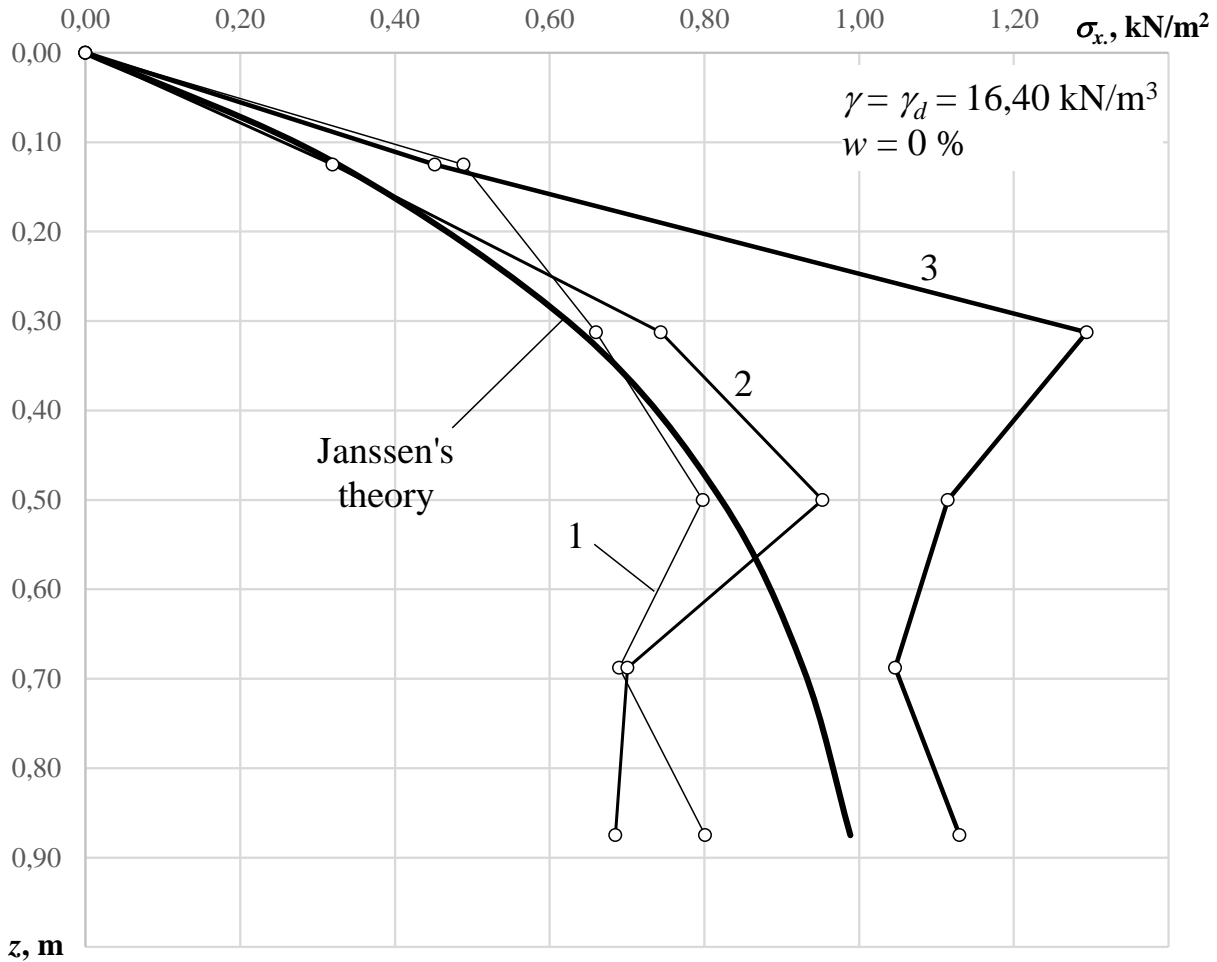


Figure 3. Experimental distribution of the silage horizontal pressure at different fill in methods 1 – 0° , 2 – 45° , 3 – 90°

As expected, pressure at 90° was the highest one, it is average deferens from 0° was 44.2%. [15]. Filling at an angle 0° and 45° , relatively in close fit, difference up to 19%, which can be neglected for this ratio of plane particles (30% shells in sand).

This differences in pressures can be explained by the inclination angles of the particles in space (Figure 4.)

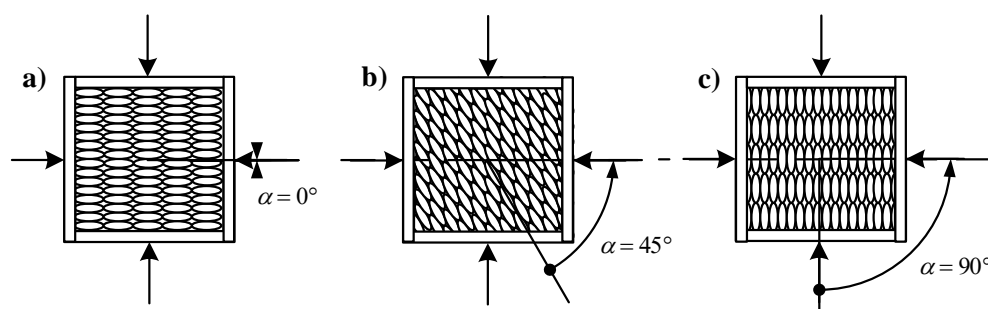


Figure 4. Different inclination of the particles in structure of the massif a)0°, b)45°, c)90°

The remaining potential of the friction force is zero in the case of 90° (Fig. 4 c), so the pressure is the highest, while the potential of the friction force at 0° and 45° is higher, so the horizontal pressure is lower (Fig. 4 a and b). Furthermore, the vertical wedging of the particles produces additional lateral pressure.

The volume weight of the samples changes due to the fill-in method which has a great impact on 45° filling with the lowest volume weight (Table 3.). Similar results were described in the works of Molenda et al. [11] and Tong et al. [14].

Conclusion

1. Volume weight of the composite mixture depends on the fill in method, which affects the horizontal silage pressures
2. For the given content of flat particles (30% of plane particles) filling at 0° and 45° is slightly different from Jansen's theory (max 19%) which can be neglectable
3. Horizontal silage pressures are functionally dependent on the filling method (up to 44%), which should be definitely taken into account

Analysis of experimental research showed that the fill-in methods substantially impact the value of horizontal silage pressure. Therefore, the method of material fill-in should be considered and used for economic benefit using the optimal fill technology.

References

1. Getreidedruck in Silozellen / H.A. Janssen // Z. Ver. Dt. Ing. — 1895. — Vol. 39. — P. 1045–1049.
2. RD 31.31.55-93 Design Guidelines for Marine Terminal Facilities and Shoreline Protection Structures / MTRF — 1993. — P. 259.
3. DBN B.2.4-3:2010 Hydraulic, power and melioration systems and structures, underground mine workings. Hydraulic structures. main provisions / MRDCU — 2010. — P. 39.
4. Stone structures of hydraulic structures / SCU — 1999. — P. 23.
5. DBN B.2.2-8-98 Enterprises, buildings and structures for storage and processing of grain / SCU — 1988. — P. 41.
6. SNIP 2.06.07-87 Retaining Walls, Ship Locks, Fish Ladders, and Fish Locks / MEGANORM — 1988. — P. 40.
7. SNIP 2.10.05-85 Grain Storage and Processing Facilities, Buildings, and Structures / MEGANORM — 1985. — P. 24.
8. EN 1991-4:2006 Eurocode 1 - Actions on structures - Part 4: Silos and tanks / NSAI — 2010. — P. 21.
9. Load distribution in silos influenced by anisotropic grain behavior//International Conference on Bulk Materials Storage, Handling and Transportation. New Castle / J. Nielsen. — NSW, Australia: 1983.

10. Loads in Model Grain Bins as Affected by Filling Methods / M. Molenda, J. Horabik, I. J. Ross // Transactions of the ASAE. — 1993. — Vol. 36, No. 3. — P. 915–919. <https://doi.org/10.13031/2013.28416>
11. Effect of Filling Method on Load Distribution in Model Grain Bins / M. Molenda, J. Horabik, I.J. Ross // Transactions of the ASAE. — 1996. — Vol. 39, No. 1. — P. 219–224. <https://doi.org/10.13031/2013.27501>
12. Building mechanics of bulk solids / Klein. — Moscow, Russia: Stroyizdad, 1977. — 256 p.
13. Lateral pressure of anisotropic soils on structures / A.V. Shkola. — Odessa, Ukraine: MAG VT, 2012. — 219 p.
14. DEM Simulation of Biaxial Compression Experiments of Inherently Anisotropic Granular Materials and the Boundary Effects / Z.-X. Tong, L.-W. Zhang, M. Zhou // Journal of Applied Mathematics. — 2013. — Vol. 2013. — P. 1–13.
15. Experimental research on lateral pressure of granular media within closely spaced walls considering different filling conditions / A. Aniskin // Electronic Journal of the Faculty of Civil Engineering Osijek-e-GFOS. — 2016. — Vol. 7(13). — P. 30–38.
16. Silos: theory and practice [Text]: Series on bulk materials handling / M. Reimbert, A. Reimbert, M. Reimbert. — Clausthal-[Zellerfeld]: Trans Tech Publications, 1976. — 250 p.
17. Untersuchungen zur gegenseitigen Beeinflussung von Silo und Austragorgan / D. Schulze. — Braunschweig, Germany: Fakultät für Maschinenbau und Elektrotechnik der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, 1991. — 212 p.
18. Experiments on a square planform steel silo / C.J. Brown, E.H. Lahlouh, J.M. Rotter // Chemical Engineering Science. — 2000. — Vol. 55, No. 20. — P. 4399–4413. [https://doi.org/10.1016/S0009-2509\(99\)00574-6](https://doi.org/10.1016/S0009-2509(99)00574-6)

А. АНИСКИН¹, К. МОСКАЛОВА², Ю.Л. ВИННИКОВ³, Б. СОЛДО¹

¹Солтүстік Университеті, Вараждин, Хорватия

²Одесса мемлекеттік Құрылыс және Сәулет академиясы, Одесса, Украина

³Ю. Кондратюк атындағы Полтава ұлттық техникалық университеті, Полтава, Украина

Эксперименттік деректер негізінде толтыру әдісімен көлденең сүрлем қысымының таралуын талдау

Аңдатпа. Бұл жұмыста толтырылған күйдегі бөлшектердің көлбеу силостың көлденең қысымына әсер ету нәтижелерін талдау ұсынылған. Талданған деректер әр түрлі толтыру жағдайларында қатты қабырғасы бар тікбұрышты сүрлем моделіндегі тәжірибелер нәтижесінде алынды. Агрегат құм мен тегіс қабық бөлшектерінің 2:1 қатынасты композициялық қоспасы болды. Нәтижелерді талдау композиттік қоспаның көлемдік салмағы силостың көлденең қысымына әсер ететін толтыру әдісіне байланысты деп қорытынды жасауға мүмкіндік берді. 0° және 45° толған кезде қысым Янсен теориясынан біршама ерекшеленеді (максимум 19%), оны елемейте болады. Силостың көлденең қысымы функционалды түрде толтыру әдісіне байланысты (44% дейін), оны ескеру қажет.

Кілт сөздер: Сүрлемнің бүйірлік қысымы, шектеулі қабырғалар, байланыссыз материал, бөлшектердің бағыты, толтыру әдісі.

А. Анискин¹, К. Москалова², Ю.Л. Винников³, Б. Солдо¹

¹Университет Север, Вараждин, Хорватия

²Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса, Украина

³Полтавский национальный технический университет им. Ю. Кондратюка, Полтава, Украина

Анализ распределения давления горизонтального силоса методом засыпки на основе экспериментальных данных

Аннотация. В этой работе представлен анализ результатов влияния наклона частиц в состоянии заполненности на горизонтальное давление силоса. Анализируемые данные были получены в результате экспериментов на модели прямоугольного силоса с жесткой стенкой в различных условиях заполнения. Заполнителем служила композитная смесь песка и частиц плоской оболочки в соотношении 2:1. Анализ результатов позволил сделать вывод, о том, что объемный вес композитной смеси зависит от способа заполнения, что влияет на горизонтальное давление силоса. При заполнении 0° и 45° давление незначительно отличается от теории Янсена (максимум на 19%), чем можно пренебречь. Горизонтальное давление силоса функционально зависит от метода заполнения (до 44%), что обязательно следует принять во внимание.

Ключевые слова: боковое давление силоса, ограниченные стенки, несвязный материал, ориентация частиц, метод заполнения.

Список литературы

1. Janssen, H.A. (1895) 'Getreidedruck in Silozellen', Z. Ver. Dt. Ing, 39, pp. 1045–1049.
2. MTRF (1993) RD 31.31.55-93 Design Guidelines for Marine Terminal Facilities and Shoreline Protection Structures. Available at: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294847/4294847379.htm> (Accessed: 15 September 2022).
3. MRDCU (2010) DBN B.2.4-3:2010 Hydraulic, power and melioration systems and structures, underground mine workings. Hydraulic structures. main provisions. Available at: http://interiorfor.com/wp-content/uploads/2017/01/24_3_2010.pdf.
4. SCU (1999) Stone structures of hydraulic structures. Available at: https://msmeta.com.ua/file/dbn_norma/8_resn/DBN_D.2.2-38-99_RESN38.pdf.
5. SCU (1988) DBN B.2.2-8-98 Enterprises, buildings and structures for storage and processing of grain. Available at: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/dbnpidpbudpozberzerna.pdf>.
6. MEGANORM (1988) SNIP 2.06.07-87 Retaining Walls, Ship Locks, Fish Ladders, and Fish Locks. Available at: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294854/4294854719.htm>.
7. MEGANORM (1985) SNIP 2.10.05-85 Grain Storage and Processing Facilities, Buildings, and Structures. Available at: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294854/4294854782.htm>.
8. NSAI (2010) EN 1991-4:2006 Eurocode 1 - Actions on structures - Part 4: Silos and tanks. Available at: https://shop.standards.ie/preview/98702516806.pdf?sku=882944_SAIG_NSAI_NSAI_2097344.
9. Nielsen, J. (1983) 'Load distribution in silos influenced by anisotropic grain behavior//International Conference on Bulk Materials Storage, Handling and Transportation. New Castle', in. International Conference on Bulk Materials Storage, Handling and Transportation. New Castle, NSW, Australia.
10. M. Molenda, J. Horabik, and I. J. Ross (1993) 'Loads in Model Grain Bins as Affected by Filling Methods', Transactions of the ASAE, 36(3), pp. 915–919. <https://doi.org/10.13031/2013.28416>.
11. Molenda, M., Horabik, J. and Ross, I.J. (1996) 'Effect of Filling Method on Load Distribution in Model Grain Bins', Transactions of the ASAE, 39(1), pp. 219–224. <https://doi.org/10.13031/2013.27501>.
12. Klein (1977) Building mechanics of bulk solids. 2nd edn. Moscow, Russia: Stroyizdat, 256 p.
13. Shkola, A.V. (2012) Lateral pressure of anisotropic soils on structures. Odessa, Ukraine: MAG

VT, 219 p.

14. Tong, Z.-X., Zhang, L.-W. and Zhou, M. (2013) 'DEM Simulation of Biaxial Compression Experiments of Inherently Anisotropic Granular Materials and the Boundary Effects', *Journal of Applied Mathematics*, 2013, pp. 1–13. <https://doi.org/10.1155/2013/394372>.

15. Aniskin, A. (2016) Experimental research on lateral pressure of granular media within closely spaced walls considering different filling conditions, *Electronic Journal of the Faculty of Civil Engineering Osijek-e-GFOS*, 7(13), pp. 30-38.

16. Reimbert, M., Reimbert, A. and Reimbert, M. (1976) *Silos: theory and practice*. 1st. ed. Clausthal-[Zellerfeld]: Trans Tech Publications (Series on bulk materials handling, 1,3), 250 p.

17. Schulze, D. (1991) *Untersuchungen zur gegenseitigen Beeinflussung von Silo und Austragorgan*. Thesis. Braunschweig, Germany: Fakultät für Maschinenbau und Elektrotechnik der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, 212 p.

18. Brown, C.J., Lahlouh, E.H. and Rotter, J.M. (2000) 'Experiments on a square planform steel silo', *Chemical Engineering Science*, 55(20), pp. 4399–4413. [https://doi.org/10.1016/S0009-2509\(99\)00574-6](https://doi.org/10.1016/S0009-2509(99)00574-6).

Information about authors:

Aniskin A. – Ph.D., Assistant Professor at the Department of Civil Engineering, University North, Varazhdin, Croatia.

Moskalova K. – Associate Professor, Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa, Ukraine.

Vynnykov Yu.L. – Doctor of Technical Sciences, Professor, National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic", Poltava, Ukraine.

Soldo B. – Ph.D., Full Professor at the Department of Civil Engineering, University North, Varazhdin, Croatia.

АНИСКИН А. – Ph.D., «Құрылыс» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Солтүстік Унивеститеті, Вараждин, Хорватия.

Москалова К. – Ассоциированный профессор, Одесса мемлекеттік Құрылыс және Сәулет академиясы, Одесса, Украина.

Винников Ю.Л. – Д.т.н., Профессор, Ю. Кондратюк атындағы Полтава техникалық университеті, Полтава, Украина.

Солдо Б. – Ph.D., «Құрылыс» кафедрасының толық профессоры, Солтүстік Унивеститеті, Вараждин, Хорватия.

Көлденең ығысу деформациясын ескергендегі серпімді пластинаны есептеу әдісі

Аңдатпа. Мақалада көлденең ығысу деформациясын ескергендегі пластинаның жетілдірілген ақырлы элементі ұсынылған. Көлденең ығысу деформациясы ақырлы элементтің түйіндеріндегі жылжулар арқылы параметр түрінде ескерілген. Ақырлы элементтер әдісі бойынша көлденең ығысу деформациясын ескергендегі пластинаның ақырлы элементінің негізгі тәуелділігі мен қатаңдық матрицасы табылған. Төрт бұрышты ақырлы элементтің көлденең ығысу деформациясын ескергендегі координаттық функциялары анықталған. Ақырлы элементтер әдісі арқылы пластинаның есептеуі толығымен автоматтандырылған. Мысал ретінде көлденең ығысу деформациясын ескергендегі серпімді пластинаның иілуі көрсетілген. Үш жағдайдағы серпімді пластинаның түйіндік тік жылжулары, бұрылу бұрыштары, иілу моменттері, бұралу моменті және көлденең күштерінің сандық нәтижелері алынған. Үш жағдайдағы серпімді пластинаның алынған шешімдері бір-бірімен салыстырылған. Есептеу нәтижелері кестелер мен эпюралар арқылы көрсетілген.

Кілт сөздер: пластина, ақырлы элемент, көлденең ығысу деформациясы, көлденең ығысу параметрі, майысу функциясы.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-140-3-16-31

Кіріспе

Пластиналар мен қабықшалар ғимараттар, көпірлер, тоннельдер, тірек қабырғалары және басқа инфрақұрылымдар сияқты құрылыс конструкциялардың жалпы құрылымдық элементтері болып табылады. Жалпы алғанда, пластиналы және қабықшалы конструкциялардың әрекетін екі өлшемді пластина теориялары немесе үш өлшемді серпімділік теориясы арқылы болжауға болады. Пластиналардың классикалық теориясы Кирхгоф ұсынған болжамдарға сүйенеді [1]. Дегенмен, бұл теория ығысу деформациясының әсері шамалы ғана болатын жұқа пластиналар үшін ғана қолданылады. Классикалық теория бойынша қалың пластиналарды есептегенде майысудың мәні төмендетіліп анықталады және орнықтылықты жоғалту жүктемесі мен меншікті жиіліктер асыра бағаланады.

Ығысу деформациясының әсерлерін ескеретін көптеген теориялар ұсынылды. Ығысу деформациясының алғашқы теорияларының бірін Рейснер [2] және Миндлин [3] анықтады. Миндлин теориясы пластинаның қалыңдығы бойынша жылжудың сызықтық өзгерісі туралы болжамға негізделген. Сондықтан, ол бірінші ретті ығысу деформациясының теориясы деп аталады. Бұл болжам бойынша көлденең ығысу деформациялары мен көлденең ығысу кернеулері қалыңдығы бойынша тұрақты болады. Үш өлшемді серпімділік теориясындағы тұрақты жанамалық кернеулер мен жанамалық кернеудің парабодалық таралуы арасындағы сәйкессіздікті есепке алу үшін ығысудың түзету коэффициенті қажет. Екінші жағынан, Рейснер теориясы қалыңдығы бойынша иілу кернеулерінің сызықтық өзгеруі және көлденең жанамалық кернеулерінің парабодалық таралуы туралы болжамдарға негізделген. Бұл жорамалдар пластинаның қалыңдығы бойынша жылжудың сызықты болуы міндетті емес және Миндлин

теориясы жағдайындай ығысудың түзету коэффициентінің қажет еместігіне әкеледі. Бірінші ретті ығысу деформациясы теориясында ығысудың түзету коэффициентін қолдануды жою және өте қалың пластиналарды есептеуде дұрыс болжам жасау үшін жоғары ретті ығысу деформациясының теориялары ұсынылды [4-10].

Пластинаның классикалық теориясында ескерілмеген факторларды (көлденең ығысу, көлденең қысылу, көлденең қысым) ескеру үшін ақырлы элементтер әдісін қолданып, көптеген нақтыланған теориялар жасалынған [11]. Оларды ескеру майысу функциясымен қатар жаңа функция енгізу арқылы жүргізілген. Осы теорияларды ақырлы элементтер әдісімен жүзеге асыру үшін ақырлы элементтердің еркіндік дәрежесін классикалық теорияға қарағанда әлде қайда көбейтуді талап еткен.

Ұсынылып отырған мақалада мына жұмыстар зерттелмек:

1. Төрт бұрышты ақырлы элементтің көлденең ығысу деформациясын ескергендегі координаттық функцияларын және қатаңдық матрицасын анықтау;
2. Серпімді тіректі пластинаның иілуіндегі әр түрлі факторларды ескеру;
3. Ақырлы элементтер әдісі бойынша пластинаның есептеуін толық автоматтандыру;
4. Көлденең ығысу деформациясын ескергендегі серпімді тіректі изотропты пластинаның иілуін есептеу.

Материалдар мен әдістер

Төртбұрышты пластинаны классикалық теория бойынша есептегенде көлденең ығысу деформациясы ескерілмейді. Осы деформацияны ескеру басқа теориялардың негізіне жатады да, ол жаңа функция арқылы сипатталады.

Пластинаның классикалық теориясындағы жалпылаған көлденең күштерді анықтайтын өрнектерді қолданып көрелік:

$$\begin{aligned} Q_1 &= -D \frac{\partial}{\partial x} \nabla^2 W + \frac{\partial M_{12}}{\partial y}, & Q_1^0 &= \int_0^1 Q_1 dy, \\ Q_2 &= -D \frac{\partial}{\partial y} \nabla^2 W + \frac{\partial M_{12}}{\partial x}, & Q_2^0 &= \int_0^1 Q_2 dx, \\ \nabla^2 W &= \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 W}{\partial y^2}, & D &= \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}, \end{aligned} \quad (1)$$

мұнда Q_1, Q_2 - x және y өстеріндегі көлденең күштер, $W(x, y)$ - пластинаның майысу функциясы, M_{12} - бұралу моменті, $\nabla^2 W$ - Лаплас операторы, ν - Пуассон коэффициенті, D - ақырлы элементтің цилиндрлік қатаңдығы, E - серпімділік модулі, h - пластинаның қалыңдығы.

Пластинаның пішін функциясын векторлық түрде былайша жазамыз:

$$W(x, y) = \bar{q}^T \cdot V, \quad (2)$$

мұнда \bar{q}^T - пластинаның координаттық функцияларының транспонирленген векторы, V - түйін жылжуларының векторы.

Пішін функциясының мәнін (2) қолданып, көлденең күштердің формулаларын (2) ақырлы элементтің түйіндеріндегі жылжулары арқылы өрнектейміз ($\varphi_i \rightarrow \alpha_i, \psi_i \rightarrow \beta_i, a \rightarrow a_1, b \rightarrow a_2, i = 1, 2, 3, 4$):

$$Q_1^0 = -D \cdot \left\{ \frac{6}{a_1^3} W_1 + \frac{3}{a_1^2} \alpha_1 + \frac{1}{a_1 a_2} \beta_1 - \frac{6}{a_1^3} W_2 + \frac{3}{a_1^2} \alpha_2 - \frac{1}{a_1 a_2} \beta_2 - \right. \\ \left. - \frac{6}{a_1^3} W_3 + \frac{3}{a_1^2} \alpha_3 + \frac{1}{a_1 a_2} \beta_3 + \frac{6}{a_1^3} W_4 + \frac{3}{a_1^2} \alpha_4 - \frac{1}{a_1 a_2} \beta_4 \right\} + \frac{D(1-\nu)}{a_1 a_2} (\beta_1 - \beta_2 + \beta_3 - \beta_4) \quad (3)$$

$$Q_2^0 = -D \cdot \left\{ \frac{6}{a_2^3} W_1 + \frac{1}{a_1 a_2} \alpha_1 + \frac{3}{a_2^2} \beta_1 + \frac{6}{a_2^3} W_2 - \frac{1}{a_1 a_2} \alpha_2 + \frac{3}{a_2^2} \beta_2 - \right. \\ \left. - \frac{6}{a_2^3} W_3 + \frac{1}{a_1 a_2} \alpha_3 + \frac{3}{a_2^2} \beta_3 - \frac{6}{a_2^3} W_4 - \frac{1}{a_1 a_2} \alpha_4 + \frac{3}{a_2^2} \beta_4 \right\} + \frac{D(1-\nu)}{a_1 a_2} (\alpha_1 - \alpha_2 + \alpha_3 - \alpha_4) \quad (4)$$

Осы көлденең күштер классикалық емес теория бойынша былайша анықталады:

$$Q_1^0 = -\frac{1}{\mu_0} GF \cdot \psi, \quad Q_2^0 = -\frac{1}{\mu_0} GF \cdot \chi, \quad (5)$$

мұнда ψ, χ - көлденең ығысудан пайда болған бұрыштар, μ_0 - көлденең ығысу деформациясының өзгеру заңдылығына тәуелді параметр (тұрақты болғанда $\mu_0 = 1$, парабола бойынша өзгергенде $\mu_0 = 1,2$), GF - элементтің көлденең ығысу қатаңдығы.

Көлденең ығысу бұрыштарын анықтау үшін жаңа белгісіздер енгіземіз:

$$\alpha_i^0 = \alpha_i + \psi, \quad \beta_i^0 = \beta_i + \chi, \quad i = 1,2,3,4 \quad (6)$$

Осы белгісіздерді ескере отырып, (3) және (4) формулаларды келесі түрде жазамыз:

$$Q_1^0 = -D \left\{ \frac{6}{a_1^3} W_1 + \frac{3}{a_1^2} \alpha_1^0 + \frac{\nu}{a_1 a_2} \beta_1^0 - \frac{6}{a_1^3} W_2 + \frac{3}{a_1^2} \alpha_2^0 - \frac{\nu}{a_1 a_2} \beta_2^0 - \right. \\ \left. - \frac{6}{a_1^3} W_3 + \frac{3}{a_1^2} \alpha_3^0 + \frac{\nu}{a_1 a_2} \beta_3^0 + \frac{6}{a_1^3} W_4 + \frac{3}{a_1^2} \alpha_4^0 - \frac{\nu}{a_1 a_2} \beta_4^0 - \frac{12}{a_1^2} \psi \right\}, \quad (7)$$

$$Q_2^0 = -D \left\{ \frac{6}{a_2^3} W_1 + \frac{\nu}{a_1 a_2} \alpha_1^0 + \frac{3}{a_2^2} \beta_1^0 + \frac{6}{a_2^3} W_2 - \frac{\nu}{a_1 a_2} \alpha_2^0 + \frac{3}{a_2^2} \beta_2^0 - \right. \\ \left. - \frac{6}{a_2^3} W_3 + \frac{\nu}{a_1 a_2} \alpha_3^0 + \frac{3}{a_2^2} \beta_3^0 - \frac{6}{a_2^3} W_4 - \frac{\nu}{a_1 a_2} \alpha_4^0 + \frac{3}{a_2^2} \beta_4^0 - \frac{12}{a_2^2} \chi \right\}.$$

Осы өрнектің сол жақтарына көлденең ығысу бұрыштарын (5) енгізіп мынандай белгісіздерді

$$\begin{aligned}
m &= \frac{6}{a_1} W_1 + 3\alpha_1^0 + \frac{\nu}{m_0} \beta_1^0 - \frac{6}{a_1} W_2 + 3\alpha_2^0 - \frac{\nu}{m_0} \beta_2^0 - \frac{6}{a_1} W_3 + 3\alpha_3^0 + \\
&+ \frac{\nu}{m_0} \beta_3^0 + \frac{6}{a_1} W_4 + 3\alpha_4^0 - \frac{\nu}{m_0} \beta_4^0, \\
n &= \frac{6}{m_0 a_1} W_1 + \nu m_0 \alpha_1^0 + 3\beta_1^0 + \frac{6}{m_0 a_1} W_2 - \nu m_0 \alpha_2^0 + 3\beta_2^0 - \frac{6}{m_0 a_1} W_3 + \\
&+ \nu m_0 \alpha_3^0 + 3\beta_3^0 - \frac{6}{m_0 a_1} W_4 - \nu m_0 \alpha_4^0 + 3\beta_4^0, \\
m_0 &= \frac{a_2}{a_1}
\end{aligned} \tag{8}$$

енгізу арқылы оларды келесі түрде жазамыз:

$$\begin{aligned}
\frac{1}{\mu_0} GF \cdot \psi + \frac{12\psi}{a_1^2} D &= \frac{D}{a_1^2} \cdot m, \\
\frac{1}{\mu_0} GF \cdot \chi + \frac{12\chi}{a_2^2} D &= \frac{D}{a_1^2} \cdot n.
\end{aligned} \tag{9}$$

Көлденең ығысу параметрлерін:

$$\begin{aligned}
g_1 &= \frac{\mu_0 \cdot D}{GF \cdot a_1^2 \left(1 + 12 \frac{\mu_0 \cdot D}{GF \cdot a_1^2} \right)}, \\
g_2 &= \frac{\mu_0 \cdot D}{GF \cdot a_2^2 \left(1 + 12 \frac{\mu_0 \cdot D}{GF \cdot a_2^2} \right)},
\end{aligned} \tag{10}$$

енгізу арқылы (9)-інші формуладан көлденең ығысу бұрыштарын анықтаймыз:

$$\begin{aligned}
\psi &= g_1 \cdot m, \\
\chi &= g_2 \cdot n.
\end{aligned} \tag{11}$$

Енді ақырлы элементтің майысу функциясын алу үшін (2) формуланы жаңа белгісіздер (6) арқылы жазамыз:

$$\begin{aligned}
W(x, y) &= q_1 W_1 + q_2 \alpha_1^0 + q_3 \beta_1^0 + q_4 W_2 + q_5 \alpha_2^0 + q_6 \beta_2^0 + q_7 W_3 + q_8 \alpha_3^0 + \\
&+ q_9 \beta_3^0 + q_{10} W_4 + q_{11} \alpha_4^0 + q_{12} \beta_4^0 - \psi \cdot f(x, y) - \chi \cdot \varphi(x, y), \\
f(x, y) &= q_2 + q_5 + q_8 + q_{11}, \\
\varphi(x, y) &= q_3 + q_6 + q_9 + q_{12},
\end{aligned} \tag{12}$$

мұнда $q_1 - q_{12}$ көлденең ығысуды ескермегендегі координаттық функциялар, $W_1 - \beta_4^0$ көлденең ығысуды ескергендегі түйіндік жылжулар.

Көлденең ығысу бұрыштарын (11) ескере отырып (12) өрнектен ақырлы элементтің майысу функциясын анықтайтын формуланы аламыз:

$$\begin{aligned}
 W(x, y) = & q_1^0(x, y)W_1 + q_2^0(x, y)\alpha_1^0 + q_3^0(x, y)\beta_1^0 + \\
 & + q_4^0(x, y)W_2 + q_5^0(x, y)\alpha_2^0 + q_6^0(x, y)\beta_2^0 + \\
 & + q_7^0(x, y)W_3 + q_8^0(x, y)\alpha_3^0 + q_9^0(x, y)\beta_3^0 + \\
 & + q_{10}^0(x, y)W_4 + q_{11}^0(x, y)\alpha_4^0 + q_{12}^0(x, y)\beta_4^0,
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

мұнда $q_1^0(x, y) - q_{12}^0(x, y)$ ақырлы элементтің көлденең ығысуын ескергендегі координаттық функциялар. Яғни:

$$\begin{aligned}
 q_1^0(x, y) &= q_1 + \frac{6}{a_1} \left(g_1 \cdot f + \frac{g_2 \cdot \varphi}{m_0} \right), \\
 q_2^0(x, y) &= q_2 + (3g_1 - \nu m_0 g_2 \cdot \varphi), \\
 q_3^0(x, y) &= q_3 + \left(\frac{\nu g_1 \cdot f}{m_0} + 3g_2 \cdot \varphi \right), \\
 q_4^0(x, y) &= q_4 + \frac{6}{a_1} \left(-g_1 \cdot f - \frac{g_2 \cdot \varphi}{m_0} \right), \\
 q_5^0(x, y) &= q_5 + (3g_1 - \nu m_0 g_2 \cdot \varphi), \\
 q_6^0(x, y) &= q_6 + \left(-\frac{\nu g_1 \cdot f}{m_0} + 3g_2 \cdot \varphi \right), \\
 q_7^0(x, y) &= q_7 - \frac{6}{a_1} \left(g_1 \cdot f + \frac{g_2 \cdot \varphi}{m_0} \right), \\
 q_8^0(x, y) &= q_8 + (3g_1 \cdot f + \nu m_0 g_2 \cdot \varphi), \\
 q_9^0(x, y) &= q_9 + \left(\frac{\nu g_1 \cdot f}{g_1 \cdot f} + 3g_2 \cdot \varphi \right), \\
 q_{10}^0(x, y) &= q_{10} + \frac{6}{a_1} \left(g_1 \cdot f - \frac{g_2 \cdot \varphi}{m_0} \right), \\
 q_{11}^0(x, y) &= q_{11} + (3g_1 - \nu m_0 g_2 \cdot \varphi), \\
 q_{12}^0(x, y) &= q_{12} + \left(-\frac{\nu g_1 \cdot f}{m_0} + 3g_2 \cdot \varphi \right)
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

(14) өрнектен $GF \rightarrow \infty$ ($g_1 \rightarrow 0, g_2 \rightarrow 0$) болған жағдайда, көлденең ығысу деформациясын ескермеген жағдайдағы нәтиже алынбақ.

Сөйтіп, көлденең ығысу деформациясы негізгі параметрлер (10) арқылы ескеріледі. Егер бұрын әдебиетте көлденең ығысуды ескергенде ақырлы элементтің белгісіздер саны 16-ға тең болса, ұсынылып отырған әдісте олар 12-ге тең болмақ. Табылған майысу функциясы белгілі координаттық функциялар $q_1(x, y) - q_{12}(x, y)$ арқылы анықталады.

Енді төртбұрышты пластинадан бөлініп алынған Клафтың ақырлы элементінің классикалық теория бойынша алынған қатаңдық матрицасын қолдана отырып, пластинаның көлденең ығысуды ескергендегі қатаңдық матрицасын алуға болады. Ол үшін төртбұрышты ақырлы элементтің негізгі тәуелділігін (2.38) қолданбақпыз.

Осы тәуелділіктің i жолын жазып аламыз:

$$\begin{aligned}
F_i &= K_{i1}W_1 + K_{i2}\alpha_1 + K_{i3}\beta_1 + K_{i4}W_2 + K_{i5}\alpha_2 + K_{i6}\beta_2 + \\
&+ K_{i7}W_3 + K_{i8}\alpha_3 + K_{i9}\beta_3 + K_{i10}W_4 + K_{i11}\alpha_4 + K_{i12}\beta_4 \\
i &= \overline{1,12}
\end{aligned} \tag{15}$$

Ескі белгісіздерді жаңа белгісіздермен (6) алмастырып, (15)-ті мына түрге келтіреміз:

$$\begin{aligned}
F_i &= K_{i1}W_1 + K_{i2}\alpha_1^0 + K_{i3}\beta_1^0 + K_{i4}W_2 + K_{i5}\alpha_2^0 + K_{i6}\beta_2^0 + \\
&+ K_{i7}W_3 + K_{i8}\alpha_3^0 + K_{i9}\beta_3^0 + K_{i10}W_4 + K_{i11}\alpha_4^0 + K_{i12}\beta_4^0 - a_i\psi - b_i\chi, \\
a_i &= K_{i2} + K_{i5} + K_{i8} + K_{i11}; \quad b_i = K_{i3} + K_{i6} + K_{i9} + K_{i12}, \\
i &= \overline{1,12}.
\end{aligned} \tag{16}$$

Көлденең ығысу бұрыштарының мәндерін (11) өрнек (16)-ға қойып, ұқсас мүшелерін жинағаннан кейін, осы өрнекті мына түрге келтіреміз:

$$\begin{aligned}
F_i &= K_{i1}^0W_1 + K_{i2}^0\alpha_1^0 + K_{i3}^0\beta_1^0 + K_{i4}^0W_2 + K_{i5}^0\alpha_2^0 + K_{i6}^0\beta_2^0 + \\
&+ K_{i7}^0W_3 + K_{i8}^0\alpha_3^0 + K_{i9}^0\beta_3^0 + K_{i10}^0W_4 + K_{i11}^0\alpha_4^0 + K_{i12}^0\beta_4^0, \\
i &= \overline{1,12}.
\end{aligned} \tag{17}$$

Қатаңдық матрицасының элементтері көлденең ығысу ескерілгенде мына формулалармен анықталмақ:

$$\begin{aligned}
K_{i1}^0 &= K_{i1} + \frac{6}{a} \left(A_i + \frac{B_i}{m} \right); \quad K_{i2}^0 = K_{i2} + (3A_i + \nu m B_i); \quad K_{i3}^0 = K_{i3} + \left(\frac{\nu}{m} A_i + 3B_i \right), \\
K_{i4}^0 &= K_{i4} + \frac{6}{a} \left(-A_i + \frac{B_i}{m} \right); \quad K_{i5}^0 = K_{i5} + (3A_i - \nu m B_i); \quad K_{i6}^0 = K_{i6} + \left(-\frac{\nu}{m} A_i + 3B_i \right), \\
K_{i7}^0 &= K_{i7} - \frac{6}{a} \left(A_i + \frac{B_i}{m} \right); \quad K_{i8}^0 = K_{i8} + (3A_i + \nu m B_i); \quad K_{i9}^0 = K_{i9} + \left(\frac{\nu}{m} A_i + 3B_i \right), \\
K_{i,10}^0 &= K_{i,10} + \frac{6}{a} \left(A_i - \frac{B_i}{m} \right); \quad K_{i,11}^0 = K_{i,11} + (3A_i - \nu m B_i); \quad K_{i,12}^0 = K_{i,12} + \left(-\frac{\nu}{m} A_i + 3B_i \right), \\
A_i &= -g_1 \cdot a_i, \quad B_i = -g_2 \cdot b_i, \quad i = \overline{1,12}.
\end{aligned} \tag{18}$$

Осы формулаларға қатаңдық матрицаның элементтерін қойып мынандай нәтижелер аламыз:

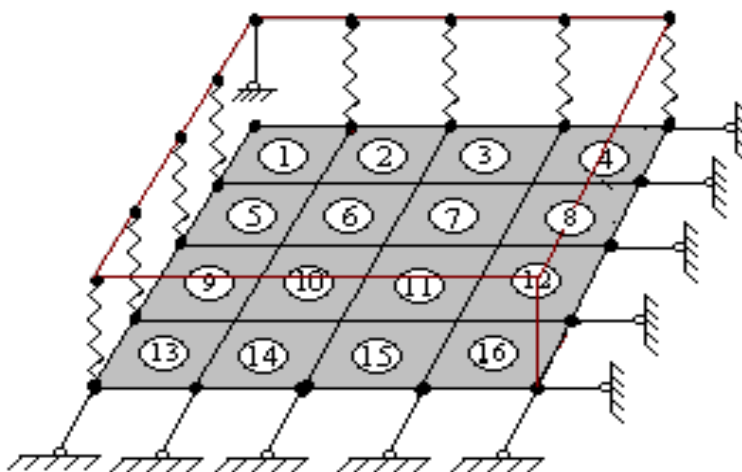
$$\begin{aligned}
A_1 &= -g_1 \frac{D}{a} (6m); \quad B_1 = -g_2 \frac{D}{a} \left(\frac{6}{m^2} \right), \\
A_2 &= -3g_1 D(m); \quad B_2 = -g_2 D(\nu), \\
K_{12}^0 &= K_{12} + (3A_1 + \nu \cdot m B_1) = K_{12} + \frac{D}{a} \left(18g_1 \cdot m + \nu g_2 \frac{6}{m} \right), \\
K_{21}^0 &= K_{21} + \frac{6}{a} \left(A_2 + \frac{B_2}{m} \right) = K_{21} + \frac{D}{a} \left(18g_1 \cdot m + \nu g_2 \frac{6}{m} \right).
\end{aligned} \tag{19}$$

Сөйтіп көлденең ығысу (10) формуласы арқылы табылатын параметрлермен ескеріледі. Бұл параметрлер тек қана қатаңдық матрицасына әсер етіп жүк векторына әсерін тигізбейді.

Нәтижелер және талқылау

Жоғарыда алынған нәтижелерді қолданып, көлденең ығысу деформациясын ескергендегі пластинаның иілуін зерттеу үшін төмендегі мысалды қарастырайық.

Бізге серпімділі тіректі төртбұрышты пластина берілген. Осы пластинаның ортасына шоғырланған күш P әсер етсін. Пластинаның симметриясын ескере отырып, оның ширек бөлігін қарастырамыз (сурет 1). Осы бөлікті 4x4 тормен жабамыз да, квадраттық жағдайда қадамды $\lambda = \frac{1}{8}$ түрінде аламыз.



Сурет 1. Есептеу сызбасы

Енді осы есепті келесі үш жағдайда зерттеп көрелік:

- 1) пластинаға шоғырланған жүктеме әсер еткендегі, серпімділі қатаң қабырғалар болмаған $\varphi = 0, \psi = 0$ кездегі және көлденең ығысуды ескермегендегі $G = 0$ шешімін аламыз.
- 2) пластинаға жайылған жүктеме әсер еткендегі, серпімділі қатаң қабырғалар болған $\varphi = 0.2, \psi = 0.2$ кездегі және көлденең ығысуды ескермегендегі $G = 0$ шешімін аламыз.
- 3) пластинаға шоғырланған жүктеме әсер еткендегі, серпімділі қатаң қабырғалар болмаған $\varphi = 0, \psi = 0$ кездегі және көлденең ығысуды ескергендегі $G = 1.14$ шешімін аламыз.

Осы серпімді тіректі пластинаның көлденең ығысу деформациясын ескергендегі деформациялық күйін зерттеп, нәтижесін алу үшін ақырлы элементтер әдісін қолданып бағдарлама құрылды. Бағдарламаның нәтижелері кестелер мен эпюралар түрінде көрсетілді.

Кесте 1

Түйіндік тік жылжулар (W)

Түйін	1	2	3	4	5
1	0	0,006335	0,011638	0,015127	0,016327
6	0,006335	0,011733	0,016501	0,019781	0,020949
11	0,011638	0,016501	0,021052	0,024371	0,025599
16	0,015127	0,019780	0,024371	0,028008	0,029494
21	0,016326	0,020949	0,025599	0,029494	0,031426

Кесте 2

Түйіндік бұрылу бұрышы (α)

Түйін	1	2	3	4	5
1	0,051912	0,047827	0,036039	0,019163	0
6	0,043237	0,041892	0,033214	0,018380	0
11	0,037839	0,038834	0,032726	0,019134	0
16	0,035445	0,038041	0,034245	0,022241	0
21	0,035004	0,038070	0,035347	0,025894	0

Кесте 3

Түйіндік бұрылу бұрышы (β)

Түйін	1	2	3	4	5
1	0,051910	0,043235	0,037837	0,035444	0,035003
6	0,047825	0,041891	0,038833	0,038040	0,038069
11	0,036038	0,033213	0,032725	0,034244	0,035346
16	0,019162	0,018379	0,019133	0,022240	0,025893
21	0	0	0	0	0

Кесте 4

Түйіндік тік реакциялар (R)

Түйін	1	2	3	4	5
1	-0,151111	-0,003169	-0,005818	-0,007562	-0,016322
6	-0,003166	0	-0,000003	-0,000001	-0,000001
11	-0,005820	0	0,000003	0,000002	-0,000002
16	-0,007563	0	0	0	0,000002
21	-0,016326	0,000001	-0,000002	-0,000001	0,249999

Кесте 5

Түйіндік бұралу моменті (M_{xy})

Түйін	1	2	3	4	5
1	-0,110333	-0,079331	-0,041935	-0,013859	-0,002159
6	-0,079331	-0,050597	-0,019462	-0,001280	-0,000974
11	-0,041935	-0,019461	0,007519	0,021169	-0,001877
16	-0,013859	-0,001280	0,021169	0,047056	0,009395
21	-0,002159	-0,000975	-0,001878	0,009395	-0,039989

Кесте 6

Түйіндік иілу моменті (M_x)

Түйін	1	2	3	4	5
1	0,008290	-0,065565	-0,108357	-0,138019	-0,140246
6	-0,002398	-0,052931	-0,103555	-0,140308	-0,153862
11	-0,000318	-0,048493	-0,102565	-0,156547	-0,179860
16	-0,001262	-0,044420	-0,098459	-0,180885	-0,242865
21	-0,000341	-0,043833	-0,097348	-0,158438	-0,425857

Кесте 7

Түйіндік иілу моменті (M_y)

Түйін	1	2	3	4	5
1	0,008291	-0,002395	-0,000319	-0,001263	-0,000345
6	-0,065565	-0,052930	-0,048491	-0,044419	-0,043831
11	-0,108353	-0,103554	-0,102564	-0,098459	-0,097346
16	-0,138015	-0,140304	-0,156543	-0,180882	-0,158437
21	-0,140239	-0,153859	-0,179857	-0,242858	-0,425853

Кесте 8

Түйіндік көлденең күш (Q_x)

Түйін	1	2	3	4	5
1	-0,524061	-0,384590	-0,206691	-0,082736	-0,002790
6	-0,231406	-0,257294	-0,242907	-0,141580	-0,080527
11	-0,269303	-0,299063	-0,313713	-0,213539	-0,128473
16	-0,279774	-0,362568	-0,549359	-0,440101	-0,226846
21	-0,346367	-0,406518	-0,635668	-1,817515	-2,830361

Кесте 9

Түйіндік көлденең күш (Q_y)

Түйін	1	2	3	4	5
1	-0,524086	-0,231440	-0,269260	-0,279752	-0,346288
6	-0,384579	-0,257327	-0,299039	-0,362568	-0,406478
11	-0,206660	-0,242914	-0,313681	-0,549352	-0,635689
16	-0,082709	-0,141568	-0,213522	-0,440055	-1,817510
21	0,002830	-0,080522	-0,128501	-0,226791	-2,830310

Осы кестелер бойынша мынандай тұжырымдарды жасауға болады:

- үлкен тік жылжу 25 түйінде (кесте 1) пайда болады $W_{\max}^{25} = 0,031426 \frac{Pa^3}{D}$;
- горизонталь бағыттағы үлкен бұрыштық жылжу 1 түйінде (кесте 2) пайда болады $\alpha_{\max}^1 = 0,051912 \frac{Pa^2}{D}$;
- вертикаль бағыттағы үлкен бұрыштық жылжу 1 түйінде (кесте 3) пайда болады $\beta_{\max}^1 = 0,051910 \frac{Pa^2}{D}$;
- үлкен тік реакция 25 түйінде (кесте 4) пайда болады $R_{\max}^{25} = 0,249999P$;
- үлкен бұралу моменті 1 түйінде (кесте 5) пайда болады $M_{xy(\max)}^1 = -0,110333Pa$;
- горизонталь бағыттағы үлкен иілу моменті 25 түйінде (кесте 6) пайда болады $M_{x(\max)}^{25} = -0,425857Pa$;
- вертикаль бағыттағы үлкен иілу моменті 25 түйінде (кесте 7) пайда болады $M_{y(\max)}^{25} = -0,425853Pa$;
- горизонталь бағыттағы үлкен көлденең күш 25 түйінде (кесте 8) пайда болады $Q_{x(\max)}^{25} = -2,830361P$;
- вертикаль бағыттағы үлкен көлденең күш 25 түйінде (кесте 9) пайда болады $Q_{y(\max)}^{25} = -2,830310P$;

Екінші жағдай бойынша, осы есептің 21-25, 5-25 қималарында (сурет 1) серпімділі қатаң қабырғалар болған $\varphi = 0,2$, $\psi = 0,2$ кездегі, пластинаға жайылған жүктеме әсер еткендегі және көлденең ығысуды ескермегендегі $G = 0$ шешімін аламыз.

Бұл жағдайда негізгі параметрлердің үлкен мәндері тең болады:

- үлкен тік жылжу 25 түйінде пайда болады $W_{\max}^{25} = 0,016812 \frac{qa^4}{D}$;
- горизонталь бағыттағы үлкен бұрыштық жылжу 1 түйінде пайда болады $\alpha_{\max}^1 = 0,039222 \frac{qa^3}{D}$;
- вертикаль бағыттағы үлкен бұрыштық жылжу 1 түйінде пайда болады $\beta_{\max}^1 = 0,039222 \frac{qa^2}{D}$;
- үлкен тік реакция 1 түйінде пайда болады $R_{\max}^1 = -0,172017qa$;
- үлкен бұралу моменті 1 түйінде пайда болады $M_{xy(\max)}^1 = -0,139023qa$;
- горизонталь бағыттағы үлкен иілу моменті 5 түйінде пайда болады $M_{x(\max)}^5 = -0,120696qa^2$;
- вертикаль бағыттағы үлкен иілу моменті 21 түйінде пайда болады $M_{y(\max)}^{21} = -0,120694qa^2$;
- горизонталь бағыттағы үлкен көлденең күш 1 түйінде пайда болады $Q_{x(\max)}^1 = -0,434906qa$;
- вертикаль бағыттағы үлкен көлденең күш 1 түйінде пайда болады $Q_{y(\max)}^1 = -0,434909qa$.

Бірінші және екінші жағдайдағы алынған шешімдерді бір-бірімен салыстырып, серпімділі қатаң қабырға болған кездегі мәндердің кіші болатынын көреміз.

Үшінші жағдай пластинаға шоғырланған жүктеме әсер еткендегі, серпімділі қатаң қабырғалар болмаған $\varphi = 0$, $\psi = 0$ кездегі және көлденең ығысуды ескергендегі $G = 1,14$ шешімін аламыз.

Кесте 10

Түйіндік тік жылжулар (W)

Түйін	1	2	3	4	5
1	0	0,006953	0,012905	0,017104	0,018898
6	0,006953	0,013024	0,018479	0,022520	0,024385
11	0,012905	0,018479	0,023756	0,027902	0,000057
16	0,017105	0,022520	0,027902	0,032416	0,035149
21	0,018898	0,024385	0,030057	0,035149	0,038681

Кесте 11

Түйіндік бұрылу бұрышы (α)

Түйін	1	2	3	4	5
1	0,049291	0,045733	0,035091	0,019218	0
6	0,041409	0,040110	0,032191	0,018393	0
11	0,036775	0,037420	0,031306	0,018592	0
16	0,035069	0,037251	0,032730	0,020380	0
21	0,035458	0,038906	0,036452	0,026066	0

Кесте 12

Түйіндік бұрылу бұрышы (β)

Түйін	1	2	3	4	5
1	0,049292	0,041410	0,036776	0,035070	0,035460
6	0,045734	0,040111	0,037421	0,037252	0,038908
11	0,035092	0,032192	0,031307	0,032731	0,036453
16	0,019218	0,018393	0,018593	0,020380	0,026067
21	0	0	0	0	0

Кесте 13

Түйіндік бұралу моменті (M_{xy})

Түйін	1	2	3	4	5
1	-0,097573	-0,071318	-0,038587	-0,012696	-0,002089
6	-0,071319	-0,047113	-0,020871	-0,002065	0,002336
11	-0,038587	-0,020871	-0,002934	0,009898	0,002808
16	-0,012696	-0,002064	0,009898	0,031679	0,002027
21	-0,002088	0,002336	0,002808	0,002028	-0,071537

Кесте 14

Түйіндік иілу моменті (M_x)

Түйін	1	2	3	4	5
1	0,009463	-0,059590	-0,101106	-0,134667	-0,136410
6	-0,001428	-0,049699	-0,097047	-0,136115	-0,152221
11	-0,000632	-0,048349	-0,099688	-0,150976	-0,173883
16	-0,000623	-0,046093	-0,100824	-0,175495	-0,230648
21	-0,004096	-0,040334	-0,094106	-0,158445	-0,430555

Кесте 15

Түйіндік иілу моменті (M_y)

Түйін	1	2	3	4	5
1	0,009464	-0,001428	-0,000634	-0,000626	-0,004093
6	-0,059592	-0,049700	-0,048348	-0,046092	-0,040337
11	-0,101107	-0,097051	-0,099690	-0,100825	-0,094106
16	-0,134670	-0,136120	-0,150980	-0,175498	-0,158448
21	-0,136418	-0,152223	-0,173888	-0,230654	-0,430560

Кесте 16

Түйіндік көлденең күш (Q_x)

Түйін	1	2	3	4	5
1	-11,854770	-11,303440	-10,263140	-8,613455	-7,452735
6	-11,268550	-11,056610	-10,574780	-9,435701	-8,566509
11	-10,865110	-11,107050	-11,634840	-11,879450	-11,838210
16	-10,407950	-11,018840	-12,576670	-15,135290	-16,746980
21	-10,432080	-11,425990	-14,043640	-19,403730	-23,140090

Осы кестелер бойынша мынандай тұжырымдарды жасауға болады:

- үлкен тік жылжу 25 түйінде (кесте 10) пайда болады $W_{\max}^{25} = 0,038681 \frac{Pa^3}{D}$;

- горизонталь бағыттағы үлкен бұрыштық жылжу 1 түйінде (кесте 11) пайда болады $\alpha_{\max}^1 = 0,049291 \frac{Pa^2}{D}$;

- вертикаль бағыттағы үлкен бұрыштық жылжу 1 түйінде (кесте 12) пайда болады $\beta_{\max}^1 = 0,049292 \frac{Pa^2}{D}$;

- үлкен бұралу моменті 1 түйінде (кесте 13) пайда болады $M_{xy(\max)}^1 = -0,097573Pa$;

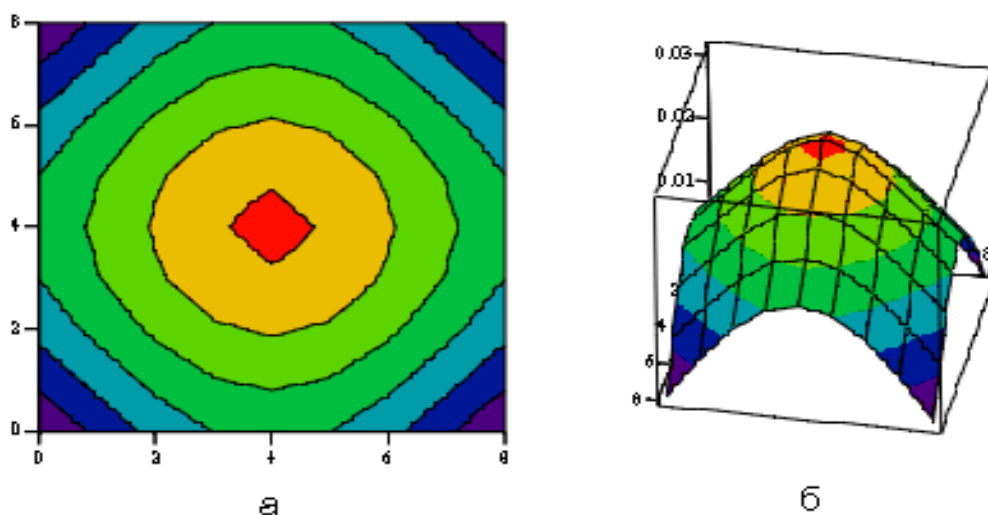
- горизонталь бағыттағы үлкен иілу моменті 25 түйінде (кесте 14) пайда болады $M_{x(\max)}^{25} = -0,430555Pa$;

- вертикаль бағыттағы үлкен иілу моменті 25 түйінде (кесте 15) пайда болады $M_{y(\max)}^{25} = -0,430560Pa$;

- горизонталь бағыттағы үлкен көлденең күш 25 түйінде (кесте 16) пайда болады $Q_{x(\max)}^{25} = -23,140090P$;

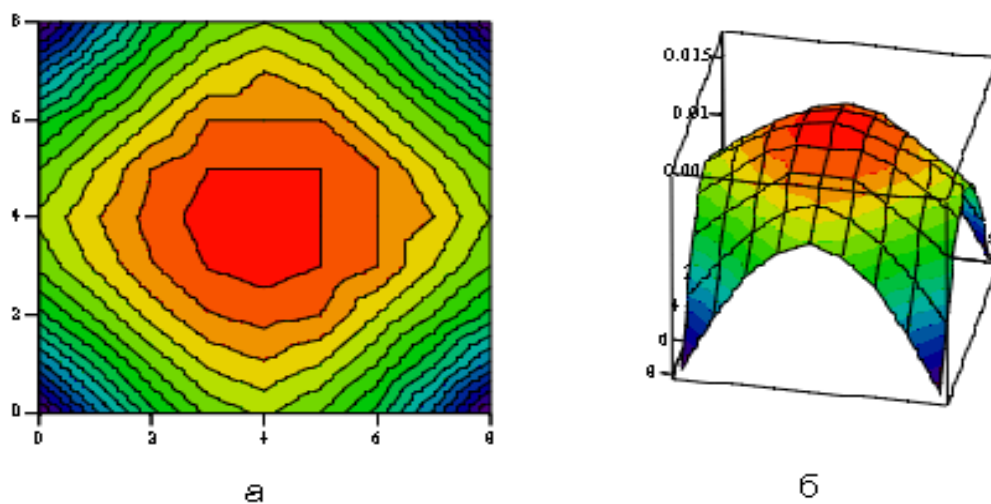
Нәтижесінде алдыңғы екі жағдай мен көлденең ығысуды ескергендегіні салыстырып, майысудың өсетінін көреміз.

Енді осы үш жағдайды Mathcad программасында толық пластинаға салып, майысу функциясын график түрінде көрсетейік:



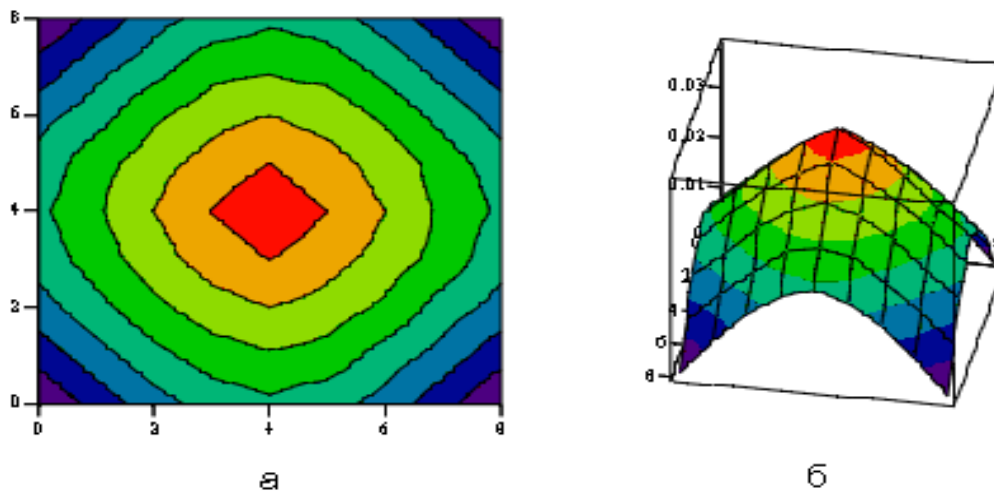
а – изолиния, б – эпюра

Сурет 2. Бірінші жағдайдағы майысу функциясы W



а – изолиния, б – эпюра

Сурет 3. Екінші жағдайдағы майысу функциясы W



а – изолиния; б – эпюра

Сурет 4. Үшінші жағдайдағы майысу функциясы W

Сөйтіп, алынған нәтижелер арқылы көлденең ығысу деформациясын ескергендегі серпімді тіректі төртбұрышты пластинаның иілу есебінің шешімін толық түрде алуға болады.

Қорытынды

Ұсынылып отырған мақалада ақырлы элементтер әдісін қолданып, көлденең ығысу деформациясын ескергендегі пластинаның жетілдірілген есептеу теориясы алынды. Классикалық теорияда қарастырылмайтын көлденең ығысу деформациясы, ақырлы элементтің түйіндеріндегі жылжулар арқылы еркіндік дәрежесін көтермей ақ ескерілді. Көлденең ығысу деформациясын ескергендегі пластинаның ақырлы элементі және қатаңдық матрицасы табылды. Шешуші теңдеулер жүйесі толығымен автоматтандырылды.

Мысал түрінде серпімді тіректі пластинаның көлденең ығысу деформациясын ескергендегі деформациялық күйі зерттелді. Есептеу нәтижелері кестелер және эпюралар түрінде көрсетілді.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Kirchhoff G.R. Über das gleichgewicht und die bewegung einer elastischen schein // Journal für die reine und angewandte Mathematik. – 1850. – Vol. 40. – P. 51-88.
2. Reissner E. The effect of transverse shear deformation on the bending of elastic plates // Journal of Applied Mechanics. – 1945. – Vol. 12. – P. 69-72.
3. Mindlin R.D. Influence of rotatory inertia and shear on flexural motions of isotropic, elastic plates // Journal of Applied Mechanics. – 1951. – Vol. 18. – P. 31-38.
4. Soldatos K.P. A transverse shear deformation theory for homogeneous monoclinic plates // Acta Mechanica. – 1992. – Vol. 94. – P. 195-220.
5. Mantari J.L., Guedes Soares C. Generalized hybrid quasi 3D shear deformation theory for the static analysis of advanced composite plates // Composite Structures. – 2012. – Vol. 94. – P. 2561-2575.
6. Thai H.T., Choi D.H. A simple first order shear deformation theory for laminated composite plates // Composite Structures. – 2013 – Vol. 106. – P. 754-763.
7. Thai H.T., Kim S.E. A simple higher order shear deformation theory for bending and free vibration analysis of functionally graded plates // Composite Structures. – 2013. – Vol. 96. – P. 165-173.
8. Mantari J.L., Granados E.V. A refined FSDT for the static analysis of functionally graded sandwich plates // Thin Walled Structures. – 2015. – Vol. 90. – P. 150-158.

9. Ghugal Y.M., Shimpi R.P. A review of refined shear deformation theories of isotropic and anisotropic laminated plates // Journal of Reinforced Plastics and Composites. – 2002. – Vol. 21. – P. 775-813.
10. Thai H.T., Kim S.E. A review of theories for the modeling and analysis of functionally graded plates and shells // Composite Structures. – 2015. – Vol. 128. – P. 70-86.
11. Zienkiewicz O.C, Taylor R.L, Zhu J.Z. The finite element method: Its basis and fundamentals. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2005. – 752 p.

С.Б. Ахажанов¹, А.Ж. Нургозиева²

¹Карагандинский университет Букетова, Караганда, Казахстан

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Метод расчета упругой пластины с учетом деформаций поперечного сдвига

Аннотация. В статье представлен усовершенствованный конечный элемент пластины с учетом деформаций поперечного сдвига. Деформация поперечного сдвига учитывается с помощью параметров. Найдены основная зависимость и матрица жесткости конечного элемента пластины с учетом деформаций поперечного сдвига с использованием метода конечных элементов. Координатные функции четырехугольного конечного элемента определены с учетом деформаций поперечного сдвига. Произведен автоматизированный расчет пластины с использованием метода конечных элементов. В качестве примера показан изгиб упругой пластины с учетом деформаций поперечного сдвига. Получены численные результаты узловых вертикальных перемещений, углов поворота, изгибающих моментов, крутящего момента и поперечных усилий упругой пластины в трех случаях. Результаты решения в трех случаях упругой пластины, сравниваются между собой. Результаты расчетов представлены в таблицах и эпюрах.

Ключевые слова: пластина, конечный элемент, деформация поперечного сдвига, параметр поперечного сдвига, функция прогибов.

S.B. Akhazhanov¹, A.Zh. Nurgoziyeva²

¹Karaganda Buketov University, Karaganda, Kazakhstan

²al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

The calculation method for an elastic plate with transverse shear deformation

Abstract. The article presents an improved plate finite element, taking into account transverse shear deformation. The transverse shear deformation is taken into account using parameters. The main dependence and the stiffness matrix of the finite element of the plate are found, taking into account the transverse shear deformations using the finite element method. The coordinate functions of a quadrilateral finite element are determined taking into account transverse shear deformation. An automated calculation of the plate was made using the finite element method. As an example, the bending of an elastic plate is shown, taking into account the deformations of the transverse shear. Numerical results of nodal vertical displacements, rotation angles, bending moments, torque, and transverse forces of an elastic plate are obtained in three cases. The results of the solution in three cases of an elastic plate are compared with each other. The calculation results are presented in tables and epures.

Keywords: plate, finite element, transverse shear deformation, transverse shear parameter, deflection function.

Авторлар туралы мәлімет:

Ахажанов С.Б. – PhD, Т.Ф. Мұстафин атындағы алгебра, математикалық логика және геометрия кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қарағанды Бөкетов университеті, Қарағанды, Қазақстан.

Нургозиева А.Ж. – Механика кафедрасының докторанты, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

Akhazhanov S.B. – Ph.D., Associate Professor of the Department of Algebra, Mathematical Logic and Geometry named after T.G. Mustafin, Karaganda Buketov University, Karaganda, Kazakhstan.

Nurgoziyeva A.Zh. – Ph.D. student of the Department of Mechanics, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

А.М. Ахметова¹, А.С. Шаяхметова¹, А.Б. Закирова², А. Бақытжанова¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

²Астана Халықаралық университеті, Астана, Қазақстан

(E-mail:ardak_66@mail.ru, asemshayakhmetova@mail.ru, alma_zakirova@mail.ru)

Ертерек ескертуге арналған сымсыз GSM жер сілкінісінің дабыл жүйесін жетілдіру

Аңдатпа. Бүгінгі күні GSM абоненттерінің саны миллион адамнан асты. GSM стандартының атауының өзі мобильді байланыстың жаһандық жүйесі (ұялы байланыстың жалпы жүйесі) жаңа мағынаға ие болды. GSM стандартына байланыс жүйелерінің эволюциясындағы негізгі рөлдердің бірі тағайындалды. Ол барлық заманауи цифрлық желі стандарттарымен, ең алдымен ISDN (Integrated Digital Network Communications) және IN (Интеллектуалды желі) тығыз байланысты. GSM негізгі функционалдық элементтері қазіргі уақытта әзірленіп жатқан UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) мобильді байланыстың үшінші буынының жаһандық жүйесінің халықаралық стандартына енгізілген. Жұмыста ұялы байланыс болмаған жерлерге сенсорлары орнатылған көп функционалды мұнараларды қолданып келе жатқан қауіп туралы ескерту үшін негізгі GSM станциясы арқылы ұялы телефонға дыбыстық хабарлама жіберу моделі ұсынылады.

Кілт сөздер: Дабыл жүйесі, жер сілкінісі, GSM, датчик, сигнал

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-140-3-32-42

Кіріспе

Бүкіл дүниежүзінде адамзат үнемі табиғи апаттарға ұшырайды, олардың көпшілігі өздерінің апатты салдарымен жекелеген аймақтардың немесе тіпті жеткілікті үлкен елдердің кейінгі дамуына айтарлықтай әсер етті. Мұндай апаттардың ішінде жер сілкінісі басты рөл атқарды және, өкінішке орай, ойнап жатыр [1].

Жер сілкінісі жылдар, ондаған жылдар, тіпті ғасырлар бойы жасалғанның барлығын санаулы секундтарда қиратып, орасан зор экономикалық шығын әкеледі. Жер сілкінісінің жағымсыз әлеуметтік салдары үлкен. Үлкен қарқындылықтағы жойқын жер сілкінісі қираған тұрғын үйлер мен құрылыстарды, қираған экономикалық және инфрақұрылымдық нысандарды қалдырады, ең сорақысы - көптеген адамдардың өлімі [2].

Қазақстан Республикасының географиялық орны оның аумағында сейсмикалық қауіпті аймақтардың болуын анықтады. Сейсмикалық аймақтар – жер қыртысын құрайтын тектоникалық плиталардың түйіскен жерлері. 1,2 миллион халқы бар Алматы қаласы сейсмикалық қауіпті аймаққа жатады. Өнеркәсіптік базасы дамыған басқа да бірқатар ірі қалалар тұрақты жер сілкінісі қаупінде [3].

Осыған байланысты Қазақстан Республикасының Төтенше жағдайлардың алдын алу және оларды жоюдың мемлекеттік жүйесіне және оның орталық атқарушы органы - Қазақстан Республикасының Төтенше жағдайлар министрлігіне халықты және аумақтарды жойқын апаттан қорғау міндеті жүктелді, жер сілкінісі және оның зардаптарын жою бойынша шаралар қабылдау. Қауіп төнген және жойқын жер сілкінісі болған кездегі іс-шараларды, оның ішінде инженерлік қамтамасыз етуді ұйымдастыру және жүргізу, сөзсіз, Төтенше жағдайлар министрлігі басқару

органдарының сауатты және нақты басшылығын талап етеді. GSM [4] стандартына ертерек ескертуге арналған құрал, қазіргі кезде ұялы телефонға СМС хабарламалары ғана келеді, сол себепті бұл жүйені дамыту ол өте маңызды [5].

Осы сала бойынша жұмыстарға жүргізілген шолу зерттелетін тақырыптың өзектілігін көрсетеді. Осылайша **тапсырма қойылымы келесідей тұжырымдалады:** ертерек ескертуге арналған сымсыз GSM жер сілкінісінің дабыл жүйесін дамытып, ұялы телефонға дыбыстық хабарлама жіберу моделін ұсынамыз.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттерді орындау қажет:

GSM стандарттың байланыс желілерінің жабдықтарының құрылымдық схемасы және құрамын анықтау;

Ертерек ескертуге арналған сымсыз GSM жер сілкінісінің дабыл жүйесін дамытуға арналған алгоритм құру;

Ертерек ескертуге арналған сымсыз GSM жер сілкінісінің дабыл жүйесінің моделін жасау.

Жұмысқа ұқсас зерттеулер

Кейбір мемлекеттердің [6] жер сілкінісін алдын ала ескертуге арналған дабыл жүйесінің жұмыс істеу алгоритмінің артықшылықтары мен кемшіліктеріне салыстырмалы талдау жасалды (Кесте 1).

Кесте 1. Дабыл жүйесінің жұмыс істеу алгоритмінің артықшылықтары мен кемшіліктері

Мемлекеттер	Артықшылығы	Кемшілігі
Түркия мемлекеті [7]	<ul style="list-style-type: none"> - Пайдалануға оңай интерфейс - Егжей-тегжейлі ақпарат, соның ішінде қарқындылық, орналасу, уақыт және жердегі тереңдік. - «Статистика» қойындысында сейсмология әуесқойлары үшін көптеген қызықты деректер бар 	<ul style="list-style-type: none"> -Жаңалықтар қойындысы бақыланбайды, автоматтандырылған. -Карта кейде дұрыс көрсетпейді; -Белгілі бір жер сілкінісін табу үшін үлкейту және кішірейту қажет болуы мүмкін. -Байланыс жоқ жерде хабар берілмейді.
АҚШ [8]	<ul style="list-style-type: none"> -Жер сілкінісіне дайындық туралы толық ақпарат. -Ақпараттық, тіпті көңілді, білім беретін викториналар. -Өзіңізге және басқаларға көмектесу туралы терең және егжей-тегжейлі ақпарат. 	<ul style="list-style-type: none"> - Тек сіздің нақты орналасқан жеріңіз туралы ескертулер береді, сондықтан сіз тұрмайтын жер сілкінісі болуы мүмкін аймақтарды бақылай алмасаңыз. -Қолданбадағы кейбір сілтемелер, мысалы, АҚШ геологиялық қызметінің есептеріне сілтемелер жұмыс істемейді.
Ресей [9]	<ul style="list-style-type: none"> -дірілді өлшеу жүйесінде немесе сейсмологиялық кешенде бастапқы 	<ul style="list-style-type: none"> -дірілді сынау жабдығын пайдаланбай бүкіл өлшеу

	<p>түрлендіргіш ретінде қолданылады;</p> <p>-қорғалатын ғимараттағы ауытқулардың шекті деңгейін бекітуге;</p> <p>-көпірлердің немесе метро тоннельдерінің іргетастарындағы қауіпті дірілді бақылауға болады;</p> <p>-қорғалатын объектінің айналасындағы периметрді бақылау үшін (газ құбыры, мұнай платформасы, атом электр станциясы) қолданады.</p>	<p>жолын калибрлеудің мүмкін еместігі,</p> <p>-төмен жиілікті аймақта өлшеудің шектеулі жиілік диапазоны,</p> <p>-төмен дәлдік,</p> <p>- электромагниттік кедергілерге төзімділігі төмен.</p>
--	--	---

Ұсынылған кесте көмегімен әр мемлекеттегі дабыл жүйелерінің жұмыс істеуінің артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылды. Жүргізілген зерттеу нәтижесі жұмыста ұсынылатын дабыл жүйесінің моделін құруда ескеріледі.

Материалдар мен әдістер

Жоғарыда жүргізілген талдау нәтижесінде келесі блок-схема құрылды.



Сурет 1. Дабыл жүйесінің блок-схемасы

Ертерек ескертуге арналған сымсыз GSM жер сілкінісінің дабыл жүйесін

дамытуға арналған алгоритм келесі қадамдарды қамтиды:

Қадам 1. Ескерту жүйесін белсендіру.

Қадам 2. Спутниктік ақпарат беруді қосу.

Қадам 3. Сейсмикалық сенсорды қосу.

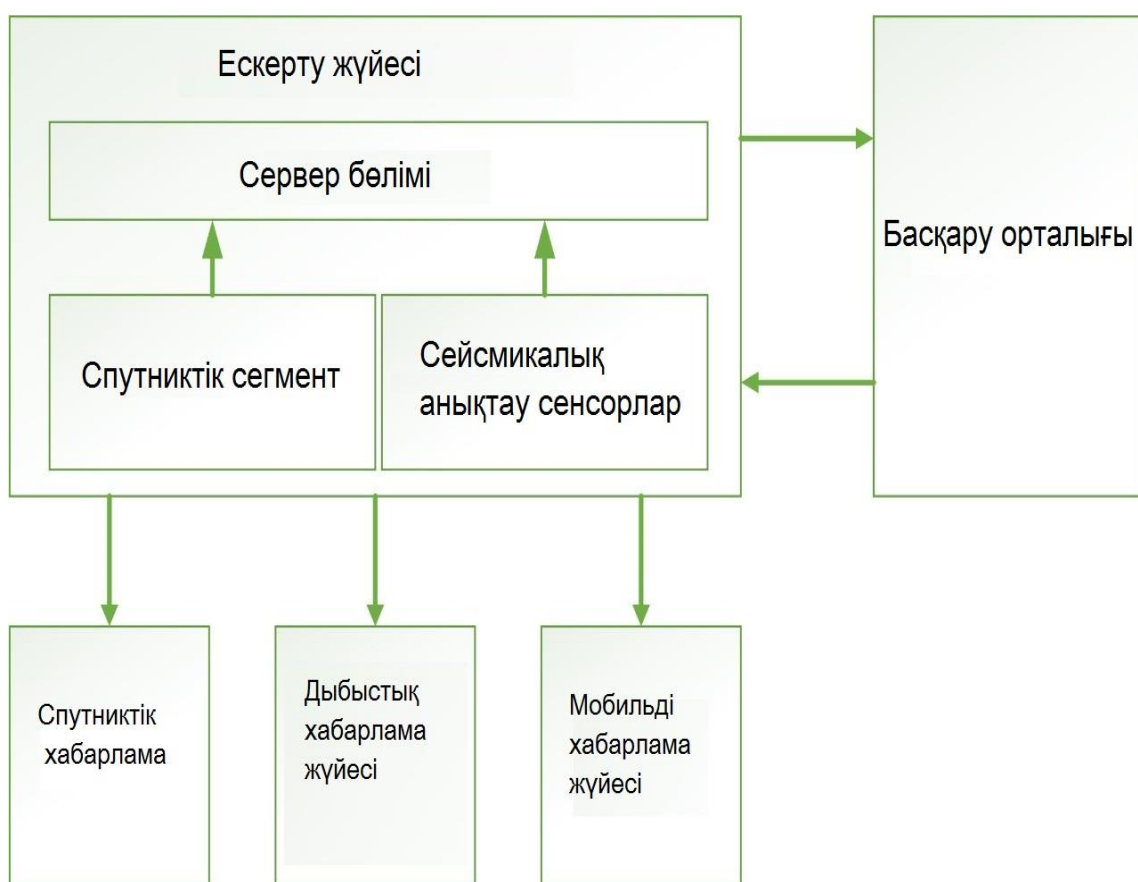
Қадам 4. Серверді қосу.

Қадам 5. Сенсорлардан алынған деректерді өңдеу.

Қадам 6. Екі жағдай қарастырылады: қауіп бар ма?, болмаса

- Қадам 7. Сенсорға сұрау қайта жіберіледі.
- Қадам 8. Қауіп болған жағдайда, ақпарат мәліметтерді басқару орталығына жіберіледі.
- Қадам 9. Мәліметтерді өңдеу жүзеге асады.
- Қадам 10. Өңделген мәліметтерді серверге жүктеу.
- Қадам 11. Дыбыстық хабарламаларды қосу.
- Қадам 12. Push хабарландыру арқылы ұялы телефонға хабарлама жіберу.
- Қадам 13. Хабарламаны спутник арқылы жіберу.
- Қадам 14. Қауіп туралы ақпаратты мобильді қосымшаға енгізу.

Алгоритм негізінде ертерек ескертуге арналған сымсыз GSM жер сілкінісінің дабыл жүйесінің жұмыс істеу архитектурасы құрылды (2-сурет).

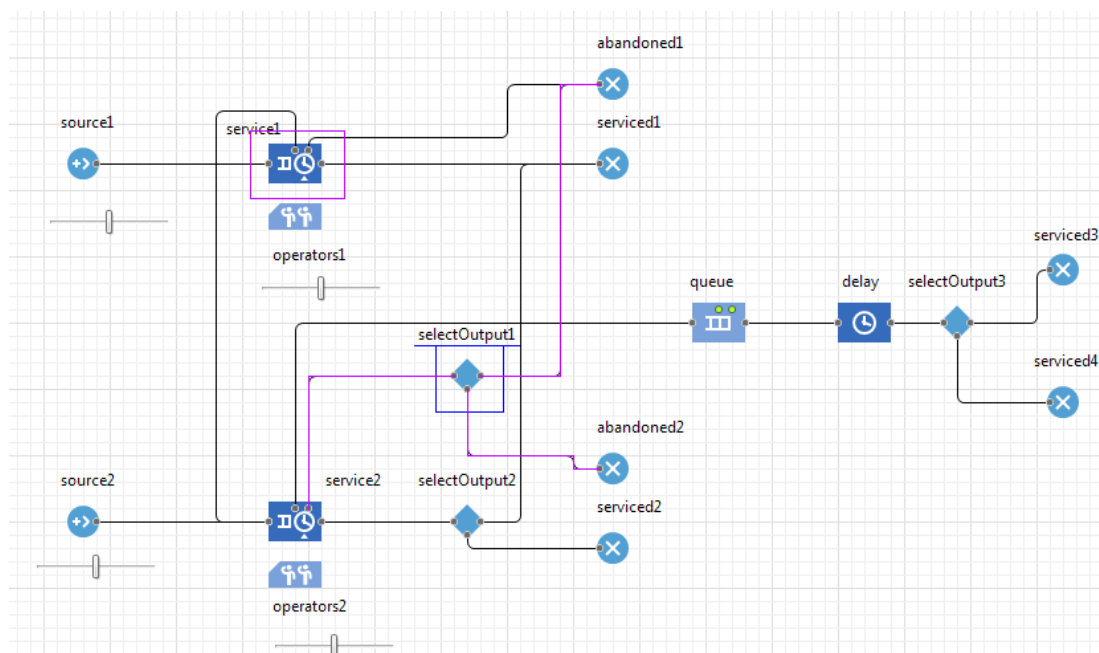


Сурет 2. Дабыл жүйесінің жұмыс істеу архитектурасы

Мұнда хабарлама сервер бөлімінен басқару орталығына барады. Спутниктік хабарлама спутник арқылы болады, дыбыстық хабарлама және мобильді хабарлама сейсмикалық сенсорлар арқылы жүзеге асырылады.

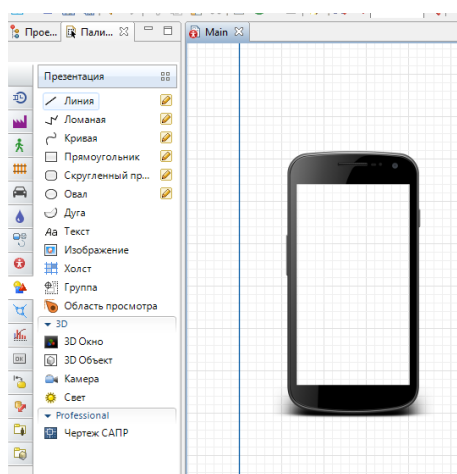
Жұмыс процесін жүзеге асыру үшін AnyLogic [10] бағдарламасы қолданылады.

Аналитикалық модельдеу кезінде қабылданған бірдей параметрлермен IM QS M/M/5/2-ді қарастырайық. Жүйеден 25 000 өтінімді алып тастағаннан кейін модельдеуді аяқтау. AnyLogic жүйесіндегі QS M/M/5/2 құрылымдық үлгісі суретте көрсетілген (3-сурет).



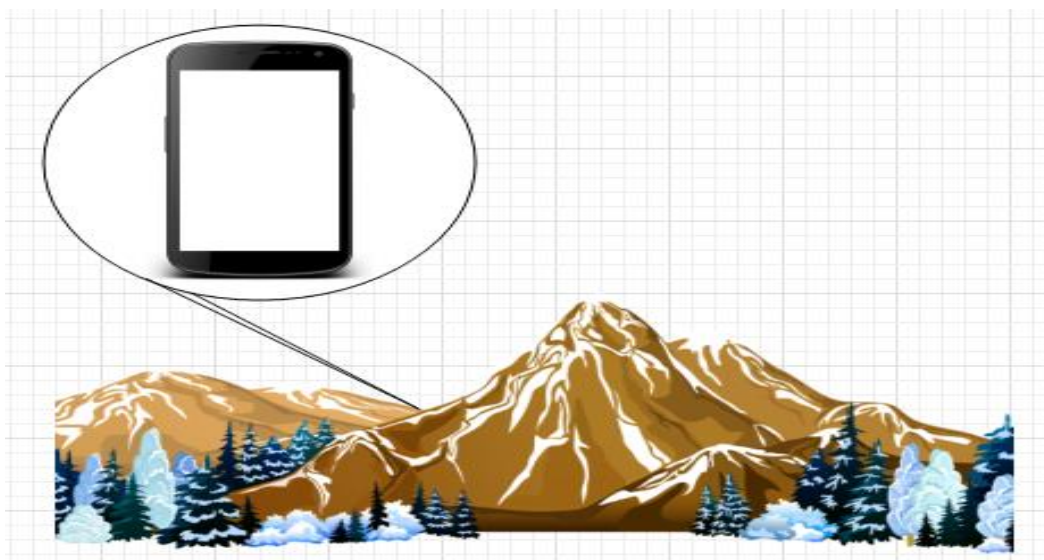
Сурет 3. AnyLogic жүйесіндегі QS M/M/5/2 құрылымдық үлгісі

Телефонға жер сілкінісінің басталғаны туралы хабарлама қабылдау [11] мақсатында жұмыс өрісіне телефонды қосу қажет (4-сурет).



Сурет 4. Телефонды қосу

Біздің жағдайда таулар да қарастыратындықтан, макетке таулардың суреті де қосылады. Жүйе жұмысының үлгісін ұялы байланысы жоқ тауда адамның болуының мысалы арқылы көрсетеміз. Көрсеткі адамның таулардағы орнын көрсетеді [12] (5-сурет).

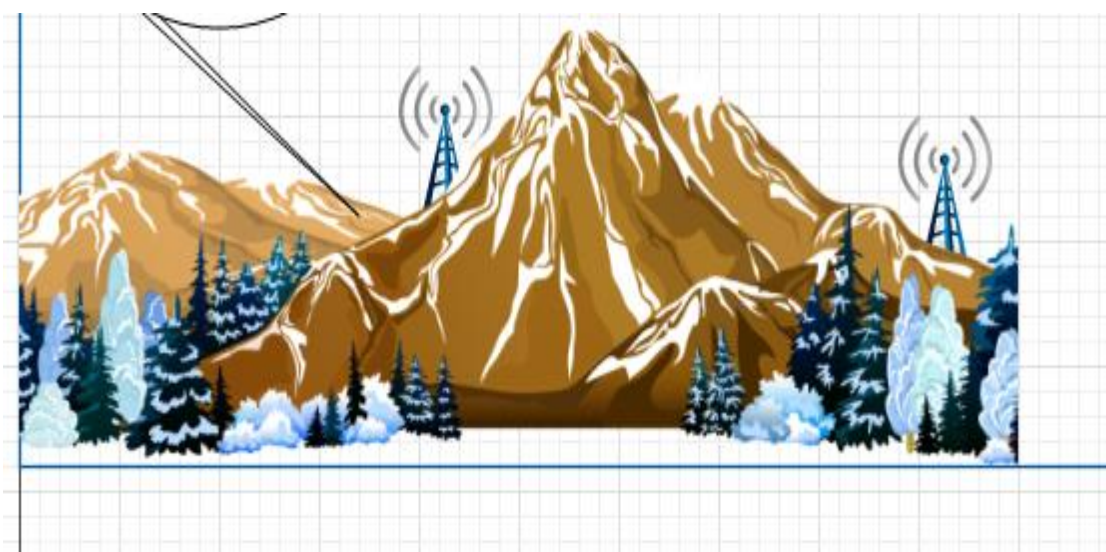


Сурет 5. Тауларды қосу

Ұялы байланыс болмағандықтан, біз сенсорлары орнатылған көп функционалды мұнараларды қолданамыз (6-сурет). Мұнара бірден 2 функцияны орындайды.

1 - ші мұнара: сейсмикалық белсенділікті қабылдаушы болып табылады.

2 - ші мұнара: Gsm базалық станциясы, таудағы адамдарға келе жатқан қауіп туралы ескерту жасау.

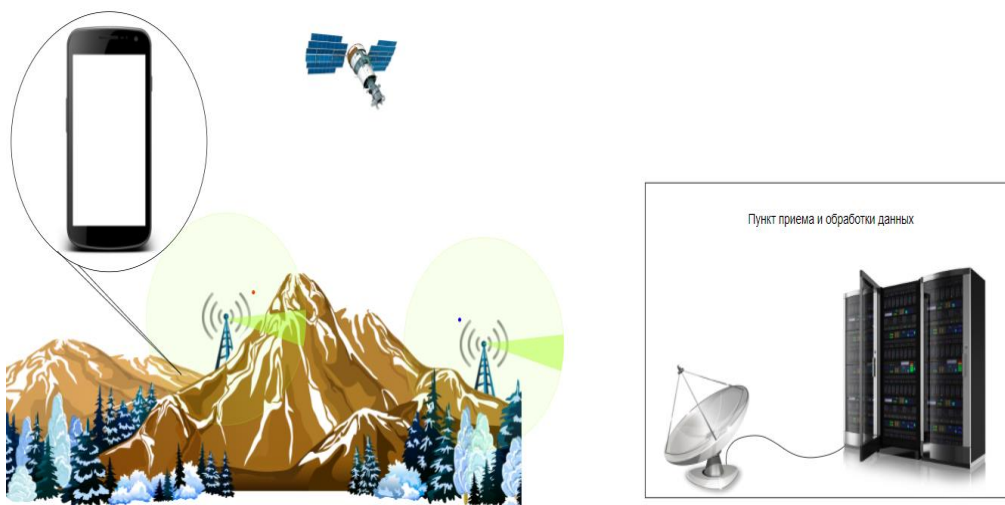


Сурет 6. Көп функциялы мұнараларды қосу

Деректерді өңдеу серверімен сенсорлардың қосылуын қамтамасыз ету үшін резервтелген жерсерікті пайдаланылады [13]. Мұнаралардан серверге сигналдар осы спутник арқылы және керісінше серверден мұнараларға жіберіледі.

Сондай-ақ біз деректерді қабылдау және өңдеу нүктесін қосамыз. Элемент қабылдау-беру антеннасынан және деректерді өңдеу серверінен тұрады. Антенна арқылы сигналдар қабылданып, спутникке жіберіледі. Антенна трансивер модулі арқылы серверге қосылған, мұнда мұнаралардан қабылданған сигналдар өңделеді.

Егер мұнаралар сейсмикалық белсенділікті анықтаса, сервер қауіп туралы ескерту үшін сигнал жібереді (7, 8 -суреттер).



Сурет 7. Ұялы телефондардың бар-жоғын анықтау үшін аумақты сканерлеу процесі



Сурет 8. Қауіпті ескертуді жіберу

Жер сілкінісінің алдын ала ескертуі - бұрыннан болған оқиғадан белгілі бір жерде қандай сілкініс күтілетінін болжау [14]. Өйткені, жер сілкінісі кезінде оның көзінен суға лақтырылған тас сияқты сейсмикалық толқындар тарайды. Бұл толқындар әдетте жер сілкінісін ерте хабарлау жүйелерімен жазылады.

Нәтижелер және талқылау

Сонымен, жұмыста жер сілкінісін ертерек ескертуге арналған сымсыз GSM жүйесінің теориялық аспектілері жан-жақты қарастырылып, талдау жүргізілді. Ертерек ескертуге арналған сымсыз GSM жер сілкінісінің дабыл жүйесінің блок-схемасы құрылып, алгоритмі келтірілді. Дабыл

жүйесінің жұмыс істеу архитектурасы құрылып, моделі жасалды. Ұсынған модель AnyLogic бағдарламасында жүзеге асырылды. Құрылған модель жер сілкінісі кезінде ұялы телефон жұмыс жасамайтын жерде қалған адамдарға алдын-ала ескерту жасауға өте қолайлы.

Әдебиеттер тізімі

1. Громов В.И., Васильев Г.А. Энциклопедия безопасности. - М., 2018.
2. Завьялов А.Д. Среднесрочный прогноз землетрясений: основы, методика, реализация. - М.: Наука, 2020. - 254 с.
3. Сейсмология институтының ресми сайты <http://some.kz>
4. Райкин П. Новые возможности в стандарте GSM // Вестник связи. - 2017. - №3. – С. 317-324.
5. Инструкция по организации и проведению эвакуационных мероприятий. – Алматы: АЧС РК. Республиканские курсы ЧС и ГО. 2000. – 41с.
6. Болт Б.А. Землетрясения. - М.: Мир, 2019. - 256 с.
7. Буланенков С.А., Воронков С.И. и др. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. - Калуга: ГУП «Облиздат», 2019. - 154 с.
8. Мордухович Л.Г. Радиорелейные линии связи. М.: Радио и связь, 2019. - 160с.
9. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 2020. - 448с.
10. Маликов, Р. Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6. Учеб. Пособие. - Уфа : Изд-во БГПУ, 2021. - 296 с.
11. К беспроводной связи 3-го тысячелетия. ж. Мобильные системы /[Электронный ресурс] <https://siblec.ru/telekommunikatsii/osnovy-teorii-mobilnoj-i-besprovodnoj-svyazi/3-mnogoantennnye-tekhnologii-v-besprovodnykh-sistemakh-svyazi>. 2, 2019.
12. Варакин Л.Е. Теория систем сигналов. - М.: Радио и связь, 2018. - 330с.
13. Замятина, О. М. Моделирование систем. Учеб. пособие. – Томск : Изд-во ТПУ, 2019. – 204 с.
14. Баклашов Н.М. и др. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды. - М.: Радио и связь, 2019. - 288с.

А.М. Ахметова¹, А.С. Шаяхметова¹, А.Б. Закирова², А. Бакытжанова¹

¹ *Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

² *Международный университет Астана, Астана, Казахстан*

Совершенствование беспроводной GSM-системы оповещения о землетрясениях для раннего оповещения

Аннотация. На сегодняшний день количество абонентов GSM превысило миллион человек. Само название стандарта GSM, Глобальная система мобильной связи (General System of Cellular Communications), приобрело новый смысл. Стандарту GSM отведена одна из главных ролей в эволюции систем связи. Он тесно связан со всеми современными стандартами цифровых сетей, в первую очередь с ISDN (Integrated Digital Network Communications) и IN (Intelligent Network). Основные функциональные элементы GSM включены в международный стандарт глобальной системы мобильной связи третьего поколения UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), который в настоящее время находится в стадии разработки. В работе предложена модель отправки звукового сообщения на мобильный телефон через базовую станцию GSM для предупреждения о надвигающейся опасности с помощью многофункциональных вышек, установленных с датчиками в местах, где нет сотовой связи.

Ключевые слова: сигнализация, землетрясение, GSM, датчик, сигнал.

A.M. Akhmetova¹, A.S. Shayakhmetova¹, A.B. Zakirova², A. Bakytzhanova¹

¹*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

²*Astana International University, Astana, Kazakhstan*

Improvement of wireless GSM earthquake warning system for early warning

Abstract. Today, the number of GSM subscribers has exceeded one million people. The very name of the GSM standard, Global System of Mobile Communications (General System of Cellular Communications), has taken on a new meaning. The GSM standard has been assigned one of the main roles in the evolution of communication systems. It is closely related to all modern digital network standards, primarily ISDN (Integrated Digital Network Communications) and IN (Intelligent Network). The main functional elements of GSM are included in the international standard of the global system of the third generation of mobile communication, UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), which is currently under development. A model for sending an audio message to a mobile phone via a GSM base station is proposed to warn of impending danger using multi-functional towers installed with sensors in areas where there is no cellular connection.

Keywords: Alarm, earthquake, GSM, sensor, signal.

References

1. Gromov V.I., Vasil'yev G.A. Entsiklopediya bezopasnosti. - M., 2018.
2. Zav'yalov A.D. Srednesrochnyy prognoz zemletryaseniya: osnovy, metodika, realizatsiya. - M.: Nauka, 2020. - 254 s.
3. Ofitsial'nyy sayt Instituta seysmologii <http://some.kz>
4. Raykin P. Novyye vozmozhnosti v standarte GSM // Vestnik svyazi. - 2017. - №3. – S. 317-324.
5. Instruktsiya po organizatsii i provedeniyu evakuatsionnykh meropriyatiy. – Almaty: ACHS RK. Respublikanskiye kursy CHS i GO. 2000. – 41s.
6. Bolt B.A. Zemletryasiya. - M.: Mir, 2019. - 256 s.
7. Bulanenkov S.A., Voronkov S.I. i dr. Zashchita naseleniya i territoriy ot chrezvychnykh situatsiy. - Kaluga: GUP «Oblizdat», 2019. - 154 s.
8. Mordukhovich L.G. Radioreleynyye linii svyazi. M.: Radio i svyaz', 2019. - 160s.
9. Baskakov S.I. Radiotekhnicheskiye tsepi i signaly. M.: Vysshaya shkola, 2020. -448s.
10. Malikov, R. F. Praktikum po imitatsionnomu modelirovaniyu slozhnykh sistem v srede AnyLogic 6. Ucheb. Posobiye. – Ufa : Izd-vo BGPU, 2021. – 296 s.
11. K besprovodnoy svyazi 3-go tysyacheletiya. zh. Mobil'nyye sistemy /[Elektronnyy resurs] <https://siblec.ru/telekommunikatsii/osnovy-teorii-mobilnoj-i-besprovodnoj-svyazi/3-mnogoantennny-tekhnologii-v-besprovodnykh-sistemakh-svyazi. 2, 2019>.
12. Varakin L.Ye. Teoriya sistem signalov. - M.: Radio i svyaz', 2018. - 330s.
13. Zamyatina, O. M. Modelirovaniye sistem. Ucheb. posobiye. – Tomsk : Izd-vo TPU, 2019. – 204 s.
14. Baklashov N.M. i dr. Okhrana truda na predpriyatiyakh svyazi i okhrana okruzhayushchey sredy. - M.: Radio i svyaz', 2019. - 288s.

Сведения об авторах:

Ахметова А.М. - PhD, Жасанды интеллект және Big Data кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

Шаяхметова А.С. – PhD, Жасанды интеллект және Big Data кафедрасының қауымдастырылған профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

Закирова А.Б. - педагогика ғылымдарының кандидаты, Астана Халықаралық университеті, Астана, Қазақстан

Бақытжанова А. – Жасанды интеллект және Big Data кафедрасының студенті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

Akhetova A.M. – Ph.D., acting Associate Professor of the Department of Artificial Intelligence and Big Data, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

Shayakhmetova A.S. – Ph.D., Associate Professor of the Department of Artificial Intelligence and Big Data, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

Zakirova A.B. - Candidate of Pedagogical Sciences, Astana International University, Astana, Kazakhstan.

Bakytzhanova A. - student of the Department of Artificial Intelligence and Big Data, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

Анализ метрологической инфраструктуры Республики Казахстан

Аннотация. Значимость данной статьи состоит в том, что, к сожалению, в Казахстане не уделяется должного внимания метрологии, ее значению, роли и синергетическому результату в разных областях экономики. Методологией статьи являются изучение сути понятия метрологической инфраструктуры, задачи и составляющие структуры международного опыта и терминологии, применяемой на уровне Международной организации законодательной метрологии. Результатом является SWOT-анализ инфраструктуры метрологии Республики Казахстан, в котором четко представлены сильные и слабые стороны, а также вытекающие из них возможности и угрозы. Учитывая, что данная работа является одной из первых в области аналитики метрологической сферы Республики Казахстан в качестве обсуждения проведен страновой обзор в рамках Евразийского экономического союза по показателям аккредитованных поверочных лабораторий, аккредитованных испытательных центров, аккредитованных калибровочных лабораторий. Кроме того, приведена статистика развитых стран в метрологическом мире, таких как Франция и Великобритания. В заключении по результатам анализа представлена первоочередная рекомендация, с которой и необходимо начать процесс трансформации метрологической инфраструктуры республики с целью глубокого совершенствования в условиях высокой конкуренции на мировой метрологической арене.

Ключевые слова: метрология, инфраструктура, анализ, метрологическая инфраструктура, обзор

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-140-3-43-61

Введение

Понятие метрологической инфраструктуры так или иначе подразумевает некую совокупность учреждений, систем управления, связи и т. П., обеспечивающую деятельность в области метрологии. Однако в Законе Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений» [1] отсутствует определение данного термина. Без метрологии и метрологической инфраструктуры невозможно точное и единообразное измерение какой-либо величины.

Цель правительства в сфере метрологии включает себя обеспечение необходимых условий для построения социального доверия к измерительным результатам [2].

Для реализации данных целей необходимо принятие правительством необходимых действий, нацеленных на становление метрологии, построение соответственной инфраструктуры, поддержку научных работ в сфере метрологии и защиту потребителей, субъектов бизнеса, государственных учреждений, некоммерческих организаций от вероятного злоупотребления, связанного с измерениями. Следует осуществить данную работу в целях воплощения всеохватывающих и поочередных политических решений, осуществление которых настоятельно нуждается в принятии закона о метрологии. В нашей стране нормативным правовым актом в представленной сфере считается Закон Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений» от 7 июня 2000 года [1].

Особенно актуальными проблемами в системе создания и эксплуатации качественной и конкурентоспособной продукции являются совершенствование нормативных, методических и технических основ системы обеспечения единства и требуемой точности измерений, воссоздание на современной основе метрологической службы и развитие отечественной приборостроительной промышленности [3].

В настоящее время работы, связанные с измерениями и их метрологическим обеспечением, составляют значительную долю от общих трудозатрат на разработку, испытания и производство продукции [3].

При продолжении негативных тенденций (сокращение заказов, невосполнимая потеря квалифицированных кадров, моральное и физическое старение измерительного оборудования и т.д.) сохранять существующую метрологическую базу, а тем более наращивать ее становится все сложнее. К таким негативным явлениям относится тенденция к нарушению основополагающего принципа, сбалансированного с точки зрения финансирования и опережающего с точки зрения технических характеристик развития [4].

Учитывая, что метрология как наука разделяется на три направления: теоретическая, законодательная и прикладная, метрологическая инфраструктура создается в первую очередь на основе законодательной метрологии. По данной причине необходимо четко определить границы и область применения законодательной метрологии, исходя из применяемой терминологии Международной организации законодательной метрологии.

Законодательная метрология – деятельность и процессуальные нормы применения системы нормативных и регулирующих правил и их обязательного выполнения в метрологии [2].

Законодательная метрология включает:

- установление законодательных требований,
- контроль/оценку соответствия регулируемой продукции и регулируемых видов деятельности,
- надзор за регулируемой продукцией и регулируемыми видами деятельности,
- обеспечение необходимой инфраструктуры для реализации прослеживаемости законодательно контролируемых измерений и средств измерений к Международной системе SI или национальным эталонам [2].

В сферу законодательной метрологии обычно входят:

- защита интересов отдельных граждан и предприятий;
- защита национальных интересов;
- защита здоровья и безопасности людей, и связанные с этим вопросы охраны окружающей среды и медицинской службы;
- удовлетворение требований коммерческой деятельности и торговли [2].

Законодательный метрологический контроль в свою очередь является совокупной деятельностью в области законодательной метрологии, которая включает:

- законодательный контроль средств измерений;
- метрологический надзор;
- все операции с целью исследования и демонстрации, например, для свидетельствования в суде, состояния средства измерений и установления его метрологических характеристик, в том числе со ссылкой на соответствующие предписанные требования [2].

Основная часть

Термин «метрологическая инфраструктура» применяется применительно к метрологическим мощностям государства или же региона и предполагает присутствие калибровочных и поверочных служб, метрологических вузов и лабораторий, а еще компанию и управление метрологической системы сообразно Интернациональному словарю определений по

законодательной метрологии (VIML): обеспечение важной инфраструктуры для реализации прослеживаемости законодательно контролируемых измерений и средств измерений к Интернациональной системе SI или же государственным эталонам относится к Законодательной метрологии [5].

В нынешнем сценарии производство чрезвычайно сложных изделий требует высокого контроля качества для соответствия проектным спецификациям, желаемым функциональным результатам и соблюдению норм. В промышленном производстве основной целью является контроль качества путем устранения ошибок и улучшения процесса с помощью точных методов/устройств измерения размеров и соблюдения стандартов и рекомендуемых руководящих принципов. Точная и отслеживаемая метрология размеров удовлетворяет потребности отрасли, начиная от макроинженерных приложений и заканчивая нанотехнологиями, и помогает в достижении цели «сделать все правильно с первого раза», следовательно, она стала неотъемлемой частью передовой обрабатывающей промышленности [6].

Проблема разработки методов оценки влияния метрологии на экономику и общество стоит перед многими странами. На сегодняшний день высокую эффективность показал метод, основанный на оценке доли затрат на метрологию в добавленной стоимости как на уровне страны, так и на уровне отдельных видов экономической деятельности [7].

Государственная метрологическая инфраструктура должна иметь четкую структуру. Модель структуры, рекомендуемая Международной организацией законодательной метрологии, представлена на таблице 1.

Таблица 1.

Структура метрологической инфраструктуры

1	2	3
№ п/п	Компонент	Требования
1	Орган в составе правительства	<ol style="list-style-type: none"> 1. воплощение в жизнь национальной политической цели в области метрологии 2. гарантия координации работы иных органов, связанных с вопросами метрологии 3. координация со всеми заинтересованными правительственными учреждениями и местными исполнительными органами, которые должны ее реализовать
2	Закон о метрологии	<ol style="list-style-type: none"> 1. определение измерений и средств измерений, подлежащих государственному контролю 2. определение требований, предъявляемых к данным измерениям и измерительным устройствам 3. определение положений государственного контроля измерений и средств измерений 4. определение органов, ответственных за выполнение конкретных задач, связанных с государственным контролем, и требований, которым они должны соответствовать 5. соответствие международным и региональным обязательствам, вытекающим из таких соглашений и договоров, как Метрическая конвенция, Конвенция МОЗМ,

		Всемирной торговой организации, Евразийского экономического союза и др.
3.	Национальный метрологический институт	<p>1. ответственность за хранение и сервис государственных эталонов и обеспечение прослеживаемости в согласовании с Интернациональной системой единиц (СИ)</p> <p>2. ответственность за проведение и координацию изучений в области метрологии</p> <p>3. ответственность за воплощение и координацию конкретной области задач в законодательной метрологии</p> <p>4. прохождение анализа, который имеет возможность подразумевать в себе экспертизу и аккредитацию</p>
4.	Государственные эталоны и стандартные образцы	1. обеспечение прослеживаемости к Интернациональной системе единиц (СИ) и интернациональной сопоставимости и принятия (утверждения)
5.	Добровольная система аккредитации калибровочных и испытательных лабораторий, инспекционных и сертификационных органов	<p>1. гарантия профессионализма и беспристрастия лабораторий, органов по подтверждению соответствия</p> <p>2. независимость от чьих-либо интересов и, как правило, не считаются доходными или же неконкурентоспособными</p> <p>3. гармонизирована и координируется на интернациональном уровне ИЛАК (Международное сотрудничество в области аккредитации лабораторий) и ИАФ (Международный форум по аккредитации) в согласовании с их работой по аккредитации</p> <p>4. проведение экспертных оценок органов по аккредитации в собственных регионах на региональном уровне с координацией и гармонизацией в сотрудничестве с ИЛАК и ИАФ</p> <p>5. международные соглашения о обоюдном признании органов по аккредитации, которые благополучно прошли экспертную оценку и отвечают установленным критериям</p>
6.	Распространение познаний и становление компетенций в области метрологии	<p>1. подключает ведущие метрологические концепции в образовательный процесс, тем более в научно-технические дисциплины</p> <p>2. передает соответственную информацию и объяснения по метрологическим задачам социуму</p> <p>3. подключает мнение практического смысла по измерению, калибровке и прослеживаемости в профессиональную подготовку</p> <p>4. увеличивает квалификацию метрологов разного значения для предназначенных испытательных и калибровочных лабораторий и индустрии</p> <p>5. мотивирует научные изучения и технический прогресс в области метрологии</p> <p>6. государственные эксперты, способствуя распространению самых передовых познаний в стране, постоянно и действенно участвуют в надлежащих интернациональных метрологических форумах</p>

		7. устанавливает партнерские отношения в области метрологии между высшими учебными заведениями, лабораториями и индустрией
7.	Метрологические предложения для индустрии и экономики	1. предложения калибровки для обеспечения прослеживаемости СИ
		2. предложения по тестированиям, предоставляемые испытательными лабораториями
		3. предложения по техническому обслуживанию измерительного оборудования
		4. аккредитация калибровочных и испытательных лабораторий и органов по подтверждению соответствия
		5. консультативные предложения для промышленности
		6. консультации независимых экспертов по урегулированию споров
8.	Сотрудничество в метрологической инфраструктуре	1. гарантия взаимодействия между правительством, индустрией, испытательными лабораториями и потребителями
		2. создает технологические платформы для сбора и распространения опыта и знаний
8.	Сотрудничество в метрологической инфраструктуре	3. поощряет сотрудничество по исследовательским проектам (темам), в которых участвуют все заинтересованные стороны
		4. поощряет разработки обоснований, поддерживающих согласованные измерения и эталонные показатели для испытаний
		5. организует встречи со всеми заинтересованными сторонами

Необходимо отметить, что проверка квалификации - жизненно важный компонент для обеспечения качества испытаний и калибровок. В частности, в законодательной метрологии объем деятельности, требующей аккредитации, предполагает проведение специальных проверок квалификации.

Как поучительный опыт можно представить результаты проверки квалификации сфигмоманометров, проведенной в 2019 году в Бразилии, прибора, обычно подпадающего под действие законодательных метрологических норм, измерения которого имеют прямое влияние на клиническую диагностику и лечение в соответствии с Рекомендациями Международной организации законодательной метрологии. Испытания включали первоначальную проверку, включающую общий осмотр, быстрый выпускной клапан и максимально допустимую погрешность для тестов индикации манжеты с использованием $Z - Score$ как критерий результативности участников. В проверке квалификации приняли участие пять лабораторий в Бразилии, аккредитованных по стандарту ISO/IEC 17025. Результаты показывают, что все пять

лабораторий получили удовлетворительные результаты экспресс-теста выпускного клапана. Одна лаборатория получила сомнительный результат в одном измерении для теста на максимально допустимую погрешность. Все лаборатории получили неудовлетворительные результаты общей проверки. Поскольку требования законодательной метрологии включают все три испытания, все лаборатории получили неудовлетворительные результаты. Результаты показали необходимость корректирующих действий для улучшения правового контроля сфигмоманометров в Бразилии. Этот квалификационный экзамен также был включен в платформу Европейской информационной системы PT (Eptis) [8].

В целом можно отметить, что метрологическая инфраструктура состоит из 8 основных составляющих, что показано на рисунке 1:

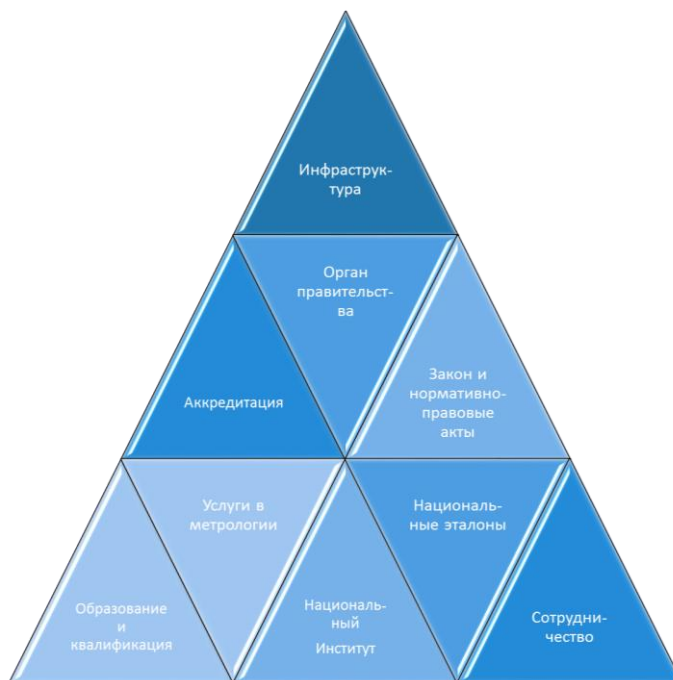


Рисунок 1. Метрологическая инфраструктура

Результаты

Заключительным этапом данной работы в рамках изучения и обзора метрологической инфраструктуры является SWOT-анализ метрологической системы Казахстана, который приведен на таблице 2.

Таблица 2

SWOT-анализ метрологической инфраструктуры Республики Казахстан

1	2
Сильные стороны	Слабые стороны
✓ Эталонная база Республики Казахстан на сегодня состоит из 101 единицы эталонов и эталонного оборудования, в том числе:	✓ Не имеется четкой единой согласованной политики в области обеспечения единства измерений – нет

<p>58 единиц - государственные эталоны, 22 единиц - рабочие эталоны, 21 единица - эталонное оборудование.</p> <p>✓ Калибровочные и поверочные лаборатории государственного научно-метрологического центра (ГНМЦ) РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии» аккредитованы как в международной системе - на соответствие требованиям МС ИСО/МЭК 17025:2005.</p>	<p>тесного сотрудничества между отраслевыми государственными органами</p> <p>✓ Поверительные и калибровочные лаборатории, как частные организации не подотчетны государству в лице КТРМ, а государственный метрологический контроль ограничен проверками по доказанным фактам нарушений или непосредственно по жалобам.</p>
<p>✓ Член Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС)</p> <p>✓ Республика Казахстан является полноправным членом Международной организации законодательной метрологии, МОЗМ</p> <p>✓ Республика Казахстан является полноправным членом Международного бюро мер и весов (BIPM)</p> <p>✓ ТОО Национальный центр аккредитации НЦА считается полноправным членом международной организации по аккредитации ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation)</p> <p>✓ НЦА сотрудничает с региональной организацией по аккредитации PAC (Pacific Accreditation Cooperation)</p> <p>✓ Представители РГП «КазСтандарт» принимают участие в работе 12-ти Технических комитетов организации сотрудничества государственных метрологических учреждений стран Центральной и Восточной Европы КООМЕТ по следующим направлениям: ТК 1.1 «Общая метрология» ТК 1.3 «Электричество и магнетизм» ТК 1.4 «Расходомерия» ТК 1.5 «Длина и угол» ТК 1.6 «Масса и связанные с ней величины» ТК 1.8 «Физико-химия» ТК 1.10 «Термометрия и теплофизика» ТК 1.11 «Время и частота» ТК 1.12 «Стандартные образцы» ТК 2 «Законодательная метрология» ТК 3.1 «ТК Форума Качества» ТК4 «Информация и обучение»</p> <p>✓ Казахстан является полноправным членом региональной организации APLAC</p>	<p>✓ Недостаточная активность и вовлеченность, а также слабое участие Уполномоченного органа в области обеспечения единства измерений Комитета технического регулирования (КТРМ) и РГП «КазСтандарт» в процессах образования в высших учебных заведениях (вузах) и подготовке молодых специалистов метрологов.</p> <p>✓ РГП «КазСтандарт» не ведутся работы по учету метрологической прослеживаемости от государственных эталонов до рабочих средств измерений (СИ), что говорит о недостаточном сотрудничестве с НЦА</p> <p>✓ Слабый уровень и низкие темпы развития цифровой (электронной) метрологии, отечественный парк СИ в основном состоит преимущественно из нецифровых средств без возможности онлайн-измерений или поверки СИ без останова производства</p> <p>✓ Недостаточная прозрачность в деятельности учебных центров по подготовке/переподготовке и повышении квалификации кадров в области обеспечения единства измерений, что создает сомнения в объективности контроля знаний по окончании чтения курсов и компетентности специалистов, окончивших данные курсы</p> <p>✓ Малый объем отечественного производства СИ, что обуславливает большой отток финансовых средств из страны на закуп измерительных средств и оборудования для нужд государственных и частных предприятий и учреждений</p>

<p>Сотрудничество органов по аккредитации в Азиатско-Тихоокеанском регионе</p> <p>✓ Двустороннее сотрудничество РГП «КазСтандарт» осуществляется со следующими Национальными метрологическими институтами зарубежных стран:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Федеральный физико-технический институт Германии (PTB) - Национальный институт метрологии Турции (TUBITAK UME) - Национальный институт метрологии Китая (НИМ Китая) - Институт метрологии Боснии и Герцеговины (IMBIH) - Исследовательский институт стандартов и науки Южной Кореи (KRISS) - Республиканское унитарное предприятие «БелГИМ» Республики Беларусь - Институт метрологии Чехии (СМІ) - Институт метрологии Словакии (SMU) - Национальный метрологический центр государственного Комитета по стандартизации, метрологии и патентам Азербайджанской Республики и др. 	
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Взаимное представление нормативных и справочных документов по метрологии с национальными метрологическими институтами зарубежных стран на согласованных условиях; ✓ Взаимодействие с национальными метрологическими институтами зарубежных стран в создании и совершенствовании государственных эталонов; ✓ Проведение совместных научных исследований с национальными метрологическими институтами зарубежных стран по созданию новых эталонов, разработке и внедрению точных методов сличений эталонов; ✓ Сотрудничество и оказание помощи национальных метрологических институтов зарубежных стран при проведении ключевых сличений и прослеживаемости эталонов; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Сложность в определении области государственного метрологического контроля в связи с неполнотой отраслевых перечней измерений, существует вероятность, что измерения, не занесенные в перечень измерений, могут находиться в отраслевых нормативно-правовых актах (НПА) ✓ Правительство в лице уполномоченного органа КТРМ не может в полной мере обеспечить прозрачность деятельности частных организаций, оказывающих метрологические услуги.

<p>✓ Обмен опытом с национальными метрологическими институтами зарубежных стран по подготовке и повышению квалификации специалистов в области метрологии;</p>	
<p>✓ Стажировка и обучение специалистов ГНМЦ работе с эталонами в национальных метрологических институтах зарубежных стран</p> <p>✓ Благодаря членству НЦА в ИАС, лаборатории или органы по сертификации, подписав договор с НЦА, получают право на использование Лабораторного совмещенного знака ИАС MRA на протоколах испытаний и калибровки</p> <p>✓ Членство в ВІРМ дает надежную количественную информацию о сравнимости национальных метрологических услуг и обеспечивает техническую основу для более широких соглашений, заключенных в области международной торговли, коммерции и законотворческой деятельности</p>	<p>✓ Формальный характер отечественного высшего образования метрологии, недостаточная квалификация выпускников вузов, что негативно скажется на конкурентоспособности отечественной метрологической инфраструктуры</p> <p>✓ Невозможность рассмотрения общего состояния и масштабы метрологической инфраструктуры со всеми пользователями и объема отечественного парка СИ, следовательно, неспособность прогнозирования нужд отечественного парка СИ для дальнейшего развития</p> <p>✓ Зависимость государства от рыночных отношений и цен на выпускаемые за границей СИ, тем самым не исключается и возможность привязки к иностранным услугодателям на осуществление технического и метрологического обслуживания измерительного оборудования и систем</p>

Республика Казахстан является членом Евразийского экономического союза наряду с Российской Федерацией, Республикой Беларусь, Кыргызской Республикой и Республикой Армения. В рамках ЕАЭС наши страны стремятся к глубокой интеграции в том числе и в области обеспечения единства измерений. В этой связи ниже приведен краткий сравнительный обзор членов ЕАЭС. Также стоит учесть, что Кыргызская Республика и Республика Армения в настоящее время не являются подписантами СИРМ MRA или ассоциированными членами Генеральной комиссии по мерам и весам, а также не имеют права использования логотипа СИРМ MRA. Сравнительный анализ по некоторым позициям метрологической инфраструктуры представлен на рисунках 2-8.

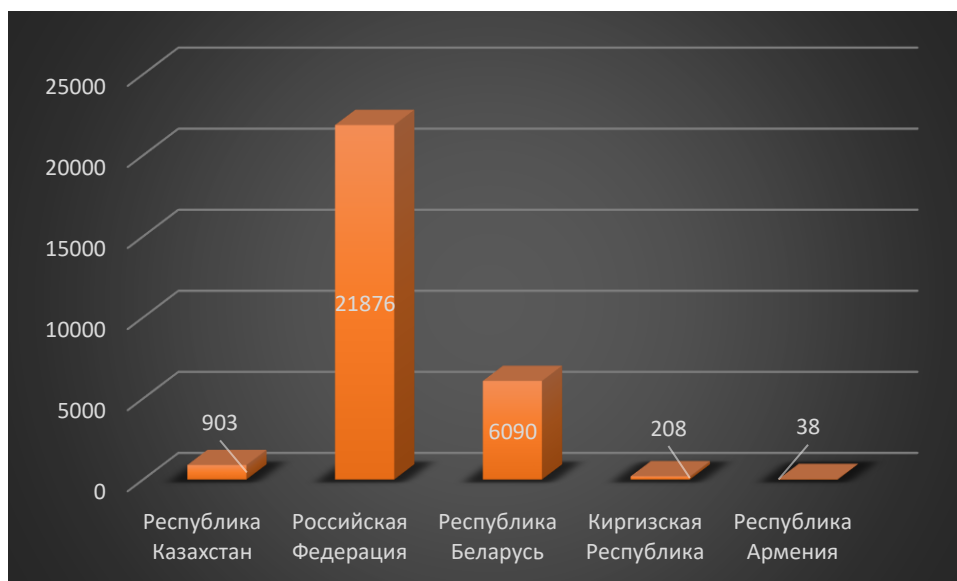


Рисунок 2. Аккредитованные испытательные центры

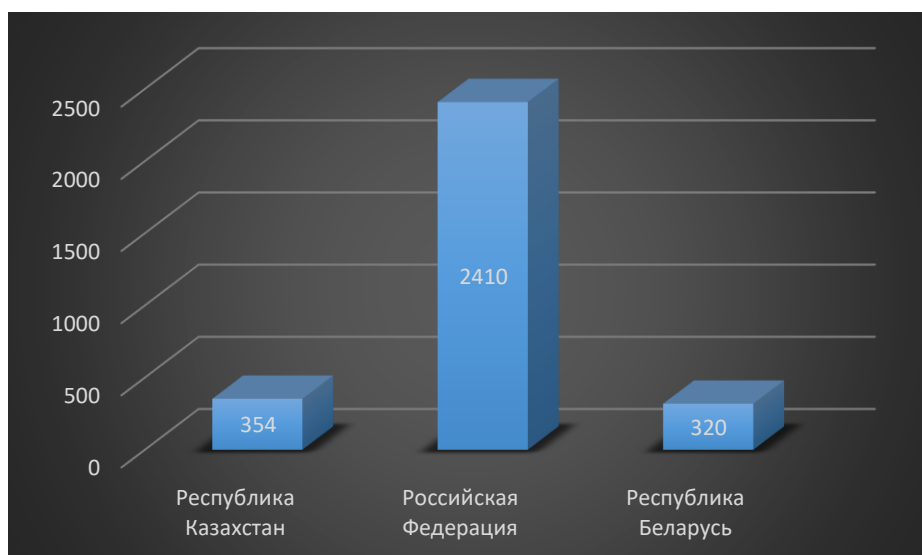


Рисунок 3. Аккредитованные поверочные лаборатории

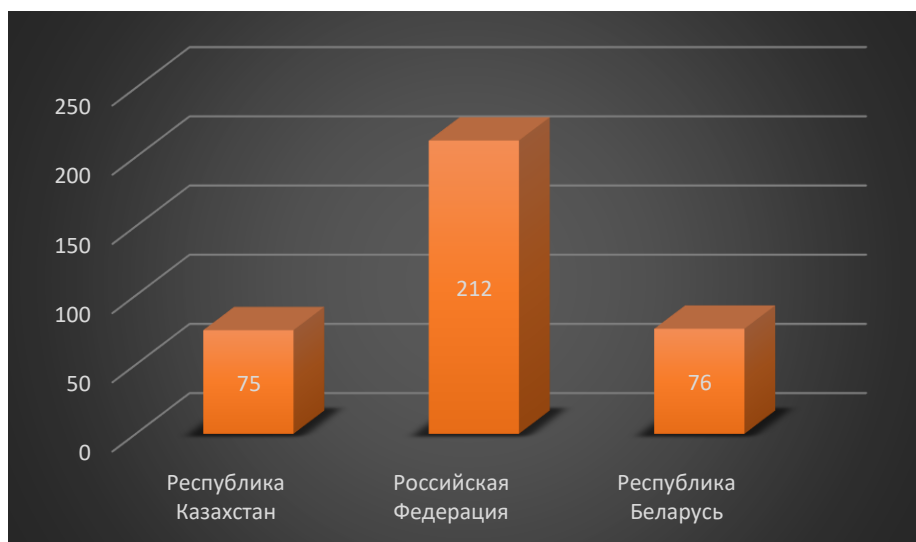


Рисунок 4. Аккредитованные калибровочные лаборатории

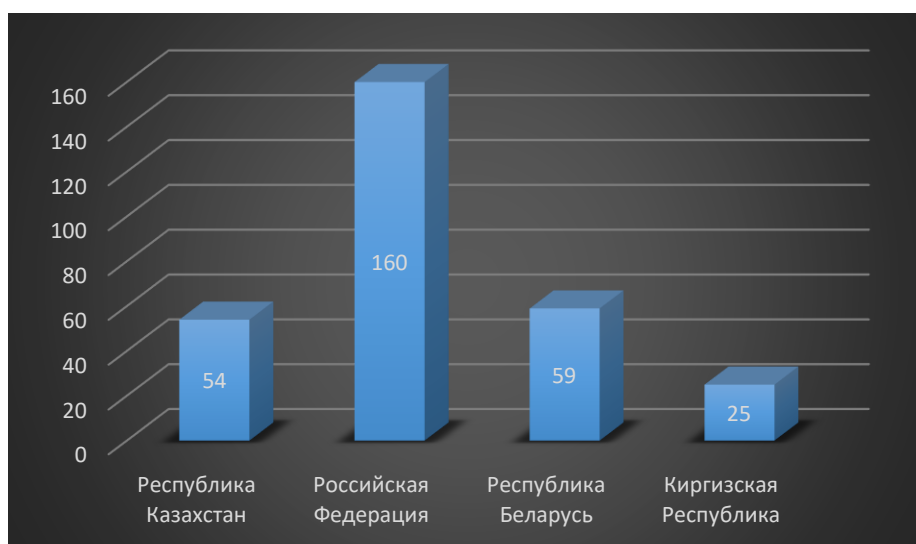


Рисунок 5. Государственные первичные эталоны



Рисунок 6. Утверждение типа средств измерений

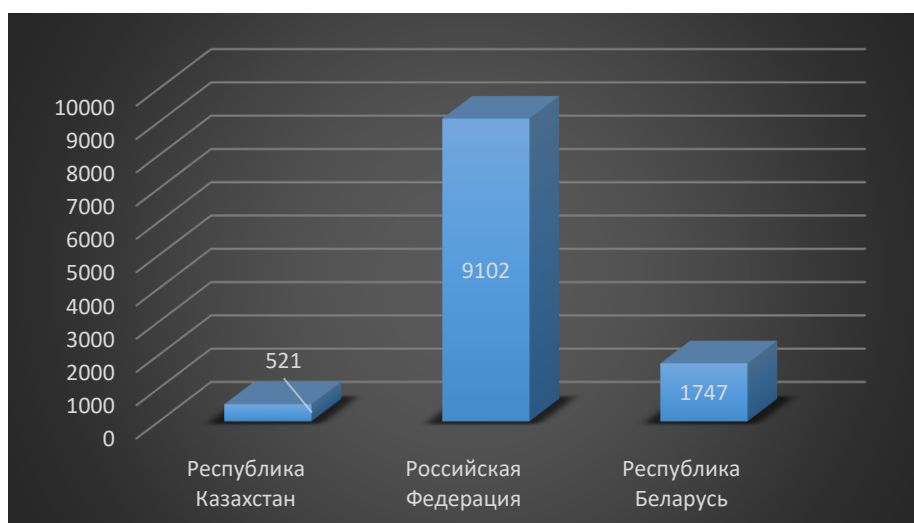


Рисунок 7. Утверждение типа стандартных образцов веществ и материалов

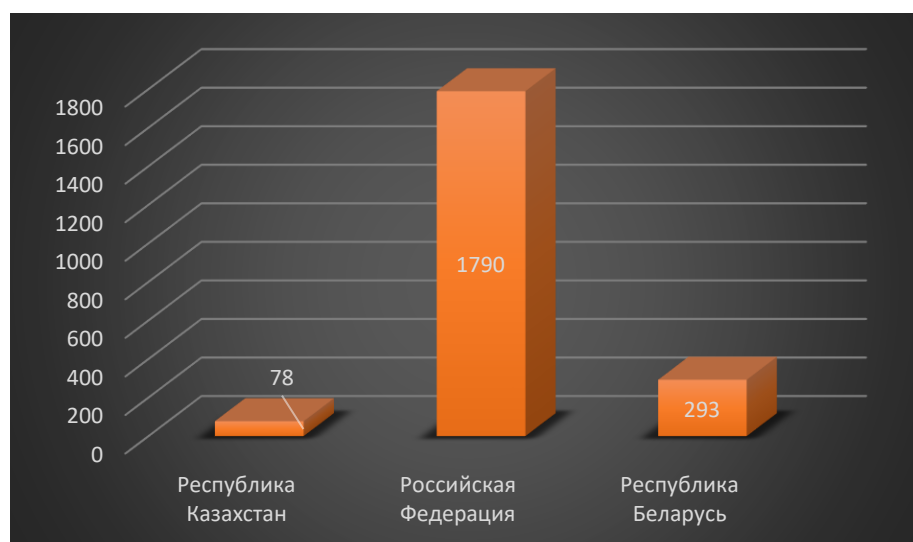


Рисунок 8. Калибровочные и измерительные возможности

Согласно данным Французского комитета по аккредитации COFRAC по состоянию на 2021 год во Франции аккредитовано 393 калибровочных лабораторий:

1. акселерометр, скорость и перемещение – 5;
2. акустика и ультразвук – 4;
3. размер – 48;
4. электричество постоянного тока и низкой частоты – 32;
5. расход жидкости – 30;
6. сила и крутящий момент – 19;
7. высокочастотное электричество – 10;
8. гигрометрия – 13;
9. ионизирующие излучения – 11;
10. магнетизм – 1;
11. масса и объем – 54;
12. оптика – 8;
13. давление и вакуум – 43;
14. стандартные образцы – 16;
15. температура – 69;
16. время и частота – 30.

Согласно данным службы аккредитации Великобритании UKAS по состоянию на 2021 год в Великобритании аккредитовано 689 калибровочных лабораторий:

1. акселерометрия – 9;
2. акустика – 10;
3. химия – 21;
4. плотность – 8;
5. размер – 88;
6. электрооборудование – 128;
7. волоконная оптика – 2;
8. расходомеры – 32;
9. сила – 29;
10. твердость – 12;
11. влажность – 35;
12. масса – 50;

13. оптика – 13;
14. давление – 78;
15. радиология – 10;
16. температура – 117;
17. машины для испытания текстиля – 3;
18. крутящий момент – 28;
19. ультразвук – 10;
20. вязкость – 2;
21. объем – 4.

Процедура поверки как во Французской, так и в метрологической инфраструктуре Великобритании отсутствует. Рассматривая отчетные данные органов по аккредитации и национальных метрологических институтов вышеперечисленных стран, можно убедиться, что в развитых странах мониторинг ведется систематически на более детальном уровне и в каждой определенной сфере экономической деятельности. Таковой системный мониторинг возможен при организации четко выстроенной эффективной метрологической инфраструктуре.

Обсуждение

К сожалению, аналогичных исследований метрологической инфраструктуры Республики Казахстан не проводилось. В связи с чем были изучены современные проблемы российской метрологии [9].

Учитывая, что наши государства являются близкими соседями с общей историей зарождения метрологии в Советском Союзе, анализ проблематики метрологической инфраструктуры Российской Федерации является весьма актуальным.

Автор Агафонов О.В. в своей работе выделяет следующие основные проблемы российской метрологии:

- устаревание эталонной, нормативно-правовой и нормативно-технической баз;
- неразвитость системы мониторинга и анализа структуры и объема парка средств измерений, эксплуатируемых в стране;
- отсутствие механизма прогнозирования потребностей общества в измерениях;
- неоптимальность развития организационной структуры управления системой обеспечения единства измерений;
- недостаток квалифицированных кадров;
- снижение эффективности государственного метрологического надзора [9].

Сравнив результаты SWOT-анализа метрологической инфраструктуры Республики Казахстан с проблемами, описанными в работе Агафопова О.В. можно отметить, что проблемы с мониторингом и анализом структуры и объема парка средств измерений и вытекающей проблемой с прогнозированием потребностей государства, недостаточная компетентность молодых специалистов-метрологов, а также низкая эффективность государственного контроля являются общими для обоих государств.

В то же время имеются и позиции, по которым Республика Казахстан превосходит Российскую Федерацию, к примеру, государством выделяется бюджет на модернизацию эталонной базы в рамках национального проекта «Устойчивый экономический рост, направленный на повышение благосостояния казахстанцев» [10], в котором предусмотрено мероприятие по обеспечению международного признания измерительных возможностей страны, предусматривающее научные исследования, модернизацию и/или дооснащение, создание новых эталонов для дальнейшего их применения в производственных отраслях.

Также стоит заметить, что подзаконные нормативно-правовые акты периодически совершенствуется, доказательством служит ряд приказов, принятых в 2018 году:

- Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 27 декабря 2018 года №936 «Об утверждении правил формирования перечней измерений и метрологических требований к ним, относящихся к государственному регулированию»;

- Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 27 декабря 2018 года № 935 «Об утверждении Правил проведения аттестации, переаттестации и отзыва сертификатов поверителей средств измерений, а также квалификационных требований к ним»;

- Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 27 декабря 2018 года №934 «Об утверждении Правил проведения поверки средств измерений, установления периодичности поверки средств измерений и формы сертификата о поверке средств измерений»;

- Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 27 декабря 2018 года № 933 «Об утверждении правил утверждения типа и регистрации в реестре государственной системы обеспечения единства измерений стандартного образца и оказания государственных услуг «Допуск к применению стандартного образца зарубежного выпуска», «Утверждение государственного стандартного образца»;

- Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 27 декабря 2018 года № 932 «Об утверждении Правил разработки, метрологической аттестации, утверждения и регистрации в реестре государственной системы обеспечения единства измерений методик выполнения измерений и референтных методик выполнения измерений и оказания государственной услуги «Регистрация в реестре Государственной системы измерений Республики Казахстан методики выполнения измерений, разработанной и аттестованной в странах Содружества Независимых Государств»;

- Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 27 декабря 2018 года № 931 «Об утверждении Правил утверждения типа, испытаний для целей утверждения типа, метрологической аттестации средств измерений и оказания государственных услуг «Выдача сертификата об утверждении типа средств измерений» и «Выдача сертификата о метрологической аттестации средств измерений», формы сертификата об утверждении типа средств измерений»;

- Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 27 декабря 2018 года №929 «Об утверждении Правил проведения метрологической экспертизы нормативных правовых актов, технических регламентов, а также межгосударственных и национальных стандартов в области обеспечения единства измерений»;

- Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 26 декабря 2018 года №923 «Об утверждении Правил ведения реестра государственной системы обеспечения единства измерений».

Учитывая вышеизложенное, можно заключить, что несмотря на ряд схожих с Российской Федерацией проблем в метрологической инфраструктуре, в казахстанской системе присутствуют и элементы с положительной динамикой, что, безусловно, закладывает основы для развития отрасли.

Выводы

Подытоживая результаты анализа метрологической инфраструктуры Республики Казахстан, несмотря на ряд положительных сторон, следует отметить отсутствие стратегического планирования в долгосрочной перспективе. Метрологическая система успешно направлена на поддержание себя в рабочем состоянии и на относительно небольшие улучшения в ежегодной отчетности. Однако система должна быть ориентирована не только на само поддержание, но и учитывать потребности промышленной индустрии и иных сфер экономической деятельности. Не имеется четкой привязки инфраструктуры по алгоритму «измерительная возможность – эталон –

вид измерений – область применения – сфера деятельности – потребность экономики».

В текущем положении вещей остро возникает необходимость внедрения принципа «обратной прослеживаемости» при построении отечественной метрологической инфраструктуры. Проще говоря, строить прослеживаемость не с целью формального доведения международной единицы величины до эталонов республики для формирования своего рода «метрологического авторитета», а зависимость выхода на уровень международного признания результатов измерений от появления таковой необходимости в соответствующей отрасли экономики.

В то же время вне зависимости от уровня национальной эталонной базы, в случае если единица измерения теряется в процессе передачи путем поверки и калибровки субъектами аккредитации, экономический эффект метрологической инфраструктуры уменьшается в разы. Для решения данной проблемы предлагается вывести метрологические услуги на цифровое пространство по тендерному типу с шифровкой сведений заказчика и лаборатории. Данное введение поспособствует соблюдению принципа беспристрастности согласно ГОСТ ISO 17025 [11].

В целях импортозамещения средств измерений российского производства низкого технологического уровня предлагается организация научного и экспертного сопровождения отечественных изготовителей государственным научным метрологическим центром с обязательством ежегодного улучшения технических и метрологических характеристик. Параллельное внесение изменений в законодательство о государственных закупках в части требований по установлению характеристик не ниже уровня средств измерений отечественного производства, что положительно скажется на ослаблении метрологической зависимости республики.

Также для совершенствования системы повышения квалификации кадров в области обеспечения единства измерений рекомендуется обязательное участие уполномоченного органа и государственного научного метрологического центра в аккредитации высших учебных заведений по специальности «Стандартизация, сертификация и метрология» с последующим согласованием учебно-методических программ.

Вышеперечисленный комплекс мер даст синергетический эффект в развитии метрологической инфраструктуры Республики Казахстан.

Список литературы

1. Закон Республики Казахстан N 53-II «Об обеспечении единства измерений». – 2000. – 25 с.
2. OIML D1:2012 «Considerations for a Law on Metrology», - 2012, 54 с.
3. Малахова Ю. Г., Жирнова Е. А. Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева. – Метрологическое обеспечение технологических процессов и производств. - 2017. -113 с.
4. Абанин В.А., Абанина Е.А., Хорохордин А.Ю., Локтев М.Ю. О повышении роли метрологии и измерительно-информационных технологий в смк промышленных предприятий // Управление качеством образования, продукции и окружающей среды: материалы 9-й всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией А.Г. Овчаренко. – Бийск, Россия, 2015. - С. 65-67.
5. Международная организация законодательной метрологии. – Международный словарь терминов по законодательной метрологии (VIML) - 2013. - 57 с.
6. Girija Moona, Mukesh Jewariya, Rina Sharma. Relevance of Dimensional Metrology in Manufacturing Industries // MAPAN - 2019 - № 34 - С. 97-104.

7. A.P. Chirkov. Assessment of the Impact of Metrology on the Economy: New Methodology // Measurement Techniques – 2020 - №63 – С. 660–666.
8. Bruno Amado Rodrigues Filho, Rafael Feldmann Farias, William Escaletti dos Anjos. Evaluating the Performance of Laboratories Testing Sphygmomanometers in Legal Metrology due to Proficiency Testing // MAPAN – 2020. - № 35 - С. 447-456.
9. Агафонов О.В. Современные проблемы российской метрологии // Международный симпозиум «Надежность и качество» – Пенза, Россия, 2012. - С. 54-55.
10. Постановление Правительства Республики Казахстан от 12 октября 2021 года № 730 «Об утверждении национального проекта «Устойчивый экономический рост, направленный на повышение благосостояния казахстанцев».
11. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий». – 2019. 32 с.

Б.У. Байхожаева, М.Д. Фалеев

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

Қазақстан Республикасының метрологиялық инфрақұрылымын талдау

Аңдатпа. Бұл мақаланың маңыздылығы, өкінішке орай, Қазақстанда метрологияға, оның маңыздылығына, рөліне және экономиканың әртүрлі салаларындағы синергетикалық нәтижелер тиісті көңіл бөлінбейтіндігінде. Мақаланың әдіснамасы метрологиялық инфрақұрылым ұғымының мәнін, құрылымның міндеттері мен құрамдас бөліктерін, халықаралық тәжірибе мен Халықаралық заңнамалық метрология ұйымы деңгейінде қолданылатын терминологияны зерделеу болып табылады. Нәтижесі Қазақстан Республикасының метрология инфрақұрылымының SWOT-талдауы болып табылады, онда күшті және әлсіз жақтары, сондай-ақ олардан туындайтын мүмкіндіктер мен қауіптер анық көрсетілген. Бұл жұмыс Қазақстан Республикасының метрологиялық саласын талдау саласында алғашқылардың бірі болып табылатынын ескере отырып, Еуразиялық экономикалық одақ шеңберінде аккредиттелген салыстырып тексеру зертханаларының, аккредиттелген сынақ орталықтарының, аккредиттелген калибрлеу зертханаларының көрсеткіштері бойынша елдік шолу жүргізілді. Сонымен қатар, Франция және Ұлыбритания сияқты метрологиялық әлемдегі дамыған елдердің статистикасы келтірілген. Талдау нәтижелері бойынша қорытындыда әлемдік метрологиялық аренада жоғары бәсекелестік жағдайында терең жетілдіру мақсатында республиканың метрологиялық инфрақұрылымын трансформациялау процесін бастау қажет бірінші кезектегі ұсыным ұсынылды.

Кілт сөздер: метрология, инфрақұрылым, талдау, метрологиялық инфрақұрылым, шолу.

B.U. Baihozhaeva, M.D. Faleyev

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Analysis of the metrological infrastructure of the Republic of Kazakhstan

Abstract. The significance of the article lies in the fact that Kazakhstan does not pay attention to metrology, and its role in various fields of the economy. The methodology of the article is the study of the concept of metrological infrastructure, tasks, and components of the structure, international experience, and terminology used at the international level. The result is a SWOT analysis of the metrology infrastructure of the Republic of Kazakhstan, which clearly presents the strengths and weaknesses, as well as the opportunities and threats arising from them. Considering that this work is one of the first in

the field of metrological analytics of the Republic of Kazakhstan, a country review was conducted as a discussion within the framework of the Eurasian Economic Union on the indicators of accredited verification laboratories, accredited testing centers, accredited calibration laboratories. In addition, the article presents statistics of developed countries in the metrological world, such as France and the United Kingdom. In conclusion, based on the results of the analysis, a recommendation is presented with which it is necessary to begin the process of transformation of the metrological infrastructure of the republic with a view to deep improvement in conditions of high competition in the world.

Keywords: metrology, infrastructure, analysis, metrological infrastructure, overview.

References

1. The Law of the Republic of Kazakhstan N 53-II "On ensuring the uniformity of measurements". – 2000. – 25 p.
2. OIML D1:2012 «Considerations for a Law on Metrology», - 2012. 54 p.
3. Malahova YU. G., ZHirnova E. A. Sibirskij gosudarstvennyj universitet nauki i tekhnologii imeni akademika M.F. Reshetneva [Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev.]. – Metrologicheskoe obespechenie tekhnologicheskikh processov i proizvodstv [Metrological support of technological processes and productions]. - 2017. – P.113.
4. Abanin V.A., Abanina E.A., Horohordin A.YU., Loktev M.YU. O povyshenii roli metrologii i izmeritel'no-informacionnyh tekhnologij v smk promyshlennyh predpriyatij [On increasing the role of metrology and measurement and information technologies in the QMS of industrial enterprises], Upravlenie kachestvom obrazovaniya, produkcii i okruzhayushchej sredy: materialy 9-j vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Pod redakciej A.G. Ovcharenko [Quality management of education, products and the environment: materials of the 9th All-Russian scientific and Practical Conference. Edited by A. G. Ovcharenko]. Biysk, Russia, 2015. P. 65-67.
5. International Organization of Legal Metrology. - International Dictionary of Legal Metrology Terms (VIML) - 2013. – P. 57.
6. Girija Moona, Mukesh Jewariya, Rina Sharma. Relevance of Dimensional Metrology in Manufacturing Industries // MAPAN - 2019 - № 34 - P. 97-104.
7. A.P. Chirkov. Assessment of the Impact of Metrology on the Economy: New Methodology // Measurement Techniques – 2020 - №63 – P. 660–666.
8. Bruno Amado Rodrigues Filho, Rafael Feldmann Farias, William Escaletti dos Anjos. Evaluating the Performance of Laboratories Testing Sphygmomanometers in Legal Metrology due to Proficiency Testing // MAPAN – 2020. - № 35 - P. 447-456.
9. Agafonov O.V. Sovremennye problemy rossijskoj metrologii [Modern problems of Russian metrology] // Mezhdunarodnyj simpozium «Nadezhnost' i kachestvo» [International Symposium "Reliability and Quality"] – Penza, Russia, 2012. - P. 54-55.
10. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated October 12, 2021 No. 730 "On approval of the national project "Sustainable economic Growth aimed at improving the welfare of Kazakhstanis".
11. GOST ISO/IEC 17025-2019 "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories". – 2019. 32 p.

Сведения об авторах:

Байхожаева Б.У. – доктор технических наук, профессор кафедры стандартизации сертификации и метрологии, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Астана, Казахстан.

Фалеев М.Д. - магистрант кафедры стандартизации сертификации и метрологии,

Евразийский национальный университет, ул. Кажымукана, 13, Астана, Казахстан.

Байхожаева Б.У. – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Standardization, Certification and Metrology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 13 Kazhymukan str., Astana, Kazakhstan.

Faleyev M.D. - Master's student of the Department of Standardization Certification and Metrology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 13 Kazhymukan str., Astana, Kazakhstan.

С.Е. Бекжанова¹, А.К. Урсарова¹, А.Ж. Абжапбарова², А.С. Даньярова³

¹Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан

²Академия Гражданской Авиации, Алматы, Казахстан

³Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

(E-mail: s.bekzhanova@inbox.ru, ainur_ks@mail.ru, Ainur.abzhapbarova@mail.ru, d_b@bk.ru)

Тенденции управления производственной безопасностью на железных дорогах РК

Аннотация. Современные условия экономической деятельности постоянно требуют совершенствования транспортных технологий для увеличения качества и ускорения доставки грузов железнодорожным транспортом. Известно, что железнодорожным компаниям необходимо постоянно анализировать показатели конкурентоспособности своих услуг и вырабатывать меры по её повышению. Современная культура безопасности играет основную роль в изменении сознания к подходам по безаварийной работе. В этой связи необходимо создать и развивать правильную атмосферу, где основной акцент окончательно перейдёт с подозрения и наказания виновных на анализ и устранение причин допускаемых нарушений и даже предпосылок к ним. В данной статье рассмотрены главные актуальные проблемы ухудшения состояния безопасности движения на магистральной железнодорожной сети. Предложено решение в виде системных мероприятий, направленных на предупреждение возникновения ситуаций и причин, которые могут вызвать транспортные происшествия, связанные с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта. Предложенная система обеспечит культуру безопасности на всех уровнях управления как действенный инструмент повышения эффективности в ограниченных условиях материальных ресурсов.

Ключевые слова: транспорт, железнодорожный транспорт, управление движением, безопасность на транспорте, транспортное предприятие

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-140-3-62-69

Введение

Главной задачей железнодорожного транспорта на сегодняшний день является обеспечение безопасности движения, выполнение которой будет эффективным при применении системного подхода. Как известно, системные мероприятия направлены на предупреждение возникновения ситуаций и причин, которые чаще всего вызывают транспортные происшествия, связанные с нарушением правил и техники безопасности движения и эксплуатацией железнодорожного транспорта.

По данным Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан [1], число происшествий на железнодорожном транспорте за последнее время выросло фактически многократно (таблица 1). Следовательно, данный рост говорит об ухудшении состояния безопасности движения на магистральной железнодорожной сети.

Таблица 1

Число происшествий на железнодорожном транспорте в разрезе регионов Республики Казахстан*

	2015	2016	2017	2018	2019
Республика Казахстан	118	124	154	5	925
Акмолинская	8	10	12	-	90
Актюбинская	8	7	7	-	113
Алматинская	14	12	23	-	106
Атырауская	2	1	3	1	22
Западно-Казахстанская	5	5	3	-	36
Жамбылская	8	14	10	2	77
Карагандинская	14	13	14	-	123
Костанайская	6	6	7	-	69
Кызылординская	5	10	13	-	54
Мангистауская	3	1	9	1	18
Южно-Казахстанская	13	14	22	-	-
Павлодарская	2	2	1	1	64
Северо-Казахстанская	7	8	6	-	-
Туркестанская	-	-	-	-	-
Восточно-Казахстанская	9	13	12	-	98
г. Нур-Султан	-	-	-	-	-
г. Алматы	12	8	8	-	-
г. Шымкент	2	-	4	-	55

* По данным Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан

Методология

Как видно из таблицы (по данным за 2019 г.) [2], основными причинами ухудшения состояния безопасности железнодорожного движения являются:

1. Не соответствующее техническое состояние локомотивов и его технических средств (составляет 56% от общего количества несоответствий безопасности движения);
2. Игнорирование технологических процессов (составляет 35 % от общего количества НБД);
3. Увеличение частных предпринимателей на железнодорожном пространстве, ориентированных на получение прибыли в ущерб безопасности.

С каждым годом повышается показатель нарушения безопасности движения железнодорожного транспорта, которое не входит в состав АО «НК «КТЖ». Таким образом, в 2019 году 24 % от общего количества несоблюдения мер безопасности движения допущены в АО «НК «КТЖ» и ее дочерних компаниях, и 76 % нарушений приходится на прочих участников, которые являются главными нарушителями безопасности.

Стоит отметить, что нарушения безопасности движения (НБД) чаще всего появляются в результате одной причины или в совокупности сразу нескольких причин. В соответствии с исследованиями, обнаружено то, что на железнодорожном транспорте все нарушения безопасности движения составляют 40% - не соответствие технологий; 10 % - отказ самой техники и 50% связаны с человеческим фактором [1].



Рисунок 1 – Причины возникновения НБД

В результате опроса работников филиалов АО «НК «КТЖ», в том числе «Алматинского отделения ГП» (НОД-7), «Алматинского отделения магистральной сети» (НЖС-7), а также работников подотчетных им структурных подразделений в идентификации опасностей и оценке рисков выявлены главные причины происхождения НБД (рисунок 2).



Рисунок 2 – Основные причины возникновения высоких рисков (по результатам проведения идентификации опасностей и оценки рисков)

Обсуждение

На диаграмме (рисунок 2) показаны основные причины возникновения НБД на железнодорожной магистрали. Следует отметить, что помимо НБД выделены и другие причины, такие как: необеспеченность оборудованием, средствами труда, инструментом (составляет 27%), большую переработку и работу в ночное время (составляет 24,3%), нахождение или работа в опасной зоне (21,6%), использование неисправных КИП (составляет 20,2%) и т.д.

Анализируя анкетные данные, можно заметить, что кроме числа причин, препятствующих обеспечению безопасности движения, по словам самих респондентов, имеются причины в виде недостаточного материально-технического снабжения, несоответствие качества закупаемой продукции, которое составляет около 50%; 46% составляют причины как несоответствие (недоукомплектация) кадров для выполнения работы с надлежащим качеством и в полном объеме; и 36 % опрошенных считают, что уровень получаемых знаний и уровень самого обучения низким. Наряду с этим, были выявлены такие факторы, как отсутствие возможности обучения, так как работники не могут быть заменены на смене в период его отсутствия – 30%; замечено нежелание обучаться в связи с дополнительной нагрузкой на работе – 20%, и остальные 14% указали, что не осведомлены о проводимых обучениях. Говоря о качестве образования, стоит заметить, что сами обучающиеся, точнее 33% опрошенных посещают данные занятия лишь для «галочки», при этом совершенно не заинтересованы в содержании обучения, полученная информация легко забывается, после чего полученные знания даже не применяются на практике. Причиной данной ситуации является скудное оформление и сложная демонстрация информации, которая по словам 18% ответивших, трудно усваивается обучающимися. Необходимо отметить, что также отмечен низкий уровень морального и материального стимулирования работников. 30% опрошенных отмечают несоответствие культуры безопасности, в том числе снижение значимости профессии в глазах работников. 32% ответивших замечают недостаточное обеспечение средствами коммуникаций, точнее: связь, интернет, электронная почта и др.

Более 60% респондентов отметили, что размер заработной платы не соответствует их опыту, выполняют обязанности, не имеющие к ним прямого отношения.

В среднем 83% респондентов ответили, что необходимо улучшить санитарно-бытовые условия на рабочих местах и каждый третий участник (35%) отмечает социальные условия для работников. Следует отметить, что на вопрос «Влияет ли предоставляемый социальный пакет на решение работать в Компании?» участники анкетирования дали положительные ответы, что составило 50% респондентов.

Особую тревогу вызывает наличие фактов сокрытия нарушений безопасности движения и охраны труда. В среднем это отмечают 22% участников.

Также необходимо отметить, что основной причиной не высказывать свое мнение и предложения руководству, по мнению 25%, является страх потерять работу, 17% респондентов отмечают нежелание выделяться в коллективе, и 13% отметили недостаток доказательной базы.

Результаты

Наложив основные результаты на модель SHELL, можем увидеть наглядно результаты анкетирования. Как видно из диаграммы (рисунок 1.3) работники Компании считают, что все компоненты модели требуют существенного улучшения. При этом наиболее критичным компонентом, по мнению работников, является обеспечение условий труда (надлежащая производственная среда), 83% респондентов отметили необходимость улучшения санитарно-бытовых условий.



Рисунок 3 – Результаты опроса работников в разрезе модели SHELL

Для систематизации управления производственной безопасностью в 2017 г. Департаментом производственной безопасности и экологии АО «НК «КТЖ» было разработано «Руководство по системе управления производственной безопасностью в акционерном обществе «Национальная компания «Қазақстан темір жолы» и в его дочерних организациях». В данном руководстве были представлены требования к планированию, реализации, мониторингу и постоянному улучшению системы управления производственной безопасностью [3]. Сама система управления производственной безопасностью включает в себя всю соответствующую методологию классификации происшествий, полной отчетности, расследования и детального анализа широкого спектра происшествий в форме нарушений, потенциально-опасных происшествий без каких-либо последствий, технологических происшествий, несчастных случаев, экологических аварийных ситуаций и происшествий с материальным ущербом. Стоит отметить, что система соответствует требованиям международных стандартов OHSAS 18001:2007 «Системы менеджмента профессионального здоровья и безопасности труда. Требования» ISO14001:2015 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по их применению», нормативных правовых актов Республики Казахстан, нормативно-технической документации и локальных актов Компании в области производственной безопасности.

Вывод

На сегодняшний день для предотвращения и минимизации факторов, влияющих на состояние безопасности движения АО «НК «КТЖ» проводятся следующие работы:

- внедрена система оценки результативности и эффективности внутреннего контроля по предупреждению проявления «человеческого фактора» и исключения случаев нарушения работниками требований локальных актов, регламентирующих выполнение технологических процессов;

- установлены нормативы для руководителей всех уровней управления, направленные на комплексный подход к решению задач, обеспечивающих безопасность движения в курируемых подразделениях;
- установлены обязательные требования по плановому ремонту вагонов, для соблюдения технологических процессов и нормативно-технической документации, также актуализированы технологические процессы подразделений вагонного хозяйства, переработаны Правила допуска грузовых вагонов на магистральные железнодорожные сети;
- запланированы и проводятся комплексные проверки состояния безопасности и охраны труда на предприятиях линейного уровня, вместе с тем ужесточена отчетность в вопросах безопасности движения по уровням управления и четко определены периодичность и порядок отчетности;
- постоянно проводится модернизация технических средств и технологического оборудования.

Краеугольным камнем, который должен лечь в основу рабочего процесса, является внедрение культуры безопасности на всех уровнях управления как действенного инструмента повышения эффективности в ограниченных условиях материальных ресурсов. Современная культура безопасности играет основную роль в изменении сознания к подходам по безаварийной работе. В этой связи необходимо создать и развивать правильную атмосферу, где основной акцент окончательно перейдет с подозрения и наказания виновных на анализ и устранение причин допускаемых нарушений и даже предпосылок к ним.

И, наконец, культура безопасности предполагает использование современных методов мотивации и вовлечения работников в решение вопросов, связанных с обеспечением безопасности движения, правильного подбора и расстановки кадров, повышения их квалификации, развития у них требуемых компетенций, а также отказом от административно-репрессивных методов управления.

Список литературы

1. Концепция и комплекс мер развития системы управления безопасностью на железнодорожном транспорте [Электрон. ресурс].-2019. – URL:<http://kazlogistics.kz/upload/iblock/caf/cafdcef488e187ee64bfcaf85f19f25b.pdf> (дата обращения 05.01.2022)
2. Число происшествий на железнодорожном транспорте в разрезе регионов Республики Казахстан [Электрон. ресурс].-2020. – URL: <https://stat.gov.kz/api/getFile/?docId=ESTAT101237> (дата обращения 09.01.2022)
3. Руководство по системе управления производственной безопасностью в акционерном обществе «Национальная компания «Қазақстан темір жолы» и его дочерних организациях [Электрон. ресурс].-2017. – URL: <https://railways.kz/img/ac01dae8-d7df-468a-bf1f-1c5f0b7955e3.pdf> (дата обращения 08.01.2022)

С.Е. Бекжанова¹, А.К. Урсарова¹, А.Ж. Абжапбарова², А.С. Даньярова³

¹Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан

²Азаматтық Авиация Академиясы, Алматы, Қазақстан

³Д. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

ҚР темір жолдарындағы өндірістік қауіпсіздікті басқару үрдісі

Аңдатпа. Экономикалық қызметтің қазіргі заманғы шарттары темір жол көлігімен жүктердің сапасын арттыру және оларды жеткізуді жеделдету үшін көлік технологияларын

жетілдіруді үнемі талап етеді. Теміржол компаниялары өз қызметтерінің бәсекеге қабілеттілік көрсеткіштерін үнемі талдап, оны арттыру шараларын жасауы керек екендігі белгілі. Қазіргі заманғы қауіпсіздік мәдениеті апатсыз жұмыс істеу тәсілдеріне сананың өзгеруінде негізгі рөл атқарады. Осыған байланысты кінәлілердің күдігі мен жазасынан жол берілетін бұзушылықтардың себептерін, тіпті олардың алғышарттарын талдауға және жоюға басты назар аударылатын дұрыс атмосфераны құру және дамыту қажет. Бұл мақалада магистральдық теміржол желісіндегі қозғалыс қауіпсіздігі жағдайының нашарлауының негізгі өзекті мәселелері қарастырылған. Қозғалыс қауіпсіздігі және теміржол көлігін пайдалану ережелерін бұзумен байланысты көлік оқиғаларын тудыруы мүмкін жағдайлар мен себептердің туындауының алдын алуға бағытталған жүйелі іс-шаралар түрінде шешім ұсынылды. Ұсынылған жүйе материалдық ресурстардың шектеулі жағдайларында тиімділікті арттырудың тиімді құралы ретінде басқарудың барлық деңгейлерінде қауіпсіздік мәдениетін қамтамасыз етеді.

Кілт сөздер: көлік, теміржол көлігі, трафикті басқару, көлік қауіпсіздігі, көлік кәсіпорны.

S.Ye. Bekzhanova¹, A.K. Ursarova¹, A.Zh. Abzhapbarova², A.S. Danyarova³

¹*Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan*

²*Civil Aviation Academy, Almaty, Kazakhstan*

³*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

Trends in industrial safety management on the railways of the Republic of Kazakhstan

Abstract. Modern conditions of economic activity constantly require the improvement of transport technologies to increase the quality and speed up the delivery of goods by rail. It is well-known that railway companies need to constantly analyze the competitiveness of their services and develop measures to improve them. Modern safety culture plays a major role in changing the consciousness of approaches to trouble-free work. In this regard, it is necessary to create and develop the right atmosphere, where the main focus will finally shift from suspicion and punishment of the perpetrators to the analysis and elimination of the causes of violations, and even the prerequisites for them. The article discusses the main topical problems of the deterioration of traffic safety on the main railway network. The article proposes a solution in the form of systemic measures aimed at preventing the occurrence of situations and causes that can cause transport accidents related to violations of traffic safety rules and the operation of railway transport. The proposed system will provide a safety culture at all levels of management, as an effective tool for improving efficiency in limited conditions of material resources.

Keywords: transport, railway transport, traffic management, transport safety, transport enterprise.

References

1. The concept and set of measures for the development of the safety management system in railway transport [Electronic resource]. Available at: <http://kazlogistics.kz/upload/iblock/caf/cafdcef488e187ee64bfcaf85f19f25b.pdf> (accessed 05.01.2022)
2. The number of accidents on railway transport in the context of the regions of the Republic of Kazakhstan [Electronic resource]. Available at: <https://stat.gov.kz/api/getFile/?docId=ESTAT101237> (accessed 09.01.2022)
3. Guidance on the industrial safety management system in the joint-stock company "National Company "Kazakhstan Temir Zholy" and its subsidiaries [Electronic resource]. Available at: <https://railways.kz/img/ac01dae8-d7df-468a-bf1f-1c5f0b7955e3.pdf> (accessed 08.01.2022)

Сведения об авторах:

Бекжанова С. Е. – доктор технических наук, профессор кафедры «Организация транспортной эксплуатации и перевозок», АО «Академия логистики и транспорта», ул. Шевченко, 97, Алматы, Казахстан.

Абжанбарова А. Ж. – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Организация авиационных перевозок и логистика», АО «Академия гражданской авиации», ул. Ахметова, 44, Алматы, Казахстан.

Урсарова А. К. – докторант по ОП [8D11361](#) – [«Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта»](#), АО «Академия логистики и транспорта», ул. Шевченко, 97, Алматы, Казахстан.

Даньярова А. С. – магистр технических наук, преподаватель кафедры «Транспорт, транспортная техника и технологии», Евразийский национальный университет им.М. Т. Н. Л. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Астана, Казахстан.

Bekzhanova S. Ye. - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Organization of Transport Operation and Transportation, «Academy of Logistics and Transport», 97 Shevchenko str., Almaty, Kazakhstan.

Abzhapbarova A. Zh. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Organization of Air Transportation and Logistics, Civil Aviation Academy, 44 Akhmetov str., Almaty, Kazakhstan.

Ursarova A. K. – Ph.D. student in Organization of transportation, movement, and operation of transport, Academy of Logistics and Transport, 97 Shevchenko str., Almaty, Kazakhstan.

Danyarova A. S. - Master of Technical Sciences, teacher of the Department of Transport, Transport Equipment and Technologies, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 13 Kazhymukan str., Astana, Kazakhstan.

Г.Т. Бекманова, А.С. Омарбекова, А. Зулхажав,
А. Тилеухан, Ж. Онаша, Б. Тимур

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
(E-mail: bekmanova_gt@enu.kz, omarbekova_as@enu.kz, zulkhazhav_a_4@enu.kz, aibol1992@gmail.com, zhanbo1988@gmail.com, berikboltt@gmail.com)

Система расчета ключевых показателей эффективности работников университета

Аннотация. Статья описывает систему расчета ключевых показателей эффективности (КПИ) профессорско-преподавательского состава, заведующих кафедрами и деканов факультетов Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. В статье показаны бизнес-процесс, онтологическая модель, основные формы системы. Разработанная информационная система предоставляет возможность вести анализ деятельности работников университета, формировать расчет рейтинга по должностям, структурным подразделениям, просматривать отчет по степени заполненности данных, рассчитывать размер вознаграждения. Система позволяет повысить вклад каждого работника в достижение стратегических целей университета, повышает уровень мотивации, ответственности и эффективности деятельности работников, а также содействует повышению профессиональных компетенций. Система функционирует с 2016 года, является постоянно накапливающейся базой данных достижений профессорско-преподавательского состава, позволяет анализировать результаты деятельности работников, визуализировать отчеты.

Ключевые слова: Key Performance Indicators, онтологическая модель, база знаний, стратегия университета, мониторинг показателей

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-140-3-70-78

Введение

Ключевые показатели эффективности (англ. Key Performance Indicators, KPI) — показатели деятельности подразделения, которые помогают организации в достижении стратегических и тактических целей. Использование ключевых показателей эффективности даёт организации возможность оценить своё состояние и помочь в оценке реализации стратегии.

Целью внедрения автоматизированной информационной системы (далее -АИС) КПИ ЕНУ является повышение общей результативности университета в достижении основных корпоративных целей. Задачи: разработка критериев для оценки результативности деятельности ППС, заведующих кафедрами, деканов факультетов; обеспечение объективной оценки и самооценки степени результативности деятельности ППС, заведующих кафедрами, деканов факультетов; формирование системы материального и морального стимулирования роста квалификации, продуктивности педагогической и научной работы, развития творческой инициативы работников; повышение уровня мотивации, ответственности и эффективности деятельности; формирование кадрового потенциала [1].

Разработанная АИС позволяет вводить данные согласно картам КПИ каждой должности, загружать подтверждающие документы, вести учет, анализ данных, расчет рейтинга по должностям, кафедрам, факультетам, направлениям деятельности, формировать отчет по степени заполненности данных, рассчитывать размер премии.

Система разработана на основе Положения о КПИ профессорско-преподавательского

состава, заведующих кафедрами и деканов факультетов НАО «Евразийский национальный университета имени Л.Н. Гумилева». Положение распространяется на работников (далее – Работники), занимающих должности:

- преподавателя, старшего преподавателя, доцента, профессора, работающих в штате Университета на ставку 0,75 и более;
- заведующих кафедрами, в том числе заведующего кафедрой Ассамблеи народа Казахстана;
- деканов факультетов, в том числе начальника Военной кафедры.

Бизнес-процесс системы

Алгоритм действий представлен на рисунке 1.

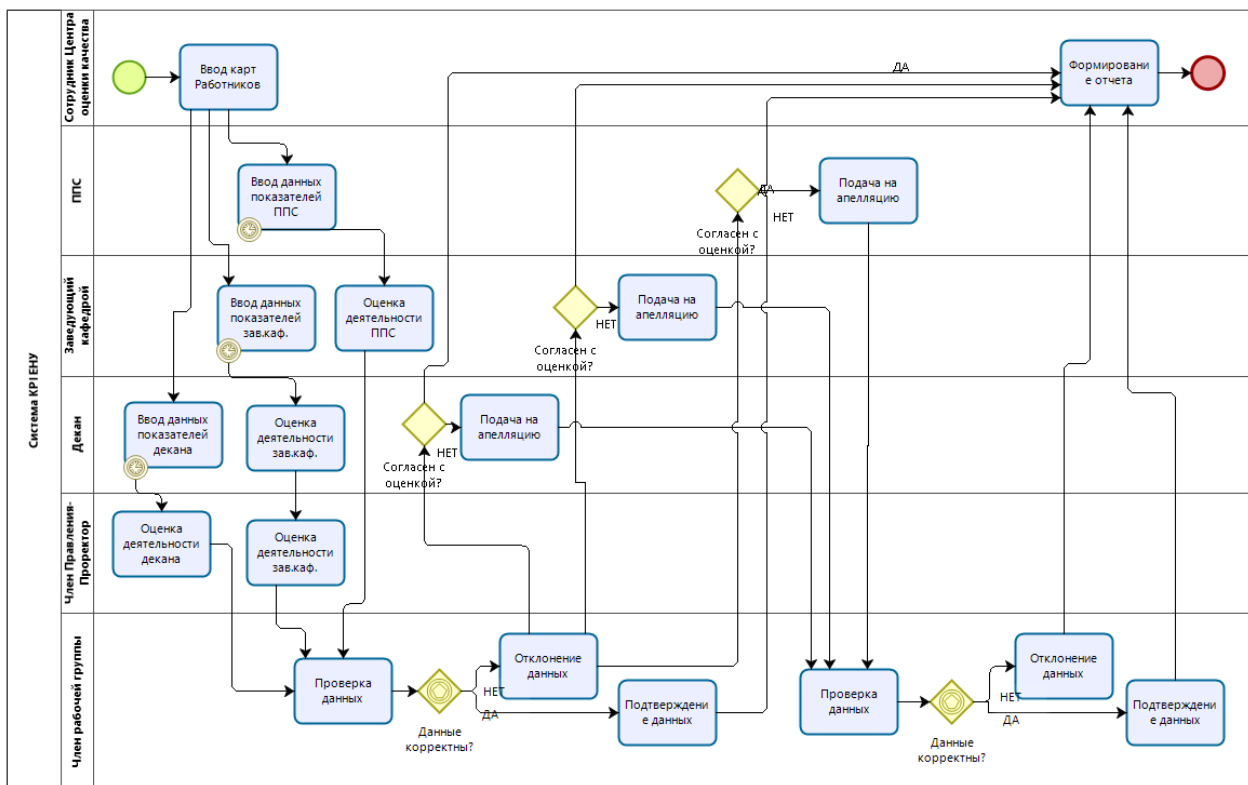


Рисунок 1. Бизнес-процесс работы АИС КРП

Описание бизнес-процесса работы АИС КРП:

1. Сотрудник Центра оценки качества вводит карты Работников в систему.
2. Работники вводят свои данные по результатам работы за период с 01 сентября по 31 августа текущего года. Данные по результатам научной деятельности и отдельных показателей вносятся в АИС КРП за период с 01 января по 31 декабря прошлого года.
3. После закрытия доступа в личный кабинет в течение пяти рабочих дней в АИС КРП осуществляется процедура выставления оценок ППС, заведующим кафедрами и деканам факультетов.
4. Заведующие кафедрами выставляют оценки преподавателям согласно Картам КРП ППС.
5. Деканы факультетов выставляют оценки заведующим кафедрами согласно Карте КРП заведующих кафедрами.

6. Члены Правления-Проректоры выставляют оценки заведующим кафедрами и деканам факультетов.

7. Центром оценки качества формируется Рабочая группа. Члены рабочей группы предоставляют Центру оценки качества список ответственных сотрудников, которые в пределах своих компетенций будут осуществлять процедуры подтверждения/отклонения данных, введенных Работником в Карты КРП, и рассмотрения их заявлений на апелляцию. Ответственные сотрудники в пределах своих компетенций согласно Картам КРП осуществляют проверку данных, введенных Работниками в свои Карты КРП, и их подтверждение или отклонение с соответствующим обоснованием.

8. При несогласии с отклонением Департаментами и Отделами введенных данных Работники имеют право подать заявление на апелляцию.

9. Департаменты и Отделы в пределах своих компетенций осуществляют проверку заявлений на апелляцию и подтверждают или отклоняют их с соответствующим обоснованием. Результаты апелляции после их рассмотрения доступны в личном кабинете Работника в АИС КРП.

10. После завершения Департаментами и Отделами процедуры рассмотрения апелляций в АИС рассчитываются итоговые баллы по Картам КРП Работников [2].

Онтологическая модель

Данная система реализована на основе онтологии карт Работников, представленной на рисунке 2.

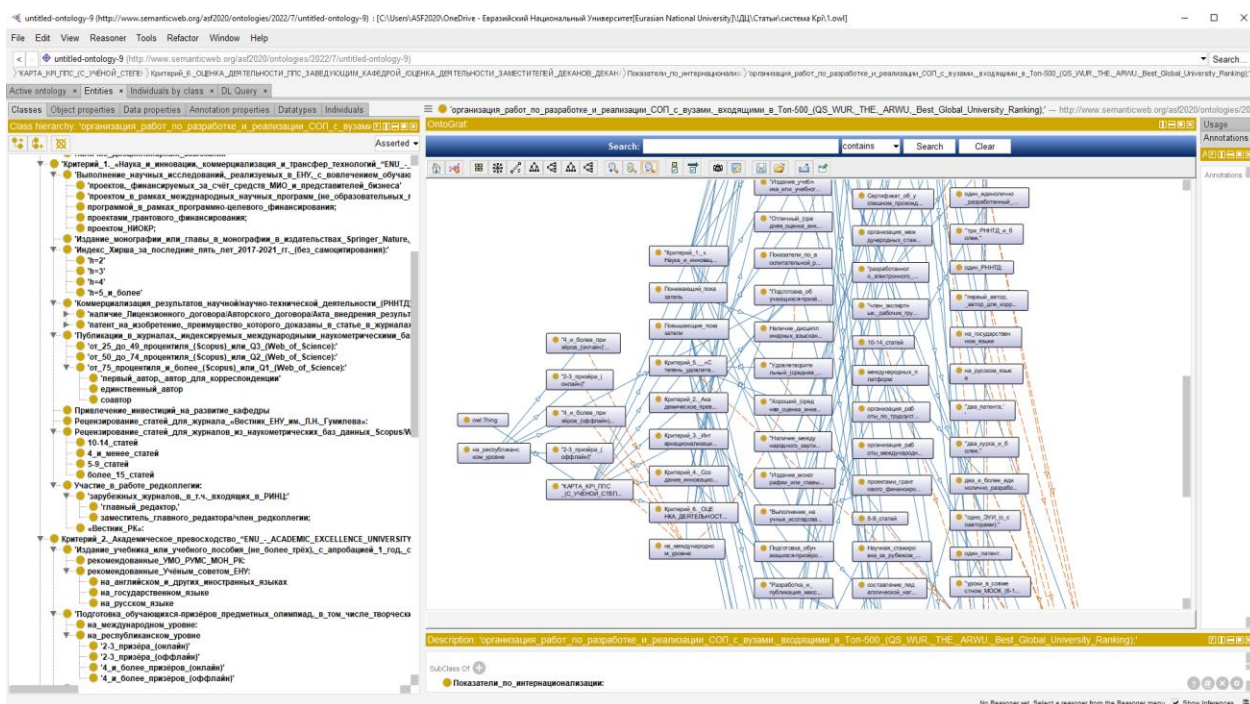


Рисунок 2. Онтологическая модель карт Работников

Каждый объект в онтологии соответствует конкретному показателю Карты. Каждый показатель имеет свойство «имеет балл», присваиваемые значения должны быть числовыми.

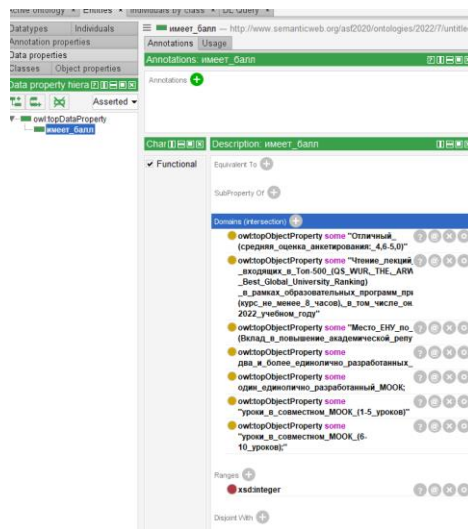


Рисунок 3. Свойства объекта

Применение онтологии позволяет сформировать базу знаний, проводить мониторинг и анализ данных.

Подсистема Работника

ИС КРП ЕНУ успешно функционирует с 2016 года, размещена по ссылке <http://kpi.enu.kz>.

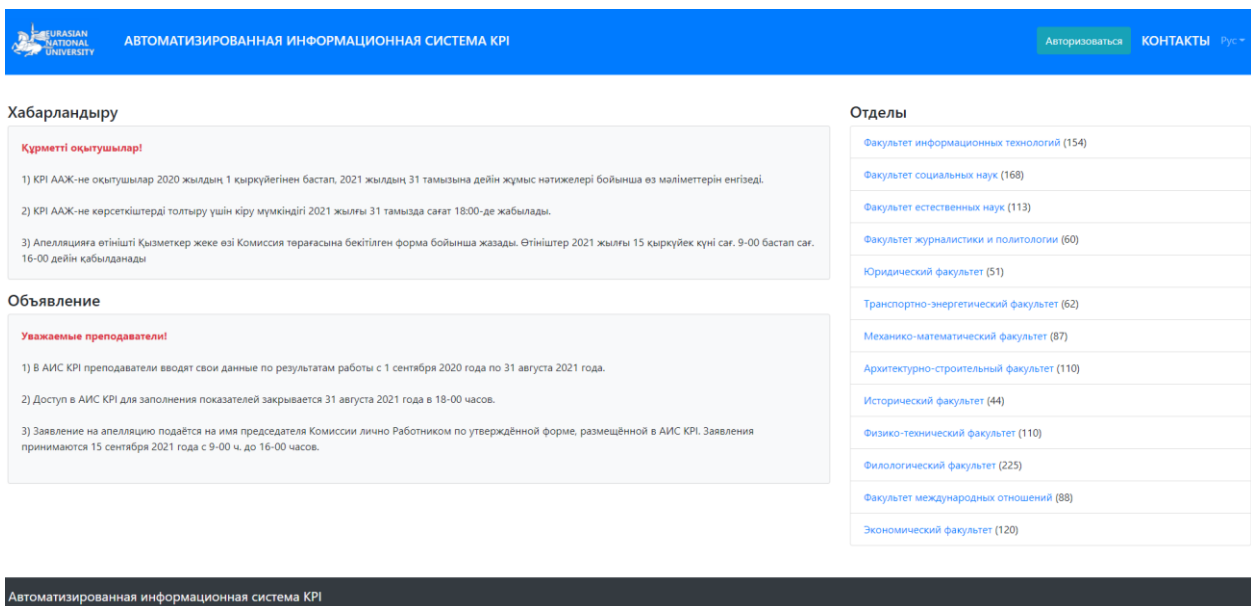


Рисунок 4. Стартовая страница системы

После успешной аутентификации Работник переходит в свой личный кабинет.

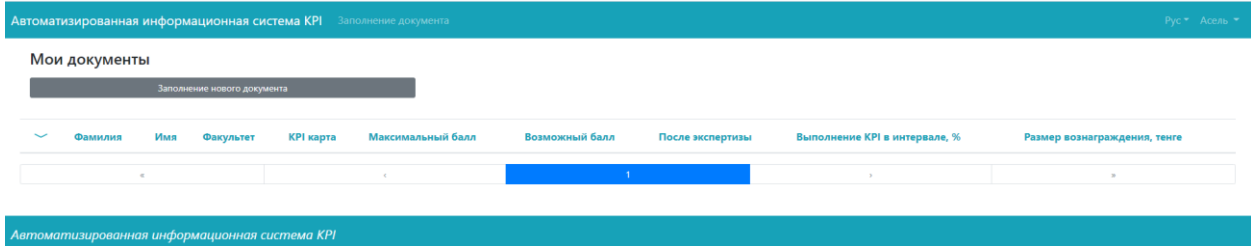


Рисунок 5. Личный кабинет Работника.

Необходимо нажать кнопку «Заполнение нового документа», появится форма выбора типа карты КРІ, соответствующей кафедре сотрудника, выбора критерия карты КРІ. После выбора конкретного пункта карты КРІ предоставляется возможность ввода краткого описания и загрузки подтверждающих документов. В названии загружаемых файлов не должны присутствовать специальные символы («.», «,», «#» и т.д.)

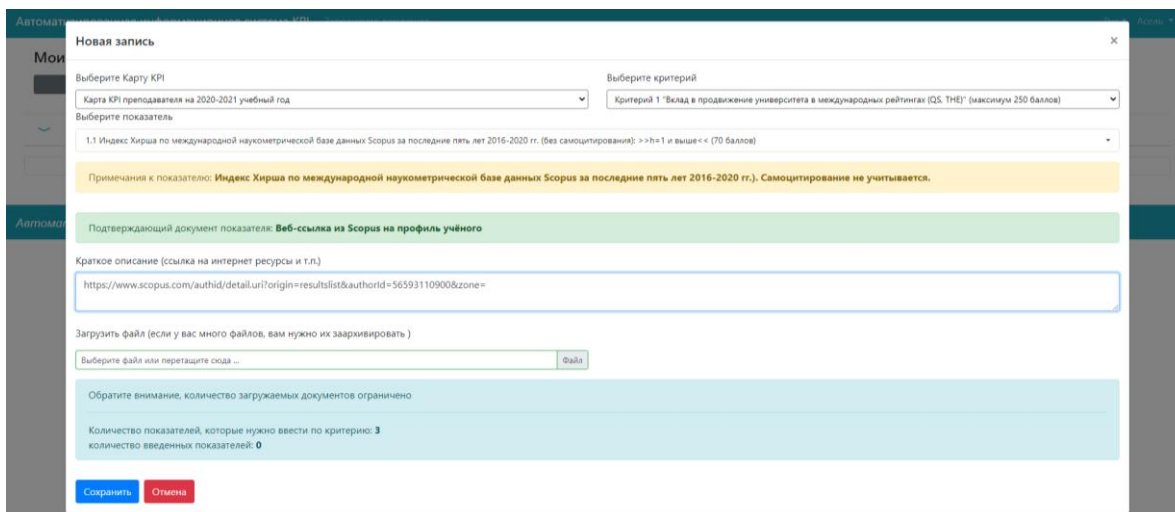


Рисунок 6. Ввод данных показателя.

В области, выделенной зеленым цветом, выводится информация о подтверждающих документах показателя.

Для просмотра всего списка введенных показателей необходимо нажать на кнопку .

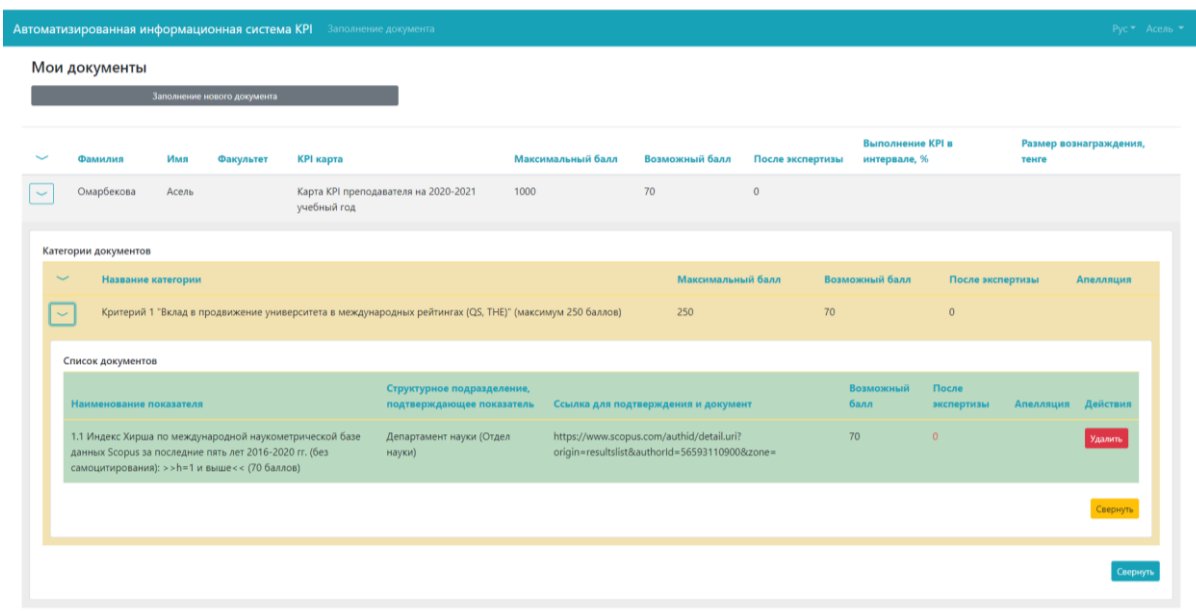


Рисунок 7. Просмотр данных показателей.

Кроме ввода показателей необходим ввод подтверждающих документов.

Подсистема администратора

Администратор системы имеет возможность управления списком отделов, пользователей,

ввода карты КРІ, просмотра отчетов, истории действий.

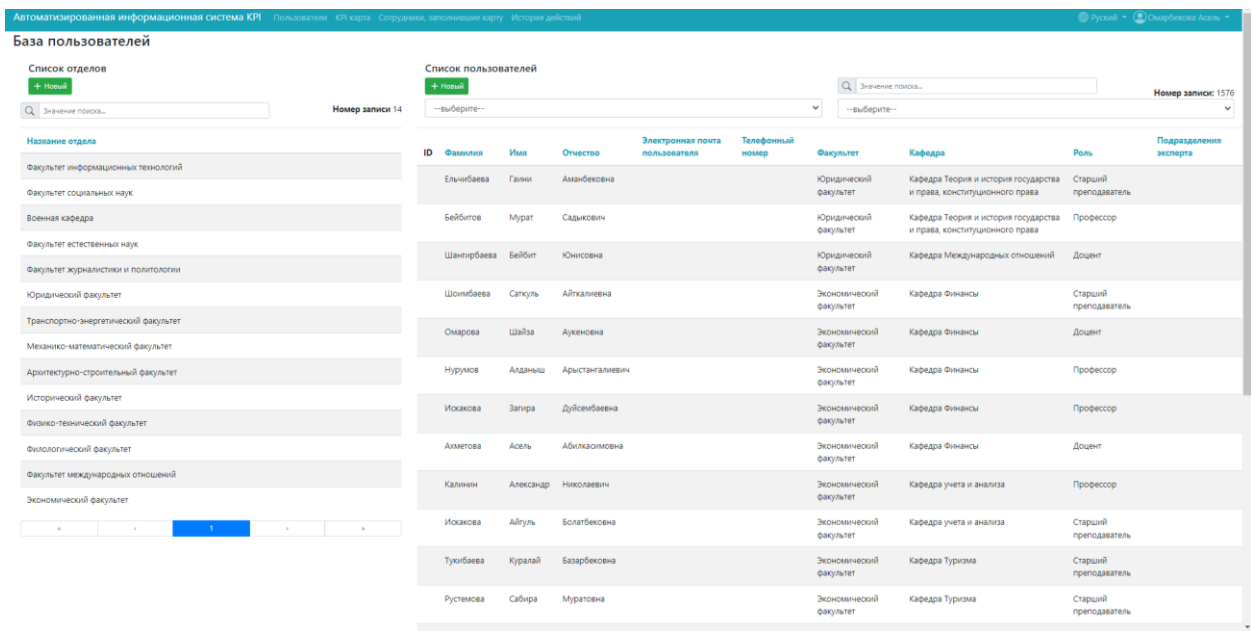


Рисунок 8. Управление пользователями системы



Рисунок 9. Формирование карты КРІ

Фамилия	Имя	Отчество	Факультет	Кафедра	KPI карта	Максимальный балл	Возможный балл	После экспертизы	Дополнительный балл	Выполнение KPI в интервале, %	Размер вознаграждения, тенге
Абдуллова	Жанат	Капаровна	Факультет информационных технологий	Кафедра Системного анализа и управления	01 КАРТА KPI ППС (С УЧЁНОЙ СТЕПЕНЬЮ)	1300	25	0	Добавить	Менее 10%	Сайлақы берілмейді/нет вознаграждения
Айкинбаева	Гүлден	Канатовна	Факультет социальных наук	Кафедра Психологии	01 КАРТА KPI ППС (С УЧЁНОЙ СТЕПЕНЬЮ)	1300	140	0	Добавить	Менее 10%	Сайлақы берілмейді/нет вознаграждения
Алманчева	Гаукар	Исламовна	Факультет информационных технологий	Кафедра Информационная безопасность	02 КАРТА KPI ППС (БЕЗ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ)	1100	75	0	Добавить	Менее 10%	Сайлақы берілмейді/нет вознаграждения
Ахилбеков	Абдыраш	Тасинович	Физико-технический факультет	Кафедра Технической физики	01 КАРТА KPI ППС (С УЧЁНОЙ СТЕПЕНЬЮ)	1300	100	0	Добавить	Менее 10%	Сайлақы берілмейді/нет вознаграждения
Арыстамбаева	Светлана	Андреевна	Факультет социальных наук	Кафедра Философии	01 КАРТА KPI ППС (С УЧЁНОЙ СТЕПЕНЬЮ)	1300	39	0	Добавить	Менее 10%	Сайлақы берілмейді/нет вознаграждения
Бекболсынова	Алма	Сартайқызы	Экономический факультет	Кафедра Государственный аудит	02 КАРТА KPI ППС (БЕЗ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ)	1100	30	0	Добавить	Менее 10%	Сайлақы берілмейді/нет вознаграждения
Дәулетбекова	Алма	Кабыновна	Физико-технический факультет	Кафедра Технической физики	01 КАРТА KPI ППС (С УЧЁНОЙ СТЕПЕНЬЮ)	1300	100	0	Добавить	Менее 10%	Сайлақы берілмейді/нет вознаграждения
Дүйсенова	Гаукар	Асылхановна	Факультет информационных технологий	Кафедра Компьютерной и программной инженерии	02 КАРТА KPI ППС (БЕЗ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ)	1100	10	0	Добавить	Менее 10%	Сайлақы берілмейді/нет вознаграждения
Егемберганаева	Сауле	Мейрбековна	Экономический факультет	Кафедра Экономики и предпринимательства	01 КАРТА KPI ППС (С УЧЁНОЙ СТЕПЕНЬЮ)	1300	169	0	Добавить	Менее 10%	Сайлақы берілмейді/нет вознаграждения
Елибева	Газиза	Казбековна	Факультет информационных технологий	Кафедра Технологии искусственного интеллекта	02 КАРТА KPI ППС (БЕЗ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ)	1100	75	0	Добавить	Менее 10%	Сайлақы берілмейді/нет вознаграждения

Рисунок 10. Просмотр результата

В основной форме можно просмотреть данные всех ППС, отсортированные по фамилии.

Факультет	Всего зарегистрированных в АИС		Итого претендентов в АИС		Итого по университету				Профессор				Доцент				Старший преподаватель				Преподаватель																					
	чел	%	чел	%	Участовали		Не участвовали		Участовали		Не участвовали		Участовали		Не участвовали		Участовали		Не участвовали		Участовали		Не участвовали																			
	чел	%	чел	%	Вознагр.	Не вознагр.	Вознагр.	Не вознагр.	Вознагр.	Не вознагр.	Вознагр.	Не вознагр.	Вознагр.	Не вознагр.	Вознагр.	Не вознагр.	Вознагр.	Не вознагр.	Вознагр.	Не вознагр.	Вознагр.	Не вознагр.	Вознагр.	Не вознагр.																		
Факультет информационных технологий	151	%	111	73.51%	54	35.76%	57	37.75%	40	26.49%	9	%	5	55.56%	3	33.33%	1	11.11%	58	100%	26	44.83%	20	34.48%	12	20.69%	58	100%	18	31.03%	23	39.66%	17	29.31%	26	100%	5	19.23%	11	42.31%	10	38.46%
Факультет естественных наук	122	%	80	65.57%	28	22.95%	52	42.62%	42	34.43%	34	%	10	29.41%	14	41.18%	10	29.41%	44	100%	14	31.82%	20	45.45%	10	22.73%	37	100%	4	10.81%	16	43.24%	17	45.95%	7	100%	0	0%	2	28.57%	5	71.43%
Экономический факультет	126	%	87	69.05%	63	50%	24	19.05%	39	30.95%	34	%	21	61.76%	2	5.88%	11	32.35%	46	100%	25	54.35%	9	19.57%	12	26.09%	40	100%	15	37.5%	11	27.5%	14	35%	6	100%	2	33.33%	2	33.33%		
Филологический факультет	229	%	153	66.81%	30	13.1%	123	53.71%	76	33.19%	47	%	14	29.79%	23	48.94%	10	21.28%	61	100%	6	9.84%	34	55.74%	21	34.43%	93	100%	9	9.68%	52	55.91%	32	34.41%	28	100%	1	3.57%	14	50%	13	46.43%
Юридический факультет	49	%	35	71.43%	14	28.57%	21	42.86%	14	28.57%	9	%	3	33.33%	2	22.22%	4	44.44%	22	100%	8	36.36%	11	50%	3	13.64%	15	100%	2	13.33%	8	53.33%	5	33.33%	3	100%	3	33.33%	0	0%	2	66.67%
Механико-математический факультет	89	%	55	61.8%	19	21.35%	36	40.45%	34	38.2%	16	%	3	18.75%	8	50%	5	31.25%	45	100%	10	22.22%	22	48.89%	13	28.89%	26	100%	5	19.23%	6	23.08%	15	57.69%	2	100%	1	50%	0	0%	1	50%
Факультет журналистики и филологии	58	%	23	39.66%	8	13.79%	15	25.86%	35	60.34%	12	%	4	33.33%	5	41.67%	3	25%	14	100%	1	7.14%	3	21.43%	10	71.43%	28	100%	3	10.71%	7	25%	18	64.29%	4	100%	0	0%	0	0%	4	100%
Транспортно-инженерный факультет	65	%	32	49.23%	11	16.92%	21	32.31%	33	50.77%	9	%	1	11.11%	4	44.44%	4	44.44%	26	100%	8	30.77%	8	30.77%	10	38.46%	21	100%	2	9.52%	8	38.1%	11	52.38%	9	100%	0	0%	1	11.11%	8	88.89%
Архитектурно-строительный факультет	117	%	70	59.83%	28	23.95%	42	35.9%	47	40.17%	23	%	7	30.43%	9	39.13%	7	30.43%	46	100%	7	15.22%	16	34.78%	23	50%	43	100%	14	32.56%	16	37.21%	13	30.23%	5	100%	0	0%	1	20%	4	80%
Факультет международных отношений	89	%	46	51.69%	19	21.35%	27	30.34%	43	48.31%	27	%	7	25.93%	7	25.93%	13	48.15%	23	100%	4	17.39%	11	47.83%	8	34.78%	23	100%	7	30.43%	5	21.74%	11	47.83%	16	100%	1	6.25%	4	25%	11	68.75%
Физико-технический факультет	117	%	81	69.23%	46	39.32%	35	29.91%	36	30.77%	19	%	6	31.58%	5	26.32%	8	42.11%	47	100%	23	48.94%	14	29.79%	10	21.28%	34	100%	13	38.24%	13	38.24%	8	23.53%	17	100%	4	23.53%	3	17.65%	10	58.82%
Исторический факультет	41	%	31	75.61%	13	31.71%	18	43.9%	10	24.39%	9	%	2	22.22%	3	33.33%	4	44.44%	17	100%	7	41.18%	6	35.29%	4	23.53%	12	100%	4	33.33%	6	50%	2	16.67%	3	100%	0	0%				
Факультет социальных наук	172	%	102	59.3%	38	22.09%	64	37.21%	70	40.7%	34	%	13	38.24%	11	32.35%	10	29.41%	46	100%	11	23.91%	18	39.13%	17	36.96%	77	100%	12	15.58%	30	38.96%	35	45.45%	15	100%	2	13.33%	5	33.33%	8	53.33%
Военная кафедра	27	%	13	48.15%	0	0%	13	48.15%	14	51.85%	0	%	0	NaN%	0	NaN%	0	0%	2	100%	0	0%	1	50%	1	50%	11	100%	0	0%	5	45.45%	6	54.55%	14	100%	0	0%	7	50%	7	50%
Сумма итоговая	1452	100%	919	63.29%	371	25.55%	548	37.74%	533	36.71%	282	100%	96	34.04%	96	34.04%	90	31.91%	497	100%	150	30.18%	193	38.83%	154	30.99%	518	100%	108	20.85%	206	39.77%	204	39.38%	155	100%	17	10.97%	53	34.19%	85	54.84%

Рисунок 11. Отображение статистики

Заключение

Ключевые показатели эффективности основаны на принципах объективности, транспарентности, достижимости и измеряемости. Разработанная система позволяет повысить вклад каждого Работника в достижение стратегических целей Университета, выполняет функции мотивации и стимулирования Работников, оценки результатов деятельности Работников согласно Картам KPI, формирования базы данных по результатам деятельности Работников, мониторинга и анализа результатов KPI [3].

Список литературы

1. Стратегия развития Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева на 2021-2025 годы [Электрон. ресурс], -2021. – URL: <https://enu.kz/downloads/may-2021/strategy-do-2025-ru.pdf> (Дата обращения 12.09.2022).
2. Положение о КРІ профессорско-преподавательского состава, заведующих кафедрами и деканов факультетов НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», 2019. -URL: <https://www.enu.kz/downloads/may/kadrovaya-politika-evraziyskogo.pdf> (Дата обращения 12.09.2022).
3. Omarbekova A., Zakirova A., Abduraimova B., Kantureeva M. Application of Olap-Cubes by Monitoring Realization of University Strategy. Journal of Engineering and Applied Sciences. 2014. - vol. 9, Issue: 10, P. 360-367.

**Г.Т. Бекманова, А.С. Омарбекова, А. Зулхажав, А. Тилеухан,
Ж. Онаша, Б. Тимур**

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

Университет қызметкерлері тиімділігінің негізгі көрсеткіштерін есептеу жүйесі

Аңдатпа. Мақалада Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің профессор-оқытушылар құрамы, кафедра меңгерушілері мен факультет декандары тиімділігінің негізгі көрсеткіштерін (КРІ) есептеу жүйесі сипатталған. Мақалада бизнес-процесс, онтологиялық модель, жүйенің негізгі формалары көрсетілген. Өзірленген ақпараттық жүйе Университет қызметкерлерінің қызметіне талдау жүргізуге, лауазымдар, құрылымдық бөлімшелер бойынша рейтингтің есебін қалыптастыруға, деректердің толтырылу дәрежесі бойынша есепті қарауға, сыйақы мөлшерін есептеуге мүмкіндік береді. Жүйе әрбір қызметкердің университеттің стратегиялық мақсаттарына қол жеткізудегі үлесін арттыруға мүмкіндік береді, қызметкерлердің ынталандыру деңгейін, жауапкершілігін және тиімділігін арттырады, сондай-ақ кәсіби құзыреттілігін арттыруға көмектеседі. Жүйе 2016 жылдан бастап жұмыс істейді, профессор-оқытушылар құрамының жетістіктерінің үнемі жинақталатын деректер базасы болып табылады, қызметкерлер қызметінің нәтижелерін талдауға, есептерді визуализациялауға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: Key Performance Indicators, онтологиялық модель, білім базасы, университет стратегиясы, көрсеткіштерді бақылау.

**G.T. Bekmanova, A.S. Omarbekova, A. Zulkhazhav, A. Tileukhan,
Zh. Onasha, B. Timur**

L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

The system for calculating key performance indicators of university employees

Abstract. The article describes the system for calculating key performance indicators (KPI) of the teaching staff, heads of departments, and deans of faculties of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. The article shows the business process, the ontological model, and the main forms of the system. The developed information system provides an opportunity to analyze the activities of the University Employees, generate a rating calculation for positions, and structural divisions, view a report on the degree of data completion and calculate the amount of remuneration. The system allows for an increase in the contribution of each Employee to the achievement of the strategic goals of the University,

increases the level of motivation, responsibility, and efficiency of the Employees, and also contributes to the improvement of professional competencies. The system has been functioning since 2016, it is a constantly accumulating database of achievements of the teaching staff, and it allows you to analyze the results of employees' activities and visualize reports.

Keywords: Key Performance Indicators, ontological model, knowledge base, university strategy, performance monitoring.

References

1. Strategija razvitija Evrazijskogo nacional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva na 2021-2025 gody [Jelektron. resurs], -2021. – URL: <https://enu.kz/downloads/may-2021/strategy-do-2025-ru.pdf> (accessed: 12.09.2022).

2. Polozhenie o KPI professorsko-prepodavatel'skogo sostava, zavedujushhih kafedrami i dekanov fakul'tetov NAO «Evrazijskij nacional'nyj universitet imeni L.N. Gumileva», 2019. - URL: <https://www.enu.kz/downloads/may/kadrovaya-politika-evraziyskogo.pdf> (accessed: 12.09.2022).

3. Omarbekova A., Zakirova A., Abduraimova B., Kantureeva M. Application of Olap-Cubes by Monitoring Realization of University Strategy. Journal of Engineering and Applied Sciences. 2014. - vol. 9, Issue: 10, P. 360-367.

Сведения об авторах:

Бекманова Г.Т. - PhD, кандидат технических наук, директор Департамента цифрового развития и дистанционного обучения, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Омарбекова А.С. - кандидат технических наук, заместитель директора Департамента цифрового развития и дистанционного обучения, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Зулхажав А. - менеджер сектора цифрового развития, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Тилеухан А. - разработчик программного обеспечения, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Онаша Ж. - архитектор программного обеспечения, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Тимур Б. - архитектор программного обеспечения, Астана, Казахстан.

Bekmanova G.T. – Ph.D., Candidate of Technical Sciences, Director of the Department of Digital Development and Distance Learning, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Omarbekova A.S. – Candidate of Technical Sciences, Director of the Department of Digital Development and Distance Learning, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Zulkhazhav A. – Digital Development Sector Manager, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Tileukhan A. - Software developer, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Onasha Zh. - Software Architect, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Timur B. - Software Architect, Astana, Kazakhstan.

Ата-бабалар мәдени мұрасына негізделген жаңа қазақ сәулет өнерінің көркемдік тілі

Аңдатпа. Бүгінде, ХХІ ғасырдың басында сәулеттің бейнесінің немесе көркемдік тілінің мағыналы өрнектелуі - жаһандық әлемде ел мен мемлекет мәдениетінің бәсекеге қабілеттілігінің негізгі көрсеткіші. Жақсы, әсіресе бірегей сәулет, орасан зор интеллектуалды және шығармашылық күш-жігерді талап етеді.

Республикада жүзеге асырылған «Мәдени мұра» іргелі ғылыми бағдарлама нәтижелері Қазақстан архитектурасының дамуында тиісті жалғасын тауып, сәулет өнерінің жаңа жолына бағыт болуы тиіс. Жасанды тіршілік ету ортасын қалыптастыру философиясын және сәулет өнерінің ұлттық эстетикаға сай концепциясын дамыту – жалпыхалықтық ауқымдағы міндет.

Бұл мақалада жарияланып отырған ғылыми зерттеулер нәтижелері мәдениет пен шығармашылыққа инвестиция: жаңа архитектураға үздік ұлттық дәстүрлерді, эстетикалық преференцияларды үйлесімді енгізу арқылы қоғамдық сананы жаңғырту болып табылады. Ұлттық графикалық семантика –сәулеттік тілдің теориялық дамуы ХХІ ғасырдағы қазақ сәулет өнерінің көркем бейнесін жасауға және әлемде өзінің лайықты орнын алуға мүмкіндік береді.

Ғылыми ізденістің нәтижесі – сәулеттік көркем бейненің этномәдени концепциясы этномәдени графикалық дәстүрлер мен техникалық және цифрлық технологиялар жетістіктерін синтездеу арқылы жүзеге асады. Жаңа қазақ сәулет өнерінде бейнетүзу және құрылым компоненттер скифтер өнерінің архаикалық брутальді композициясы мен қазақтың ою-өрнек өнерінің бионикалық пластикасы болады. Заманауи сәулет өнерінің жаңа интерпретациясы сәулетшілерге шығармашылықтың көркемдік міндеттеріне жаңаша көзқараспен қарауға мүмкіндік береді. Қоғамның эстетикалық дүниетанымы мен көркемдік талғамының деңгейін көтереді. Өмір сүру ортасының сапасын байыту, сәулет өнерінің өзіндік ерекшелігі мен танылуына ықпал ету, қалаларымыздың эстетикалық келбетінің ұлттық мәдениетке сай болуына ықпал етеді.

Кілт сөздер: Қазақ сәулеті өнері, көркемдік тілі, семантика, мұра, стиль, әлеуметтік кеңістік моделі, этномәдени дәстүрлер, эстетика, синтез, өнер

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-140-3-79-88

Кіріспе

Жобаның негізгі идеясы – ғылым, техника және технологиялар жетістіктерімен ұлттық мәдениет синтезінің сәулеттік тұжырымдамасын әзірлеу. Түпнұсқа сәулет туындыларының көркемдік-композициялық шешімдерінің принциптерін әзірлеу үшін қазіргі заманғы әлемдік көркемдік ағымдарды білу ғана емес, сонымен бірге ұлттық мәдениеттің генезисін білу, халықтың мәдени мұрасын түсіну және игеру қажет [1,2].

Ұлттық мәдениеттің квинтэссенциясы ретінде кез-келген ел архитектурасының көркемдік семантикасы халықтың эстетикалық ой-санасының даму деңгейін білдіреді. Ғылыми тұрғыдан алғанда, қазақстандық даму моделін жетілдіру үшін Сәулет үлкен рөл атқарады. Бұл тұрғыда Қазақстанның болашақ сәулетінің көркемдік бейнесі мен ішкі болмысы қазақ мәдениетінің ерекшелігін әлемге танытатындай дәрежеде болуы мақсат және ұлттық сананың мағынасына сай

жасақталған болуы абзал [2, 3].

Зерттеу жұмыстарының мақсаты – Ата-бабалардың мәдени мұрасының этногенезін ғылыми талдау, түсіну және терең игеру негізінде қазақ сәулет эстетикасының жаңа тұжырымдамасын әзірлеу. Болашақ архитектураны құрудың теориялық принциптерін синтездеу және бірегей сәндік бейнесі бар ұлттық эстетикалық талғамдарға сай сәулеттік шығармалар туындау.

Зерттеу міндеттері Мақсатқа қол жеткізу үшін Қазақстан мәдениеттерінің этногенезі мен сабақтастығын, көркем-графикалық мәдениетінің эстетикасын жүйелі зерделеу және осының негізінде мынадай міндеттерді шешу қажет:

- археологиялық материалдар мен әдеби дереккөздер бойынша «скиф аң стилі» дәуірінің көркем-графикалық тілін зерттеу және талдау;

- ежелгі түркі материалдық мәдениетінің ескерткіштерін, қазақтардың қалыптасу кезеңіндегі мәдени-эстетикалық үрдістердің динамикасын зерттеу;

- кеңістіктік формаларды модельдеу контексінде қазақтардың ою-өрнек өнерінің семантикасы мен пластикасын талдау;

- этномәдени дәстүрлер қазақтардың ою-өрнек өнері мен цифрлық дәуірдің заманауи жетістіктерінің синтезі негізінде жаңа тұрпаттағы ғимараттар мен кешендердің 3D эксперименттік моделдерін дайындау;

- Еуразиялық ғылыми кеңістіктің айналымына ХХІ ғасырдағы қазақ сәулетінің ашылулары мен жетістіктерін енгізу.

Жаһандану дәуірінде барлық халықтар өз мәдениетінің негіздерін зерттейді, өздерінің мәдени дәстүрлерімен үйлесімді өмір сүрудің жаңа түрін қалыптастыруға тырысады және оларды түрлі сәулет түрінде түбегейлі жүзеге асырады. Біздің бабаларымыз әлі күнге дейін өзінің асқан көркемдігімен тамсандыратын аса жоғары деңгейдегі көркем дүниелер жасаған. Оған нақты куә, Есік қорғанынан табылған «Алтын адам». Жауынгердің алтынмен апталған киімдері ежелгі шеберлердің дүниетанымдары мен эстетикалық талғамдары және алтын өңдеу техникасын жақсы меңгергендігін көрсетіп отыр. Сонымен бірге бұл жаңалық Дала өркениетінің зор қуаты мен эстетикасын әйгілейтін бай мифологияны паш етті [4, 5, 6]. Біздің мәдени мұра сол сақ дәуірінен бастау алатынын дәлелдеп, осы баға жетпес эстетикалық құндылықтарды сәулет өнерінің көркемдік тілі негізінде пайдалануға жол көрсетіп отыр.

Атап айтсақ, әсем сәулет, әсіресе бірегей ұлттық сәулет, үлкен зияткерлік пен зор шығармашылық талап пен күш-жігерді және үлкен қаржылық шығындарды талап ететіні белгілі. Сондықтан, дамыған елдерде оның мәдениетінің даму деңгейін көрсететін бірегей архитектураға арналған зор қаржылық шығындар елге үлкен әлеуметтік әсер мен ұлт мәдениетіне баға жетпес дивидендтер береді және үлкен қаржылар бет-әлпетсіз ғимараттар құруға ысырап болмайды.

Жасанды тіршілік ету ортасын қалыптастырудың ғылыми негізделген философиясын және жаңа архитектураның көркемдік-композициялық жүйесінің эстетикалық тұжырымдамасын жасау – ұлттық ауқымдағы міндет.

Зерттеу саласы

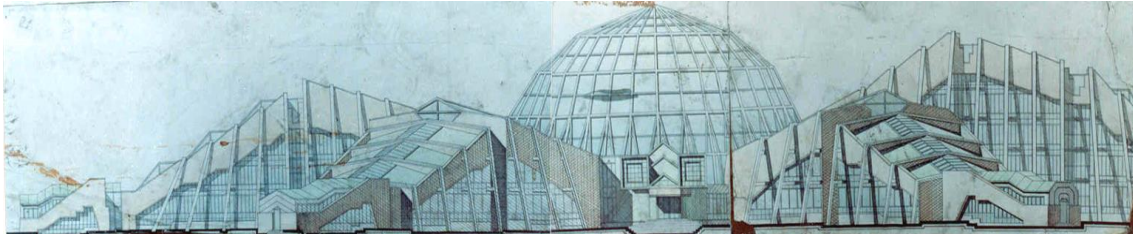
Ата-бабаларымыздың көркем мәдениетінің этногенезі - қазақ халқының тарихи - мәдени мұрасының сәулет өнеріндегі орыны;

Зерттеу нысаны сәулет өнерінің этномәдени теориялық шешімдердің туындау; сәулет өнеріндегі көркем бейне түзудегі мәдени мұра мен дәстүрлер;

Зерттелу дәрежесі. Жаһандану дәуірінде көптеген халықтар сәулет өнеріндегі мәдениеттің генезисі мәселелерін зерттеп, оларды іс жүзінде жүзеге асыруға тырысады. Халықаралық аспектіде фин (А.Альто) және жапон (К.Танге, К.Курокава, К.Седзима, Р.Риседзава ж.б.) сәулетшілері сәулет өнерінің ұлттық семантикасын дамыту мәселесінде белсенді жұмыс

істейді [5,6]. Мұндай жұмыс әлемнің көптеген елдерінде жүргізілуде (Ч. Дженкс, С.О. Хан-Магомедов, А.В. Иконников, Д. Д. Омуралиев, О. В. Воличенко, Ю. С. Лебедев және т. б.) [7,8,9,10] Әр ел өзінің мәдени мән мәтініне сүйенеді және сәулеттің көркемдік бейнесінде өзінің ұлттық стилін көрсетеді [2, 6, 9, 10].

Қазақстандық сәулетшілер негізінен сәулет тарихының саласы және ғимараттар сәулеттік типологиясының әртүрлі аспектілерімен шектеліп жүр. Бұл Алматыдағы опера театрының ғимараты (арх. Т.Қ.Басенов және т. б.), онда



Сурет 1. Бионикалық сәулет. Мектеп, студенттік жоба, 1984ж.

сәндік ою безендіру тетігі ретінде кеңінен қолданылды. Өткен ғасырдың 70-ші жылдары ұлттық архитектураны қалыптастыру әрекеттері болды: Алматыдағы телестудия (арх Коржемпо А.и.) және М.Әуезов атындағы қазақ драма театры (арх. О.Ж.Баймырзаев, А.С.Қайнарбаев). Қазақ халқының бай мәдени-эстетикалық мұраларына бағдарланған заманауи сәулет өнері мен бейнелі стилистика мәселелері бойынша жеке диссертациялар (А.Р. Сәбитов, Е.М. Байтенов, К. К. Арынов, Н. Ж. Қозбағарова) мен мақалалар бар [11, 12]. Бұл кезеңдерде ұлттық сәулет тақырыбына жеке шығармашылық ізденістер мен студенттік креативті жобалар болды (сурет 1). Бұл зерттеулер Қазақстанның қазіргі және әсіресе болашақ сәулетінің проблемаларын терең қамтымады.

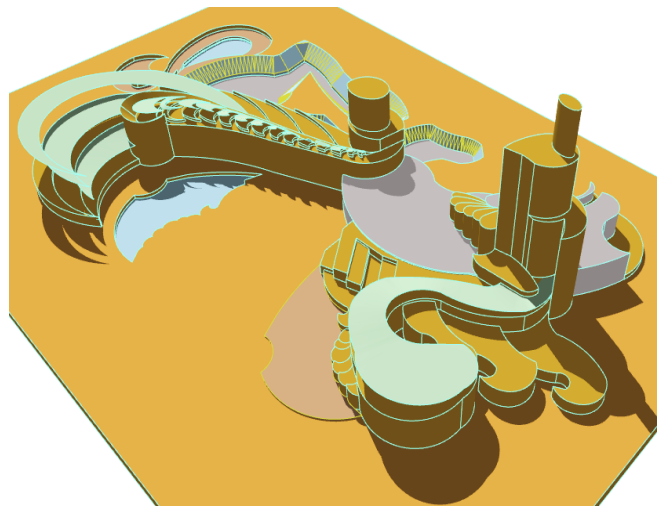
Бірегей сәулет туындыларының көркемдік-композициялық шешімдерінің принциптерін әзірлеу үшін қазіргі заманғы әлемдік көркемдік ағымдарды талдау ғана емес, сонымен қатар қазіргі заманғы ғылым, техника мен технологиялар жетістіктерімен ұлттық мәдениет генезисінің терең синтезі қажет болады.

Негізгі бөлім

Бүгінде Қазақстан жаңғырудың маңызды кезеңіне қадам басты, оның негізгі құрамдас бөлігі қоғамдық сананы жаңғырту, өз мәдениетін, өзінің ұлттық кодын сақтау болып табылады. Республикада жүзеге асырылып отырған «Рухани жаңғыру» іргелі бағдарлама компоненттері, цифрлы өркениет заманында біздің бабаларымыздың көпғасырлық мұрасын актуалды және қажеттілігін айқындап отыр. [1,2,4] Осы мағынада, жасанды тіршілік ету ортасы - архитектураны қалыптастырудың ғылыми философиясын және Қазақстанның жаңа сәулеттік эстетикасын қалыптастыру - ұлттық ауқымдағы міндет [3,4,7,10,11,12].

Сәулетші мамандарға тарихи көркем-графикалық дәстүрлерді, жобалаудың ғылыми-техникалық тілі мен заманауи компьютерлік технологиялар жетістіктерімен үйлестіру үшін бірегей зияткерлік әлеует пен креативті ойлау деңгейі қажет. Осы тұрғыда, Архитектура кафедрасының ғалым-сәулетшілер ұжымы (жетекші проф. Дүйсебай Е.К.) эстетикалық мұраны заманауи архитектуралық шешімдермен синтездеу нәтижесінде сәулеттің жаңа семантикасын ұсынып, ұлттық мәдениетке сай шешу мүмкіндіктерін зерделеуде (сурет 2).

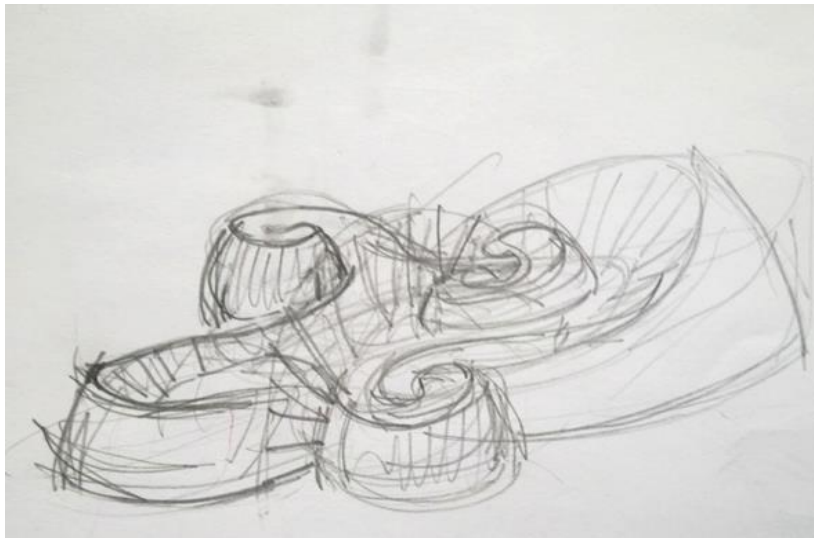
Теориялық тұрғыдан Еуразия халықтарының сақ дәуірінен бүгінгі күнге дейінгі мәдениеттер сабақтастығы қазақ мәдениетінің айрықша моделін қалыптастырды [4,11,14]. Біздің өңір өзіне тән скиф – сақ мәдениеті этногенезінің, ерекше белгілері бар ортағасырлық түркі халықтарының пайда болуы мен эволюциясы орын алған Еуразияның ауқымды аймақтарының бірі болып табылады. Сақтар мұрасының ең жарқын құрамы, көркемдік ерекшелігінің айқын көрнісі және рухани байлығының мағанасы «аң стилі өнері» болып табылады. Жалпы, «аң стилі» феномені - әлемдік өнердің ең жоғарғы шыңы саналады[4, 8,13].



Сурет 2. Алтын бұйымдар пішінін сәулеттік бейнеге трансформациялау жолдары. Сәулет-шығармашылық ізденіс

Осы тұрғыда, сәулет және қала құрылысы ғылымы үшін жасанды тіршілік ету ортасы - сәулеттің қалыптасу ерекшеліктерін талдаудың философиялық және көркемдік принциптерін анықтау маңызды. Бірегей және этномәдени негіздегі ел архитектурасы бүгінгі күннің маңызды әлеуметтік сұранысы, жаһандық мәдениете заманауи қазақстанцы ең лайықты көрсеткіші.

Нағыз сәулет ұзақ тарихи кезеңге, кейде мыңжылдықтарға арналған халықтың мәдени кодын орындайды, сондықтан оның көркемдік тілі (семантикасы) халық мәдениетінің тасымалдаушысы және тарихи мұрагері. Осы ретте атап өтетілуге тиісті дерек, ол қазақ өрнегінің (қошқар мүйіз ою бейнесі) сақтар заманынан бастау алатындығы археологиялық деректермен айқындалған (сурет 4). Бұл қағида негізінде нақты материалдық-көністіктік және көркемдік-эстетикалық процестерді қайта құра отырып, археологиялық дереккөздер тарту нәтижесінде жаңа сәулеттік эстетика тұжырымдамасын туындау өзекті іс болып табылады.



Сурет 3. Ою-сәулеттік бейне. Эскиз

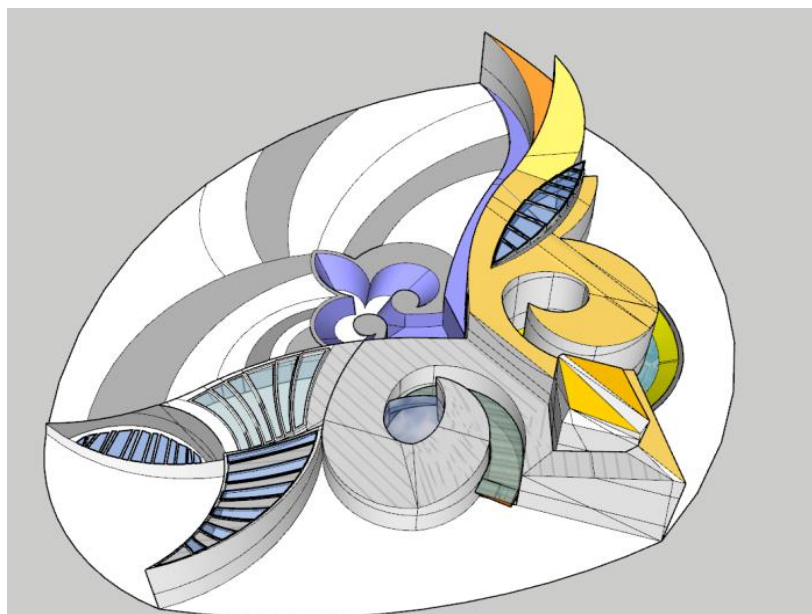
Бірегей және этномәдени негіздегі ел архитектурасы біздің мәдениетке қатынасты әр дәуір эстетикасындағы пішін қалыптасу принциптерін ашу, сәулеттік жобалауға композициялық негіз болатын көркемдік басымдықтарды таңдаудан басталады. Біздің зерттеулер мен шығармашылық ізденістер:

1) "скиф аң стилі" дәуіріндегі алтын бұйымдардың көркем-графикалық тілін этномәдени архитектуралық бейне ретінде композициялық трансформациялау принциптеріне негізделеді;

Жаңа архитектураның басты пішін қалыптастырушы және құрылымдық-кеңістіктік құраушы компоненті скифтер өнерінің архаикалық брутальді композициясы (сурет 2). «Скиф аң стилі» графикалық тілінің негізінде архитектура-композициялық қағидалар түзу мен эскиздік модельдер мен алғы жобалар композициясына арналған мақала басқа басылымда толық берілген.

2) Ата-бабалар мұрасы - ою-өрнек өнерінің стилистикалық ерекшеліктерін шығармашылық игеру қазақ сәулетінің көркемдік бейнесін модельдеуде этномәдени композициялық мотив және принципті пластикалық тіл ретінде қарастырылады;

Дәстүрлі қазақ ою-өрнегі екі координатты жазық бетте жайғасып сызылған бейне-композиция негізіне құрылған графика. Тарихи сәулеттік ескерткіштер болсын, заманауи құрылыс тәжірибесі болсын бедерлі ою тек жазық беттерде орналасқан безендіруші тетік - сәндеуіш ретінде ғана пайдаланылып келді. Осы зерттеулердің негізгі ғылыми жаңалығы мен шығармашылық жетістігі – қазақ ою өнерінің сәндік-жазық графикасын сәулеттік нысанының көлемді-құрылымдық композициясына айналдыру принциптерін қалыптастыру.



Сурет 4. Қазақ өрнегінің пластикасы сәулеттік кеңістік бейне құрудың негізі. Эскиз

Қазіргі заманда әлемдік деңгейде дамып отырған сәулеттік боника стилі табиғаттық пішіндерге ұқсайтын композицияларға құрылған. Осы саланы терең зерттей қарасак, қазақтың ою-өрнек өнерінің **бионикалық** семантикасы мен сызықты емес - кеңістіктік пластикасы табиғаттық формалар негізінен туындағаны белгілі болады (сурет 4).

Біздің жаңа ғылыми ізденістеріміз бен экспериментальді жобалық ұсыныстарымыз қазақ ою-өрнегінің жазық бетте құрылған графикасын жаңа техникалық және цифрлық технология жетістіктерімен сәулеттік нысанының үш өлшемді көлем-құрылымдық композициясына айналдыру принциптерін жүзеге асыру мақсатын көздейді.

Ғылыми зерттеудің нәтижесі қазақстандық брендті білдіретін жаңа үлгідегі тұрғын үй және қоғамдық ғимараттардың эксперименттік сәулет жобалары түріндегі өнім болады.

Түйін

Нағыз сәулет ұзақ тарихи кезеңге, кейде мыңжылдықтарға арналған халықтың мәдени кодын орындайды, сондықтан оның көркемдік тілі (семантикасы) халық мәдениетінің тасымалдаушысы және тарихи мұрагері.

Дамыған елдерде архитектураға арналған зор қаржылық шығындар оның мәдениетінің даму деңгейін көрсете отырып, елге үлкен әлеуметтік тиімділік пен ұлт мәдениетіне баға жетпес дивидендтер береді, бет-әлпетсіз ғимараттар құруға ысырап болмайды.

Қазақстан үшін дәуірлік жаңа мәдениетті қалыптастыру процесінде, халықтың ежелгі және қазіргі заманғы мәдениетінің сабақтастығын көрсетуде, өзіндік ұлттық мағынасы бар көркем-бейнелі сәулеттік шығармалар шешуші рөл атқарады.

Қазақ сәулет өнерінің шығармашылық қағидаларының теориялық негізін әзірлеу және ұлттық-көркем семантиканы – графикалық тілді қалыптастыру концепциясын тәжірибелік меңгеру дәстүр мен заманауи жетістіктер синтезіне негізделеді. Көтерілген мәселелер біздің дүниетанымымызды, халқымыздың өткені мен бүгінгінің және болашағын жан-жақты ой елегінен өткізіп, терең зерделеуді талап етеді.

Жаңа архитектураның қағидаттары біздің сәулетшілерге эстетикалық міндеттеріне жаңаша қарауға, қазақ сәулеттінің өзіндік көркемдік ерекшелігі мен танымал болуына, қалаларымыздың

эстетикалық бейнесінің ұлттық мәдениетке сай болуын қамтамасыз етеді.

Біздің ғылыми зерттеулердің тұжырымдамалары нәтижесінде әзірленген және заманауи цифрлық технологияға негізделген сәулет – бұл мәдениет пен шығармашылыққа салынатын инвестиция: этномәдени мекендеу ортасының жаңа тұрпатын қалыптастыру арқылы қоғамдық сананы жаңғырту және үздік ұлттық дәстүрлерді, эстетикалық артықшылықтарды жаңа архитектураға үйлесімді енгізу.

Бұл жұмыстың нәтижесі бойынша Еуразиялық ғылыми және мәдени кеңістік айналымына жаңа замандағы қазақ сәулетінің ғылыми жаңалықтары мен көркемдік жетістіктері енгізілетін болады. Қазақ сәулетінің ХХІ ғасырдағы көркемдік бейнесін жасауға және әлем халықтары мәдениеті ішінде лайықты орын алуға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Елдің сәулет өнерінің болашақ даму векторы халықтың мыңдаған жылдар бойы қалыптасқан тарихи мәдениетінің этногенезіне негізделуі керек;

ата-бабаларымыздың осы заманға дейін сақтап келген қазақ ою-өрнек өнерінің графикалық тілі "скиф аң стилі" дәуірінен бастау алады деген теориялық гипотезалар артефактілер негізінде дәлелденді;

эстетикалық сана сабақтастығы және көркем-мәдени дәстүр жалғасы ретінде "скиф аң стилі" дәуірінің көркем-графикалық семантикасы қазақ сәулет өнерінің жаңа тілін қалыптастыру принциптеріне негіз болуы тиіс;

дәстүрлі қазақ оюының сәндік-жазық графикасын архитектураның көлем-құрылымдық композициясы ретінде игеру тәсілі біздің сәулет өнеріне этномәдени көркемдік тіл береді.

Қазақстанның болашақ сәулетінің архаикалық брутальді композициясы немесе кеңістікті ою-өрнек пластикасы жаңа эстетикалық семантика қалыптастырып ұлттық архитектура туындайды;

Ұлы дала ескерткіштерінің көркем-графикалық мұрасын сәулет өнерінде игеру қазақ сәулет өнерінің көркем бейнесін жасауға және әлемдік мәдени ортада өзінің лайықты орнын алуға мүмкіндік береді.

Қолданылған әдебиеттер

1. Дүйсебай Е. К. Пластика казахского орнамента в пространственно-образном моделировании архитектуры будущего Наука и время: Научно-практическая конференция ТАСИ. - Ташкент: ТАСИ, 2006.
2. Дүйсебай Е. К. Современные тенденции в архитектурно художественном моделировании. Вестник науки. АТУ им. С. Сейфуллина, Астана, № 4 (75), 2013г. с.72-77.
3. Дүйсебай Е.К., Идеино-эстетическая основа новой архитектуры Казахстана. «Евразийское Научное Объединение» Современные концепции научных исследований. XLVIII Международная науч. конф. Москва 02.2019, № 2 (48), ISSN: 2411-1899, – С. 70-71.
4. Назарбаев Н.А. "Взгляд в будущее: модернизация общественного сознания"
5. Танге К. От архитектуры к урбанизму. //Современная архитектура, 1968, № 5, с.20.
6. Курокава К. Японская архитектура на пороге ХХІ – века. //Зодчество мира, 1998, № 3, с.24 – 61.
7. Ч. Дженкс Язык архитектуры постмодерна – М. Стройиздат, 1985, - 326 б.
8. Лебедев Ю.С. Архитектурная бионика. – М.: Стройиздат 1990 г. С.
9. Иконников А.В. Функция, форма, образ в архитектуре. – М: Стройиздат, 1986. – 215 с.
10. Омуралиев Д.Д., Воличенко О.В. Мейнстримы новейшей архитектуры – двадцать первый век. Saarbrucken.Palmarium Academic Publishing, 2013, - 449с.

11. Байтенов Е.М. Мемориальное зодчество Казахстана: эволюция и проблемы формообразования. / Автореф. диссер. на соиск. уч. степ. д-р арх. – М.: НИИ Теорий и историй архитектуры, 2004. - 45с.
12. Сабитов А.Р. Пространственные модели в архитектуре Казахстана. / Автореф. диссер. на соиск. уч. степ. д-р арх. Алматы.: КазГАСА, 2007., 46с.
13. Дуйсебай Е.К., Кенже Ж. Әсем мүсінді таңғажайп аң стилі. –М.: изд. Интернаука, 2021, «Студенческий вестник» №18 (163).
14. Гумилев Л.Н. Этнос, история и культура. – М.: ТОО «МИШЕЛЬ и К», 1994, - 492 с.

Е.К. Дуйсебай, Е.Е. Дуйсебай

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Новый художественный язык казахской архитектуры, основанный на культурном наследии предков

Аннотация. Сегодня, в начале XXI века, содержательное выражение образа архитектуры или художественного языка является ключевым показателем конкурентоспособности культуры страны и государства в глобальном мире. Хорошая, особенно уникальная архитектура требует огромных интеллектуальных и творческих усилий.

Результаты реализуемой в стране фундаментальной научной программы «Культурное наследие» должны быть учтены в разработке концепции этнокультурной эстетики нашей архитектуры.

Опубликованные в данной статье результаты исследований представляют собой инвестиции в культуру и творчество: возрождение общественного сознания через гармоничное внедрение в новую архитектуру лучших национальных традиций, эстетических предпочтений.

Результат научного исследования - этнокультурная концепция архитектурного образа, которая реализуется через синтез этнокультурных изобразительных традиций с техническими достижениями и цифровой технологией. Формообразующими и структурными составляющими новой казахской архитектуры станут архаичная брутальная композиция скифского искусства и бионическая пластика казахского орнаментального искусства.

Новая интерпретация современной архитектуры позволяет архитекторам по-новому взглянуть на художественные задачи творчества. Самобытность и узнаваемость архитектуры повышают уровень эстетического мировоззрения и художественного вкуса общества, придают адресность эстетическому облику наших городов.

Ключевые слова: казахская архитектура, художественный язык, семантика, наследие, стиль, модель социального пространства, этнокультурные традиции, эстетика, синтез, искусство.

Е.К. Duysebay, E.E. Duysebay

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

The new artistic language of Kazakh architecture based on the cultural heritage of the ancestors

Abstract. Today, at the beginning of the 21st century, the meaningful expression of the image of architecture or artistic language is a key indicator of the competitiveness of the country's culture and the competitiveness of the state itself in the global world. A unique architecture requires great intellectual and creative efforts.

The results of the fundamental scientific program "Cultural Heritage" should be taken into account in the development process of the ethnocultural aesthetics concept of our architecture.

The research results published in this article represent an investment in culture and creativity such as the revival of public consciousness through the harmonious introduction of the best national traditions and aesthetic preferences into the new architecture.

The result of scientific research is the ethnocultural concept of the architectural image, realized through the synthesis of ethnocultural pictorial traditions with technical achievements and digital technology. The archaic brutal composition of the Scythian art and the bionic plasticity of the Kazakh ornamental art will become the formative and structural components of the new Kazakh architecture.

A new interpretation of modern architecture allows architects to take a fresh look at the artistic tasks of creativity. The originality and recognizability of architecture raise the level of the aesthetic outlook and artistic taste of society and makes the aesthetic appearance of our cities more targeted.

Keywords: Kazakh architecture, artistic language, semantics, heritage, style, model of social space, ethno-cultural traditions, aesthetics, synthesis, art

References

1. Dujsebaj E. K. Plastika kazahskogo ornamenta v prostranstvenno-obraznom modelirovanij arhitektury budushchego Nauka i vremya: Nauchno-prakticheskaya konferenciya TASI. - Tashkent: TASI, 2006.
2. Dujsebaj E. K. Sovremennye tendencii v arhitekturno hudozhestvennom modelirovanii. Vestnik nauki. ATU im. S. Seifullina, Astana, № 4 (75), 2013g. s.72-77.
3. Dujsebaj E.K., Idejno-esteticheskaya osnova novoj arhitektury Kazahstana. «Evrazijskoe Nauchnoe Ob"edinenie» Sovremennye koncepcii nauchnyh issledovanij. XLVIII Mezhdunarodnaya nauch. konf. Moskva 02.2019, № 2 (48), ISSN: 2411-1899, – S. 70-71.
4. Nazarbaev N.A. "Vzglyad v budushchee: modernizaciya obshchestvennogo soznaniya"
5. Tange K. Ot arhitektury k urbanizmu. //Sovremennaya arhitektura, 1968, № 5, s.20.
6. Kurokava K. YAponskaya arhitektura na poroge XXI – veka. //Zodchestvo mira, 1998, № 3, s.24 – 61.
7. CH. Dzhensk Yazyk arhitektury postmoderna – M. Strojizdat, 1985, -326 b.
8. Lebedev YU.S. Arhitekturnaya bionika. – M.: Strojizdat 1990g. S.
9. Ikonnikov A.V. Funkciya, forma, obraz v arhitekture. – M: Strojizdat, 1986. -215 s.
10. Omuraliev D.D., Volichenko O.V. Mejnstrimy novejshej arhitektury – dvadcat' pervyj vek. Saarbrucken.Palmarium Academic Publishing, 2013, - 449s.
11. Bajtenov E.M. Memorial'noe zodchestvo Kazahstana: evolyuciya i problemy formoobrazovaniya. / Avtoref. disser. na soisk. uch. step. d-r arh. – M.: NII Teorij i istorij arhitektury, 2004., 45s.
12. Sabitov A.R. Prostranstvennye modeli v arhitekture Kazahstana. / Avtoref. disser. na soisk. uch. step. d-r arh. Almaty.: KazGASA, 2007., 46s.
13. Dujsebaj E.K., Kenzhe ZH. Əsem mysindi tańǵazhajp ań stily. –M.: izd. Internauka, 2021, «Studencheskij vestnik» №18 (163),
14. Gumilev L.N. Etnos, istoriya i kul'tura. – M.: TOO «MISHEL' i K», 1994, - 492 s.

Авторлар туралы мәлімет:

Дүйсебай Е.К. - Сәулет ғылымдарының докторы, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті Архитектура кафедрасының профессоры, Сәтпаев көш. 2, Астана, Қазақстан. КСРО және Қазақстан Республикасы Сәулетшілер одағының мүшесі, Қазақстанның құрметті сәулетшісі.

Дүйсебай Е.Е. - Сәулет өнері магистрі (Майами университетінің түлегі, АҚШ), Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті Архитектура кафедрасының аға оқытушысы, Сәтпаев көш. 2, Астана, Қазақстан.

Duysabay E.K. - Doctor of Architecture, Professor of Architecture Department, L.N. Gumilyov Eurasian *National University*, 2 Satpayev str., Member of the Union of Architects of the USSR and the Republic of Kazakhstan. The honorable architecture of RK, Astana, Kazakhstan.

Duysabay E.E. – Master of Architecture (at University of Miami), Senior Lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian *National University*, 2 Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

I. Mizanbekov¹, S. Bekbosynov¹, L. Lytkina²

¹Kazakh National Research Agrarian University, Almaty, Kazakhstan

²Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

(E-mail: ilyas.mizanbekov.kaznau@mail.ru, serik.bek@bk.ru, larissaig2410@rambler.ru)

Analysis of the state of the machine and tractor fleet of Northern Kazakhstan

Abstract. The article presents an analysis of the state of the machine and tractor fleet of agricultural enterprises in the North Kazakhstan region and the pace of its renewal for 2015-2021, which showed a positive trend. According to the literature review, the solution to the problem of achieving food security in Kazakhstan is directly related to the level of technical equipment of farmers, the modernization of agricultural machinery, and the formation and development of the agricultural machinery market. Despite the successful implementation of various government programs, there are still many unresolved problems in updating the agriculture infrastructure and developing the agro-industrial complex's material and technical base. The study of the fleet of the main types of agricultural machinery in Northern Kazakhstan made it possible to determine the positive dynamics. For 2015-2021, the machine and tractor fleet of agricultural enterprises in the North Kazakhstan region was updated with 15,517 pieces. Thus, the total number of main types of agricultural machinery for farmers in the North Kazakhstan region at the beginning of 2022 is 155,275 units.

Keywords: agricultural machinery, machine and tractor fleet, North Kazakhstan region, grain production, granaries

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-140-3-89-103

Introduction

According to the Ministry of Agriculture (Figure 1), the sown areas of the main crops (cereals, including legumes and rice, oilseeds, and fodder) were systematically decreasing from 1990 to the beginning of 2000. In subsequent years, the increase in sown areas did not exceed the maximum point (in 1990), and the expansion of areas was replaced by the intensity of their use [1].

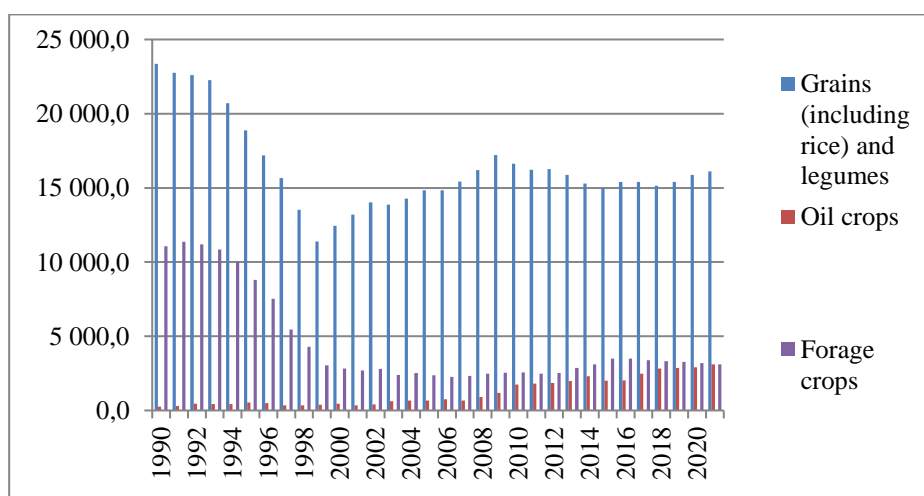


Figure 1. The cultivated area of main agricultural crops
Compiled by the author based on the source [1].

According to local executive authorities, a forecast structure of sown areas for 2022 has been formed. The total sown area will be 23.1 million hectares, which is 105 thousand hectares more than in 2021. The area of fodder crops has significantly increased and amounted to 3.6 million hectares [2]. The increase in sown (planting) areas and the expected increase in the production of the main types of crop production against the background of a decrease in the availability of agricultural machinery contributes to the rise in the load per unit of equipment and creates risks of a reduction in the level of agricultural mechanization [3].

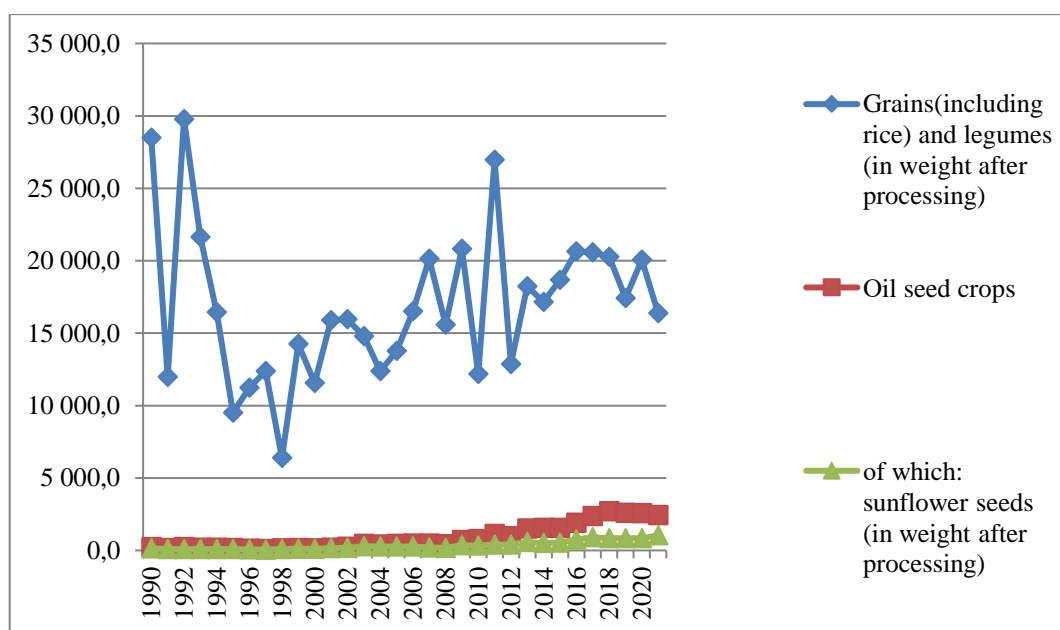


Figure 2. Gross harvest of main agricultural crops for 1990 – 2021

According to the national statistical authorities, the gross harvest of the main agricultural crops for 2021 decreased significantly compared to the same period in 2020. The average yield for Kazakhstan's main types of agricultural produce fell in 2021. Thus, the yield of grain crops amounted to 10.4 c/ha, oilseeds - 8.3 c/ha. At the end of 2021, Kazakhstan continues to grow in agricultural production, which is due to a slight increase in grain production by 1.44% compared to 2020.

Figure 3 shows that a significant proportion of grain-receiving enterprises is concentrated in the North Kazakhstan, Akmola, and Kostanay regions.

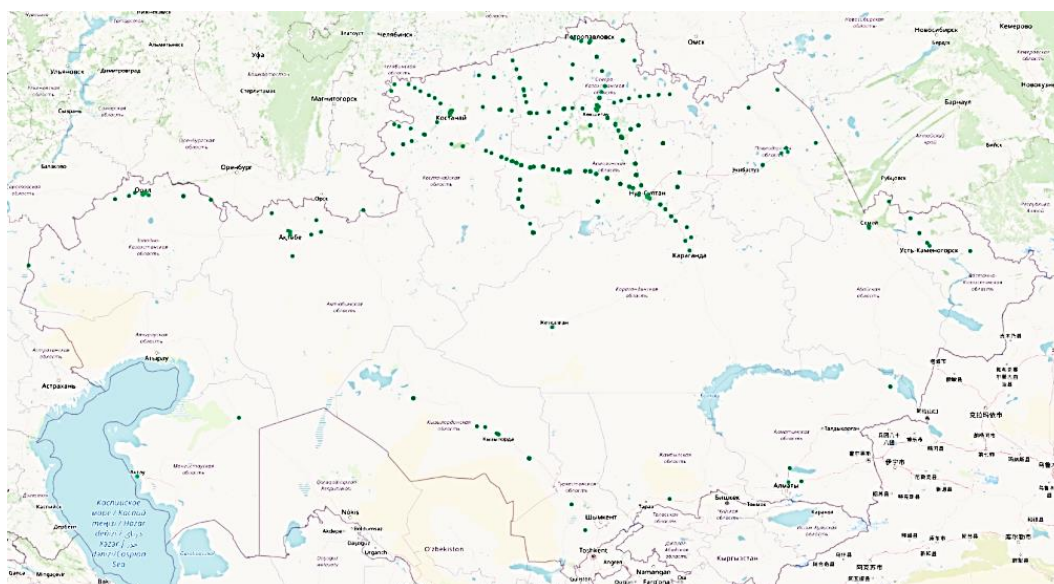


Figure 3. Map of the location of grain-receiving enterprises in Kazakhstan
Compiled by the author based on the source [3].

According to Table 1, Akmola, North-Kazakhstan, and Kostanay regions are leaders in terms of granaries. At the beginning of 2022, the load of granaries in the East Kazakhstan region was 20%, and the current load of the North Kazakhstan, Akmola, Kostanay, and Pavlodar regions took less than a quarter of the total [4].

By the statistical data, Atyrau, Zhambyl, Mangystau, Turkestan regions, Almaty city, and Shymkent city at the beginning of 2022, they did not have granaries. In the North Kazakhstan region, 71 grain-receiving enterprises are registered, of which 47 have an active status, and 24 have a license revoked/returned.

Table 1. Statistics on the workload of granaries

Territory	Total volume of granaries	Current work load, kg.	Free volume
Akmola region	4 456 500 000	599 294 220,00 13%	3 857 205 780,00
North-Kazakhstan region	3 114 900 000	434 557 860,00 13%	2 680 342 140,00
Kostanay region	2 887 300 000	209 736 538,00 7%	2 677 563 462,00
West-Kazakhstan region	602 800 000	16 016 158,00 2%	586 783 842,00
East-Kazakhstan region	495 200 000	103 918 123,00 20%	391 281 877,00
Aktobe region	391 800 000	19 008 512,00 4%	372 791 488,00
Pavlodar region	301 300 000	40 804 207,00 13%	260 495 793,00
Nur-Sultan	243 000 000	18 442 928,00 7%	224 557 072,00
Alma-Ata's region	174 600 000	11 506 927,00 6%	163 093 073,00

Karaganda region	108 500 000	903 546,00 0%	107 596 454,00
Kyzylorda region	40 000 000	0,00	40 000 000,00
In Kazakhstan	12 815 900 000	1 454 189 019,00 11%	11 361 710 981,00

Compiled by the author based on the source [4].

An essential condition for effective agricultural production is the optimal formation and rational use of agriculture's material and technical base. The primary task at present is to carry out the harvesting of the grown crop without losses and create conditions for ensuring high-quality storage. The Ministry is constantly monitoring the preparation of elevators for the acceptance of a new crop. The total grain storage capacity in the country in 2021 was 27.5 million tons, including 12 million tons at grain-receiving enterprises (Table 1) and 15.5 million tons at agricultural producers[3]. It is necessary to consider the volume of storage capacities and the technical equipment of granaries sufficient to store the forecasted crop, taking into account the carry-over residues of past years. The use of elements of the material and technical base of agricultural enterprises and the timely placement of crops in granaries affect the implementation of high-quality technological processes for its safety.

The solution to the problem of achieving food security in Kazakhstan is directly related to the level of technical equipment of farmers, the modernization of agricultural machinery, the formation and development of the agricultural machinery market [3].

The development of agriculture and related industries is one of the priority areas of the state's socio-economic policy [5].

The state has adopted and is implementing several programs affecting the development of the agro-industrial complex and rural regions:

- "Kazakhstan-2050" Strategy;
- Strategic Development Plan of the Republic of Kazakhstan until 2025;
- "Digital Kazakhstan" State program [5].

Despite the successful implementation of priority programs and the achievement of target indicators, there are still many unresolved problems in updating the agriculture infrastructure and developing the agro-industrial complex's material and technical base [5].

Today, both the standard of living and the well-being of the population largely depends on the degree of development of agricultural production; in this regard, it is necessary to identify the most critical problems of the agro-industrial complex and find ways to solve them.

The purpose of the study is to determine the state of the machine and tractor fleet of agricultural enterprises in the North Kazakhstan region and technical support based on the analysis of the fleet of the main types of agricultural machinery.

In the Republic of Kazakhstan, the formation of agribusiness industries has a territorial and regional character. The level of their development depends on many factors: the proximity of deposits and resources; availability of relatively inexpensive energy sources; infrastructure development; provision of labor, material, and other resources necessary for production activities. The level of management in the regions also plays an important role [5].

There are economic disproportions in the country since the extractive segment of the industry plays a dominant role in the financial system of particular regions. At the same time, agriculture, transport, and infrastructure services are experiencing difficulties, and a high degree of monopolization remains. The basis of the economic structure of the regions is their territorial location, agro-climatic conditions associated with natural and climatic zones, asymmetric placement of cities, financial centers, deposits, favorable areas for agriculture, and so on [5].

There is no doubt that for the stable economic development of the regions; it is necessary to create

conditions for ensuring the competitiveness of agricultural products and support the timely sale, processing, and export of products. This, in turn, spurs a set of measures related to creating favorable conditions for long-term business lending and tax administration. Furthermore, it is necessary to support and stimulate industries and economic entities that use innovative technologies that invest in research and technical development [5].

The North Kazakhstan region is divided into 13 districts; the regional center is the city of Petropavlovsk. The area includes five towns, 11 settlements, and 204 rural (village) communities. As of January 1, 2019, the population amounted to 554.5 thousand people or 3% of the republic's total population. The urban population is 251.8 thousand people or 45.4%; the rural population is 302.7 thousand people or 54.6% [7].

The main sectors of the region's economy that have the most significant impact on the volume of GRP (gross regional product) are agriculture, industry, trade, transport and warehousing, and real estate transactions. According to the results of the first half of 2019, the volume of GRP per capita amounted to 706.1 thousand tenge [7].

Kazakh wheat is in great demand. The main markets for North Kazakhstani wheat are the countries of Central Asia (Uzbekistan, Tajikistan, Kyrgyzstan, Afghanistan), which account for 2/3 of wheat exports. This is the closest market and the most convenient for grain supply in terms of overland logistics with transportation mainly by rail. The leading importer of barley is Iran, which accounts for about 90% of barley exports. Oilseeds are exported mainly to European countries such as Poland, Belgium, Germany, Italy, and others. Of the Asian countries, oilseeds are mainly exported to Mongolia, Afghanistan, and Uzbekistan, increasing imports [7]. Consequently, the economic well-being of this region depends on the timely harvesting and preservation of the crop.

Research methodology

In the course of this study, a set of methods of scientific analysis was used: the statistical method, the method of comparison, and forecast. Using the collection of statistical data and the growth dynamics of the main types of equipment, it is possible to identify the main problems of the state of the machine and tractor state of agricultural enterprises in the North Kazakhstan region. The most crucial issue is the unfavorable state of the farming machinery fleet. The depreciation of agricultural machinery in Kazakhstan is about 80%. According to the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, the average age of more than 70% of combine harvesters and tractors is 13-18 years old, with a normal operating life of 8-10 years. In addition, the presence of a decommissioning of more than 70% of combine harvesters, about 80% of tractors, 75% of harvesters, and 80% of seeders [5].

Results and discussion

Currently, the main focus is on the supply of universal mechanized complexes based on tractor units to agricultural producers, which allows for minimizing agrarian production costs, effectively implementing the entire cycle of agricultural operations, and reducing the payback period of purchased equipment [3].

According to the Ministry of Industry and Infrastructure Development, in 2020, Kazakhstani factories produced 6,272 units of agricultural machinery worth 93 billion tenge. The annual production growth in physical terms amounted to 98.2%; in terms of value, output increased immediately by 2.5 times [6].

According to the Ministry of Industry and Infrastructure Development, the production of tractors in Kazakhstan is carried out by the Kostanay plants Agromash Holding KZ and the Kostanay Tractor Plant (Lovol and Kirovets), the KAIK plant (Belarus and RSM brands) in the Akmola region and SemAZ "(brand "Belarus") in the East Kazakhstan region. Combines are assembled by AgromashHolding KZ

(Essil brand), KAIK (Acros), and Kazrost Engineering Ltd. (VECTOR 410 and ACROS 550) [6].

According to the Ministry of Agriculture of Kazakhstan Republic, in 2021, the agricultural equipment fleet in Kazakhstan amounted to 143 thousand tractors and 37.6 thousand combines; in 2019, farmers purchased about 3.4 thousand units of tractors and 1.2 thousand combines, and in 2020 about 4.8 thousand tractors and 1.2 thousand combines were purchased [6].

The study of the fleet of the main types of agricultural machinery in Northern Kazakhstan made it possible to determine the positive dynamics. As a result, for 2015-2021, the machine and tractor fleet of agricultural enterprises in the North Kazakhstan region was updated with 15517 units (Table 2). Thus, there is a gradual level of development of the technical support of agriculture, supported by the leasing of agricultural machinery. Leasing as a source of financial support for the investment activities of enterprises is one of the most important mechanisms for their technical re-equipment, the introduction of new equipment and technologies, and increasing the level of innovation and financial results of production [5].

Table 2. Dynamics of renewal of the fleet of the main types of agricultural machinery and equipment in the North Kazakhstan region (as of January 2022)

Name of equipment	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Tractors of all brands:	211	197	216	256	338	408	531
Wheeled	206	192	214	254	334	400	524
Other	14	8	8	15	14	56	71
Tracked:	5	5	2	2	4	8	7
Other	2	1	0	0	3	8	6
Harvesters	271	253	202	160	199	291	273
Grain harvesters	269	249	195	156	192	281	265
Other	13	4	29	37	19	35	19
Forage harvesters	2	2	6	4	4	10	8
Corn harvesters	0	0	0	0	2	0	0
Potato harvesters	0	1	1	0	1	0	0
Beet harvesters	0	1	0	0	0	0	0
Roll reapers	118	101	77	86	69	90	79
Trucks	64	61	41	24	30	28	20
Tractor trailers	47	43	45	36	34	25	52
Tractor plows	13	12	9	15	21	49	34
Subsurface cultivator	11	18	6	4	12	6	8
Cultivator	38	22	18	15	39	35	33
Hoeing plough	11	5	4	5	1	5	15
Harrows	352	402	254	146	192	132	317
Seeders	157	238	311	270	362	433	444
Seeding complexes	52	38	25	44	61	64	91
Grain loaders	19	16	16	23	31	41	37
Seed protectors	12	16	12	15	8	14	9
Sprayers and pollinators	48	34	32	46	63	77	66
Irrigation machines total	1	0	0	0	0	0	0
Mowers	22	29	24	27	59	52	44
Tractor rake	17	21	17	17	36	20	17
Bale presses	43	41	38	39	84	71	52
Stackers	16	10	9	6	11	16	17

Car weights	1	2	2	1	2	3	4
Mechanized threshing-floor	4	5	3	4	2	0	0

Compiled by the author on the basis of data from the Department of Agriculture and Land Relations of the Akimat of the North Kazakhstan region.

In 2021, the agricultural enterprises of northern Kazakhstan purchased a total of: tractors - 548 units, grain harvesters - 262 units, seeders - 456 units, forage harvesters - 6, tractor trailers - 49, storage hoppers - 4, trucks - 12, baler - 63, loaders - 122, plows - 26, hoeing plough - 1, cultivators - 20, harrows - 231, grain throwers - 27, grain cleaning complexes - 18, grain dryers - 6, seed dressers - 10, others - 325, other agricultural equipment - 72 (Table 3).

Table 3. Acquisition of agricultural machinery by enterprises of the North Kazakhstan region in 2021

Name of equipment	Purchased total	
	Quantity	Amount, million tenge
Tractors of all brands		
wheeled	543	18412,0
including:		
"John Deere"	25	2905,2
"Buhler Versatile"	46	3962,8
"Case 425"	11	1552,6
"XERION "	13	1922,4
"CLAAS"	1	34,1
"Axion"	2	92,6
"New Holland 425"	2	343,0
"Kirovets"	39	1982,8
"Foton" (China)	43	651,4
"Foton-1454" (China)	0	0,0
K-744	19	1008,1
K-700	2	95,9
MTZ-80	11	92,4
MTZ -82	107	927,5
MTZ -892	86	880,1
MTZ -920	14	126,7
MTZ -952,960	37	382,0
MTZ -1221	64	956,7
HTZ -17221	4	125,1
Other	17	370,6
Tracked:	5	500,6
Other	5	500,6
Total	548	18912,6
Combine harvesters		
"JohnDeere"	26	3996,7
"CLAAS"	22	3507,5

"NewHolland"	6	462,7
"Case6066"	2	368,0
"ACROS" RSM -530	57	3292,8
"ACROS" RSM -580	46	3084,5
"Vector"	34	1881,6
KZS-740 "Essil"	21	1040,1
KZS-760 "Essil"	43	2950,4
Other	5	383,0
Total	262	20967,2
"DonMar"	18	147,7
ZhVZ-10.7 (Gomel)	5	41,8
"MacDon"	15	1033,5
ZhVN-6	9	68,8
Other	27	619,8
Total	74	1911,7
"John Deere "	11	1170,1
"Bourgault"	15	1546,4
"Flexi-Coil"	2	193,8
"Amazone"	1	29,5
"Horsch"	19	1763,7
"Amity"	1	74,0
"Kuzbass"	1	66,0
"Agrator-8500"	0	0,0
Other	41	1298,4
Total	91	6141,9
Seeders		
SKP-2.1	203	354,8
"John Deere"	0	1,0
SZS-2.1	183	308,2
Other	70	470,5
Total	456	1134,5
Forage harvesters	6	1275,0
Forage harvester KSK-600	1	63,0
Tractor trailers	49	455,2
storagebunkers	4	82,5
Trucks	12	250,4
Baler	63	439,1
Loaders	122	2703,3
Plows	26	98,3
Hoeing plough	1	7,5
Cultivator	20	361,0
Harrows	231	1303,8
GrainThrowers	27	140,5
Grain-cleaning complexes	18	243,2
Graindryers	6	416,8
Seedprotectors	10	19,7

Other	325	4304,8
Total	2352	61232,1
Other agricultural equipment	72	6222,5
Total for the region	2424	67454,6

Compiled by the author on the basis of data from the Department of Agriculture and Land Relations of the Akimat of the North Kazakhstan region.

Thus, the machine and tractor fleet of agricultural enterprises in the North Kazakhstan region at the beginning of 2022 is: tractors of all brands - 12909, wheeled - 11430, including: Kirovets -2990, T-150 / KhTZ -316, Case -116, Valtra -3, Challenger -23, New Holland -24, Lamborghini -6, CLAAS - 101, John Deere -502, Buhler Versatile -452, MTZ (total) -5192, YuMZ (total) -352, T-40 - 264, T-25 - 132, other wheeled tractors -957; tracked: -1479, including: - DT-75 (75M, 75P) - 766, T-130 - 10 units, T-4 - 622, T-95.4 - 20, T-70 - 8, other tracked tractors -53, combines - 7488; grain harvesters -7365, John Deere -838, CLAAS -339, Challenger -28, New Holland -113, Case 6066 - 67, ACROS RSM-530 - 325 units, "ACROS" RSM-580-192, "Vector" -733, "Niva-Effect" -105, KZS-740, "Essil" -367, KZS-760, "Essil" -459, "Yenisei" -1200 - 2139, "Yenisei" -950 (Ruslan) -181, SK-5 "Niva" -1009, "Don" -1500-184, "SAMPO" -SR 2010 - 54 units, other grain harvesters - 232, forage harvesters -84, corn harvesters - 31, potato harvesters-7, beet harvesters-1. Roller reapers- 4756, trucks - 5800, tractor trailers - 9375, tractor plows - 1956, subsurface cultivator - 1945, cultivator - 2572, hoeing plough- 1239, harrows - 41823, seeders - 15068, seeding complexes - 1388, grain loaders - 1260, dressers seeds-625, sprayers and pollinators -1676, sprinkling machines total-9, mowers - 958, tractor rakes-929, balers-937, stackers-640, truck scales-554, mechanized current-688.

To preserve the quantity and quality of the harvest, the technical equipment of granaries is considered important. The number of large grain-receiving enterprises of the North Kazakhstan region includes: "Bread base No. 2" LLP, "AGRIMER" LLP, "Beskaragai" LLP, "Dostyk elevator" LLP, "Kzyltu flour mill" LLP, "Mamlyut flour mill" LLP, LLP "TALSHIK ASTYK LTD", "Timiryazevsky elevator", LLP "KhPP "TNS-Export", LLP "Elevator Smirnovsky" (Table 4). From the data obtained, it can be seen that grain-receiving enterprises have the necessary equipment for receiving, drying, processing, storing, and shipping grain.

Table 4. Equipment of the most significant large grain enterprises in the North Kazakhstan region

Indicator	LLP "Bread base No. 2"	AGRIMER LLP	LLP "Beskaragai"	LLP "Dostytsky elevator"	LLP "Kzyltu Flour Mill"	LLP "Mamlyut flour mill"	LLP "TALSHIK ASTYK LTD"	"Timiryazevsky elevator"	LLP "HPP "TNS-Export"	LLP "Elevator Smirnovsky"
Location	Rural district Novoishimsky, aul (village) Novoishimskoe, Zerno	Bulaev o, st. Vostochnaya, building.4	Rural district Aman-dyksky, aul (village) Ilyichy, Beskaragay	aul district Kazansky, aul (village) Nikolskoe-Burlukskoe,	Kishkenekol rural district, aul (village) Kishkenekol, Elevatornaya	Mamlyutka, st. Skachkova, 37	aul district Talshyksky, aul (village) Talshyk, S.sadvakaso	rural district Timiryazevsky, aul (village) Timiryazev, Lenin	G. Musrepov street, 38G	Smirnovovillage, st. Elevatornaya, 32

	vaya street, 14		street, 24	station St.Yanko, 1	street, 2		va street, 6B	street, 1		
Grain storage capacity (thousand tons)	142,80	160,00	145,00	102,50	202,00	145,40	209,20	158,10	120,00	100,00
Partner of Food Corporation	yes	undefined	undefined	undefined	yes	yes	yes	undefined	undefined	undefined
Trustrating	A (reliable)	X (undefined)	0 (unreliable)	0 (unreliable)	0 (unreliable)	0 (unreliable)	B (acceptable)	0 (unreliable)	0 (unreliable)	X (undefined)
Elevator (thousand tons)	70,40	100,00	33,00	63,50	115,00	118,90	170,00	143,00	120,00	100,00
Warehouse (thousand tons)	72,40	60,00	112,00	39,00	87,00	26,50	39,20	15,10	-	-
Warehouse, incl. intended for storage of seeds (thousand tons)	-	-	-	-	-	3,20	3,00	-	-	-
Grain drying equipment (pcs/ton/h)	6/218	6/238	6/220	5/210	7/266	6/295	4/166	5/324	2/100	2/114
Grain cleaning machines (pcs)	7	6	8	6	8	17	6	6	9	6

Asphalt sites (thousand m ²)	-	-	30,00	15,00	-	3,20	0,50	-	12,50	-
Active ventilation equipment (pcs)	-	20	17	14	-	16	1	-	48	2
Automobiles* (pcs)	2	2	6	2	4	4	2	2	2	1
Carriageways* (pcs)	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1
Mobile transport equipment (pcs)	9	24	27	5	9	15	6	3	32	1
Handling equipment (pcs)	13	11	3	4	16	34	8	2	23	2
Installations for remote control of temperature and humidity of grain during storage (set)	1	-	17	2	1	2	1	2	24	2
Equipment for temperature and moisture	1	144	30	2	20	2	30	11	216	-

control of grain during storage (pcs)										
Loading and unloading devices (pcs)	5	4	6	-	10	20	3	9	7	4

Compiled by the author based on the source [4].

Conclusion

The study of the fleet of the main types of agricultural machinery in Northern Kazakhstan made it possible to determine the positive dynamics. For 2015-2021, the machine and tractor fleet of agricultural enterprises in the North Kazakhstan region has been updated with 15,517 pieces of equipment. Thus, the machine and tractor fleet of agricultural enterprises in the North Kazakhstan region at the beginning of 2022 is: tractors of all brands - 12909, wheeled - 11430, other wheeled tractors -957; tracked: -1479, other tractors -53, harvesters- 7488; grain harvesters - 7365, other grain harvesters - 232, forage harvesters - 84, corn harvesters - 31, potato harvesters - 7, beet harvesters - 1, reapers- 4756, trucks - 5800, tractor trailers - 9375, tractor plows - 1956, subsurface cultivator- 1945, cultivator-2572, hoeing plough-1239, harrows-41823, seeders-15068, sowing complexes-1388, grain loaders-1260, seed dressers-625, sprayers and pollinators-1676, sprinklers total-9, mowers-958, tractor rakes-929, balers - 937, stackers - 640, truck scales - 554, mechanized current – 688.

It is necessary to create mechanisms for updating the agricultural machinery fleet. In order to provide means of mechanization of agricultural production, it is essential to find solutions to the following problems:

- provide economic and financial support to agricultural enterprises for the purchase of all types of agricultural machinery, for the renewal of the machine and tractor fleet;
- ensure the creation of competitive models of equipment that meet modern operating requirements by stimulating the innovative development of agricultural engineering;
- create favorable financial and organizational conditions for the production and development of exports of agricultural machinery;
- ensure the production of modernized agricultural machinery.

Список литературы

1. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. - URL: <https://stat.gov.kz/> (дата обращения: 26.07.2022)
2. АПК Казахстана полностью обеспечен семенами, ГСМ, агрохимией и техникой, кредитованием в период посевной кампании – МСХ. - URL: <https://agroqogam.kz/?p=14565>. (дата обращения: 26.07.2022)
3. Анализ производства (локализации) сельскохозяйственной техники в Евразийском экономическом союзе по видам производства. – Москва, 2017. – 23 с.
4. Цифровая платформа для бизнеса. - URL: <https://www.qoldau.kz/> (дата обращения: 26.07.2022)
5. Кеншимов А. Анализ отрасли сельского хозяйства. Выполнен в рамках Контракта KZSJ-

1.1/CS-23-CQS «Консультационные услуги по разработке отраслевой рамки квалификаций и профессиональных стандартов по направлению «Агропромышленный комплекс». – Алматы, 2019. – 183с.

6. Производство сельхоз техники в РК выросло на 98% за год. - URL: <https://eldala.kz/novosti/selhoztekhnika/4695-proizvodstvo-selhoztehniky-v-rk-vyroslo-na-98-za-god> (дата обращения: 26.07.2022)

7. Застройка микрорайонов, открытие новых предприятий, обновление медоборудования - как развивается Северо-Казахстанская область. - URL: <https://primeminister.kz/ru/zastroyka-mikrorayonov-otkrytie-novyh-predpriyatiy-obnovlenie-medoborudovaniya-kak-razvivaetsya-severo-kazahstanskaya-oblast> (дата обращения: 26.07.2022)

И. Мизанбеков¹, С. Бекбосынов¹, Л. Лыткина²

¹Казахский национальный исследовательский аграрный университет, Алматы, Казахстан

²Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия

Анализ состояния машинно-тракторного парка Северного Казахстана

Аннотация. В статье представлены оценка машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий Северо-Казахстанской области и темп его обновления за 2015-2021 годы, показавший положительную динамику. Согласно данным литературного обзора решение проблемы достижения продовольственной безопасности в Казахстане напрямую связано с уровнем технической оснащенности аграриев, модернизацией сельхозмашиностроения, становлением и развитием рынка сельскохозяйственной техники. Несмотря на успешную реализацию различных государственных программ, остается много нерешенных проблем в обновлении инфраструктуры сельского хозяйства и развитии материально-технической базы агропромышленного комплекса. Исследование парка основных видов сельскохозяйственной техники в Северном Казахстане позволило определить положительную динамику. За 2015-2021 годы машинно-тракторный парк сельскохозяйственных предприятий в Северо-Казахстанской области был обновлен на 15517 единиц техники. Таким образом, общее количество основных видов сельскохозяйственной техники аграриев в Северо-Казахстанской области на начало 2022 года насчитывает 155275 единиц.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, машинно-тракторный парк, Северо-Казахстанская область, производство зерна, зернохранилища.

И. Мизанбеков¹, С. Бекбосынов¹, Л. Лыткина²

¹ Қазақ ұлттық зерттеу аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан

² Воронеж Мемлекеттік инженерлік технологиялар университеті, Воронеж, Ресей

Солтүстік Қазақстанның машина-трактор паркінің жағдайын талдау

Аңдатпа. Мақалада оң динамиканы көрсеткен Солтүстік Қазақстан облысының ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының машина-трактор паркінің жай-күйіне және оны 2015-2021 жылдардағы жаңарту қарқынына талдау берілген. Әдеби шолудың деректеріне сәйкес Қазақстанда азық-түлік қауіпсіздігіне қол жеткізу проблемасын шешу аграрийлердің техникалық жарақтандырылу деңгейімен, ауыл шаруашылығы машиналарын жасауды жаңғыртумен, ауыл шаруашылығы техникасы нарығының қалыптасуымен және дамуымен тікелей байланысты. Түрлі мемлекеттік бағдарламалардың табысты іске асырылуына қарамастан, ауыл шаруашылығы инфрақұрылымын жаңартуда және агроөнеркәсіптік кешеннің материалдық - техникалық базасын дамытуда шешілмеген проблемалар көп. Солтүстік Қазақстандағы ауыл шаруашылығы

техникасының негізгі түрлері паркін зерттеу оң динамиканы анықтауға мүмкіндік берді. 2015-2021 жылдары Солтүстік Қазақстан облысындағы ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының машина-трактор паркі 15517 бірлік техникаға жаңартылды. Осылайша, 2022 жылдың басында Солтүстік Қазақстан облысындағы аграрийлердің ауыл шаруашылығы техникасының негізгі түрлерінің жалпы саны 155275 бірлікті құрайды.

Кілт сөздер: ауыл шаруашылығы техникасы, машина-трактор паркі, Солтүстік Қазақстан облысы, астық өндіру, астық сақтау қоймалары

References

1. Bjuro nacional'noj statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniju i reformam Respubliki Kazahstan [Electronic resource]. Available at: <https://stat.gov.kz/> (accessed: 26.07.2022)
2. APK Kazahstana polnost'ju obespechen semenami, GSM, agrohimiej i tehnikoj, kreditovaniem v period posevnoj kampanii – MSH [The agro-industrial complex of Kazakhstan is fully provided with seeds, fuels, agrochemicals and machinery, lending during the sowing campaign - the Ministry of Agriculture]. Available at <https://agroqogam.kz/?p=14565>. [in Russian]. (accessed: 26.07.2022)
3. Analiz proizvodstva (lokalizacii) sel'skhozjajstvennoj tehniki v Evrazijskom jekonomicheskom sojuze po vidam proizvodstva [Analysis of production (localization) of agricultural machinery in the Eurasian Economic Union by type of production]. – Moscow, 2017. – 23 p.
4. Cifrovaja platforma dlja biznesa [Electronic resource]. Available at: <https://www.qoldau.kz/> (accessed: 26.07.2022)
5. Kenshimov A. Analiz otrasli sel'skogo hozjajstva. Vypolnen v ramkah Kontrakta KZSJ-1.1/CS-23-CQS «Konsul'tacionnye uslugi po razrabotke otraslevoj ramki kvalifikacij i professional'nyh standartov po napravleniju «Agropromyshlennyj kompleks» [Analysis of the agricultural sector. Completed under the Contract KZSJ-1.1/CS-23-CQS "Consulting services for the development of an industry-specific qualifications framework and professional standards in the direction of "Agro-industrial complex"]. – Almaty, 2019. – 183 p.
6. Proizvodstvo sel'hoz tehniki v RK vyroslo na 98% za god [Agricultural machinery production in Kazakhstan increased by 98% in a year]. Available at <https://eldala.kz/novosti/selhoztehnika/4695-proizvodstvo-selhoztehniki-v-rk-vyroslo-na-98-za-god>. [in Russian]. (accessed: 26.07.2022)
7. Zastrojka mikrorajonov, otkrytie novyh predpriyatij, obnovlenie medoborudovaniya – kak razvivaetsja Severo-Kazahstanskaja oblast' [Development of microdistricts, opening of new enterprises, updating of medical equipment - how the North Kazakhstan region is developing]. Available at <https://primeminister.kz/ru/news/reviews/zastrojka-mikrorajonov-otkrytie-novyh-predpriyatij-obnovlenie-medoborudovaniya-kak-razvivaetsya-severo-kazahstanskaya-oblast> [in Russian]. (accessed: 26.07.2022)

Information about authors:

Mizanbekov I., Ph.D. student in Agrarian machinery and technology, Kazakh National Research Agrarian University, 8 Abay ave., Almaty, Kazakhstan. ORCID - [0000-0003-0370-7776](https://orcid.org/0000-0003-0370-7776)

Bekbosynov S., Head of the Department of Agrarian machinery and technology, Kazakh National Research Agrarian University, 8 Abay ave., Almaty, Kazakhstan. ORCID-0000-0002-0237-9144

Lytkina L., Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Engineering Technologies, 19 Revolution ave., Voronezh, Russia. ORCID 0000-0002-4005-0817

Мизанбеков И.Т., докторант кафедры «Аграрная техника и технология», Казахский национальный аграрный исследовательский университет, проспект Абая 8, Алматы, Казахстан; ORCID - [0000-0003-0370-7776](https://orcid.org/0000-0003-0370-7776)

Бекбосынов С., зав кафедрой «Аграрная техника и технология», Казахский национальный

аграрный исследовательский университет, проспект Абая 8, Алматы, Казахстан; ORCID-0000-0002-0237-9144

Лыткина Л.И., д.т.н., профессор, Воронежский государственный университет инженерных технологий, проспект Революции 19, Воронеж, Россия. ORCID 0000-0002-4005-0817

Сарсембаева А.С.*¹, Мусаханова С.Т.¹, Сагинов З.С.², Жусупбеков А.Ж.³¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан²РГП на ПХВ «Национальный центр качества дорожных активов», Астана, Казахстан³Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, С-Петербург, Россия(E-mail: assel_enu@mail.ru)**Мониторинг состояния автомобильных дорог в зимний период в городе Нур-Султан**

Аннотация. В настоящей работе выполнен анализ физических и механических свойств грунтов оснований на участке автомобильной дороги в геоклиматических условиях города Нур-Султан. Пробы грунтов земляного полотна были изъяты в зимний период для определения плотности, природной влажности, а также пластических свойств грунтов в лабораторных условиях. Прочностные и деформационные характеристики были определены путем испытаний на компрессионных и сдвиговых проборах. Одновременно проводился мониторинг температуры в зимний период при помощи установки сенсоров в слоях дорожной одежды и земляного полотна автомобильной дороги. Была определена глубина промерзания в зимнее время, а также проанализировано распределение температуры в глубине дорожной одежды и грунтов основания. Установлено, что слои дорожной одежды остаются в стабильно мерзлом состоянии при краткосрочных повышениях температуры до +6,6 °С за счет субкомпенсации тепла (теплопередачи) подлежащих слоев и имеют достаточный запас прочности. А наибольшим температурным воздействиям подвергаются слои на глубину 25 см от поверхности дорожного покрытия. Для предотвращения негативного воздействия и неравномерной деформации земляного полотна вследствие сезонного промерзания предлагается устройство дополнительной пароизоляции на глубине 57 см, ниже - подстилающего слоя гравийно-песчаной смеси.

Ключевые слова: автомобильные дороги, промерзание дорожной одежды, мониторинг температуры, земляное полотно

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-140-3-104-113**Введение**

Отрицательные температуры, а также динамическое воздействие оказывают существенное влияние на деформационные и прочностные свойства материалов дорожной одежды, содержащих органическое вяжущее (асфальтобетоны; грунты, обработанные органическими вяжущими) [1,2]. Деформационные и прочностные характеристики глинистых грунтов также сильно зависят от влажности [3]. При низких температурах часть воды, содержащейся в грунте земляного полотна автомобильной дороги, переходит из жидкого состояния в твердое (лед) [4]. Промерзание временно улучшает деформационные и прочностные характеристики грунта земляного полотна [5,6], однако может повлиять на упругопластическое состояние дорожной одежды, которая подвержена воздействию температурного расширения и динамическим нагрузкам при эксплуатации в зимнее время. Накопление влаги под автомобильной дорогой является основной причиной ее разрушения во время таяния в весенний период. Понимание процессов промерзания-оттаивания и мониторинг глубины промерзания способствует усовершенствованию конструкции автомобильных дорог на стадии проектирования и реконструкции, а также увеличению несущей способности и, следовательно, улучшению их пропускной способности. Так, в 2010 году были установлены датчики в конструкцию

автомобильной дороги Астана-Боровое на участке 76км+30 [2], в 2013-2016 гг. был проведен мониторинг температурно-влажностного режима трассы Алматы-Бишкек на участке 58км+895 [7], в 2017 г. - Кызылорда-Шымкент 297км+00 [8], Атырау-Астрахань 598км+50 [9], в 2013-2015 гг. - Оскемен-Зырянск 0км+75 [10].

С целью изучения состояния автомобильных дорог и оценки их несущей способности при воздействии отрицательных температур был исследован участок автомобильной дороги в условиях города Нур-Султан. Для этого проводился мониторинг температуры дорожной одежды и земляного полотна в течение 31 календарного дня зимнего периода 2021–22 годов, а также были изъяты образцы грунта для более подробного лабораторного исследования.

Методы исследования

Исследуемый участок автомобильной дороги располагается близи аэропорта г. Нур-Султан, в районе шоссе Каркаралы, в 8 км от объездной дороги в сторону п. Косшы. Конструкция дорожной одежды и толщина слоев представлена в таблице 1.

Таблица 1

Конструкция дорожной одежды и слоев основания

Слои	Фактическая конструкция и толщина конструктивных слоев, см	Толщина слоя, см
1	Верхний слой покрытия из горячей плотной асфальтобетонной смеси типа Б, марки I	5см
2	Нижний слой покрытия из горячей крупнозернистой пористой асфальтобетонной смеси, марки I	10см
3	Верхний слой основания из горячей высокопористой а/б смеси	12см
4	Нижний слой основания из щебеночно-песчаной смеси С-4	15см
5	Подстилающий слой из гравийно-песчаной смеси толщиной	15см
6	Грунт основания – суглинок легкий песчанистый. По полевому описанию суглинок светло-коричневого цвета, твердый, с прослоями глины на глубине 2.4м с мощностью до 0.2м.	243см

Все грунты, вскрытые на площадке, по результатам изысканий, являются водовмещающими отложениями. Режим грунтовых вод подвержен сезонным колебаниям: минимальное стояние отмечается в феврале, максимальное приходится на конец мая. Амплитуда колебания уровня подземных вод составляет 1,0-2.0 м. Питание грунтовых вод происходит в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков. Областью питания служит область распространения водоносного горизонта.

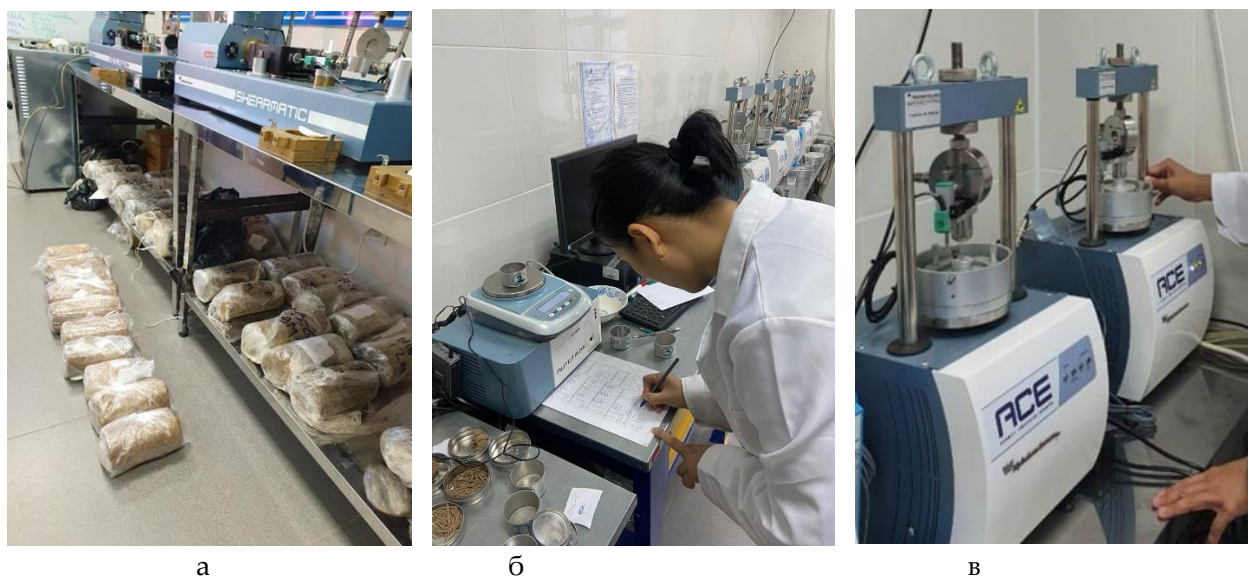


Рисунок 1. Лабораторные исследования грунтов основания: а) отбор и маркировка кернов; б) определение пластических свойств; в) определение прочностных и фильтрационных характеристик на компрессионном приборе (одомере)

В январе 2022 г. Были извлечены керны грунта основания для исследования физических и прочностных характеристик в лабораторных условиях (рисунок 1). Природная влажность суглинков была определена путем высушивания в печи при температуре от 105 до 107 градусов до постоянного веса. Влажность на пределе текучести и раскатывания определена согласно ГОСТ 20522-2012 [11]. Удельное сцепление и угол внутреннего трения находились путем испытания на одноосный сдвиг. Коэффициент фильтрации был определен компрессионным испытанием в жестком металлическом кольце компрессионного прибора (одометра).

Наблюдения температуры велись путем автоматического замера сенсорами, заложенными в металлических капсулах, установленными на глубине 0,05; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 1,4; 1,8; 2,2; 2,6 и 3,0 м от поверхности земли, а также температуры воздуха принятой здесь как температура поверхности земли 0 см (рисунок 2).

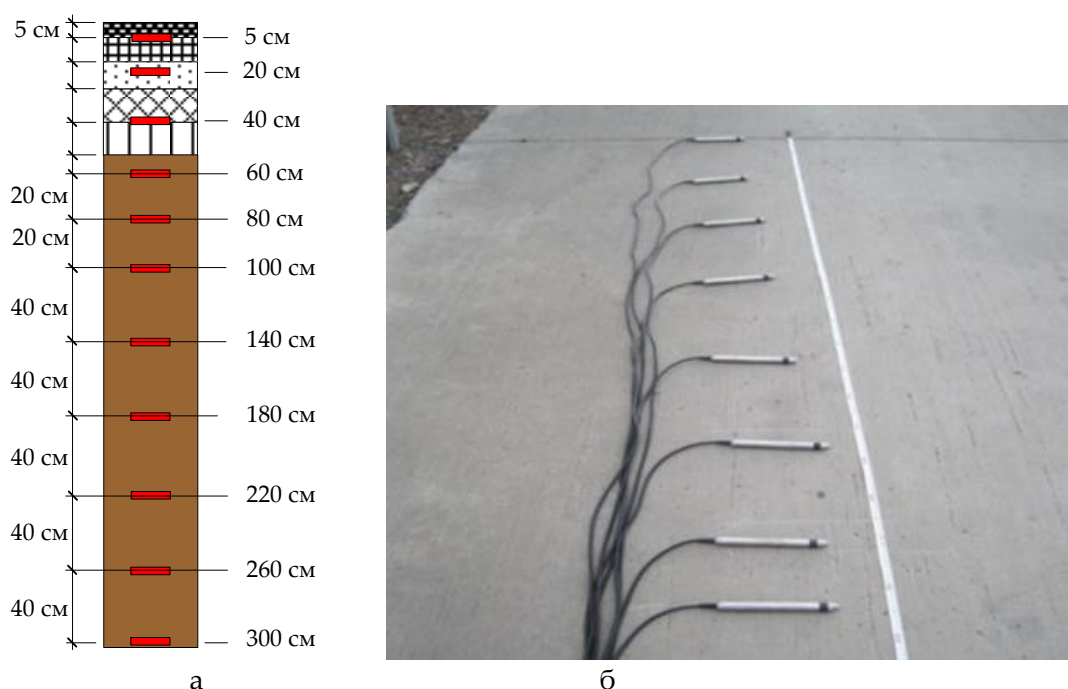


Рисунок 2. Установка температурных датчиков: а) расположение сенсоров в слоях дорожной одежды и основаниях автомобильных дорог; б) общий вид температурных датчиков в металлических капсулах

Результаты исследования

Лабораторными методами исследования был определен коэффициент фильтрации грунтов для четвертичных суглинков – 0,01-0,13 м/сут. Грунтовые воды на данном участке дороги характеризуются как хлоридно-натриевые, очень жесткие, слабощелочные, солоноватые. По отношению к бетонам марки W4 на портландцементе грунтовые воды неагрессивные и слабоагрессивные, по отношению к железобетонным конструкциям среднеагрессивные. Коррозионная агрессивность грунтовых вод по отношению к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля – высокая. Подземные воды по отношению к стальным конструкциям (по Штаблеру) корродирующие. Основные физические характеристики грунтов основания приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты лабораторных анализов грунтов основания

	Наименование показателей	Единица измерения	Показатели
1	2	2	3
1	Природная влажность	%	20,2
2	Влажность на пределе текучести	%	26,5
3	Влажность на пределе раскатывания	%	15,1
4	Число пластичности %	%	11,6
5	Консистенция		0,5
6	Плотность грунта	г/см ³	2,00
7	Плотность частиц грунта	г/см ³	2,70

8	Коэффициент пористости	доли ед.	0,700
9	Степень влажности	доли ед.	0,800
10	Модуль деформации	МПа	6,50
11	Удельное сцепление	кПа	23,5
12	Угол внутреннего трения	градус	22

Анализ механических свойств грунтов оснований приведен в таблице 3. Частные значения характеристик прочностных и деформационных свойств четвертичных суглинков подвергались статической обработке согласно требованиями ГОСТ 20522-2012 и в результате получены нормативные и расчетные значения характеристик, приведенные в таблице. Модуль деформации составляет 6,50 МПа. За расчетное значение модуля деформации рекомендуется принять значение, равное 6,0 МПа.

Таблица 3

Механические и деформационные характеристики грунтов основания

	Наименование характеристик	Единица измерения	Значения характеристики	по деформациям $\alpha=0,85$	по несущей способности $\alpha=0,95$
1.	Удельное сцепление	кПа	23,5	13,0	6,5
2.	Угол внутреннего трения	градус	22	21	20
3.	Модуль деформации	МПа	6,50	6,00	-
4.	Плотность грунта	г/см ³	2,00	1,98	1,97

Мониторинг температуры осуществлялся в зимний период с 19 декабря 2021 г. по 18 января 2022 г. Как показано на рисунке 3, среднее значение температуры воздуха было $-5,5$ °С, при максимальных значениях температуры, достигавших $+6,6$ °С, минимальных до $-25,5$ °С. В целом данный период охарактеризовался более высокими средними значениями по сравнению с данными предыдущих годов. Наибольшим температурным флуктуациям были подтверждены верхние слои дорожной одежды с наиболее плотной структурой. Было отмечено 13 кратковременных переходов через 0 °С по температуре воздуха, однако слои дорожной одежды оставались в замороженном состоянии и так и не пересекли отметку 0 °С, очевидно, за счет компенсации теплопередачи подлежащих слоев с более низкой температурой. Относительная стабилизация грунтов основания достигла на глубине -1.2 м при отрицательных температурах в пределах -5 - 2 °С.

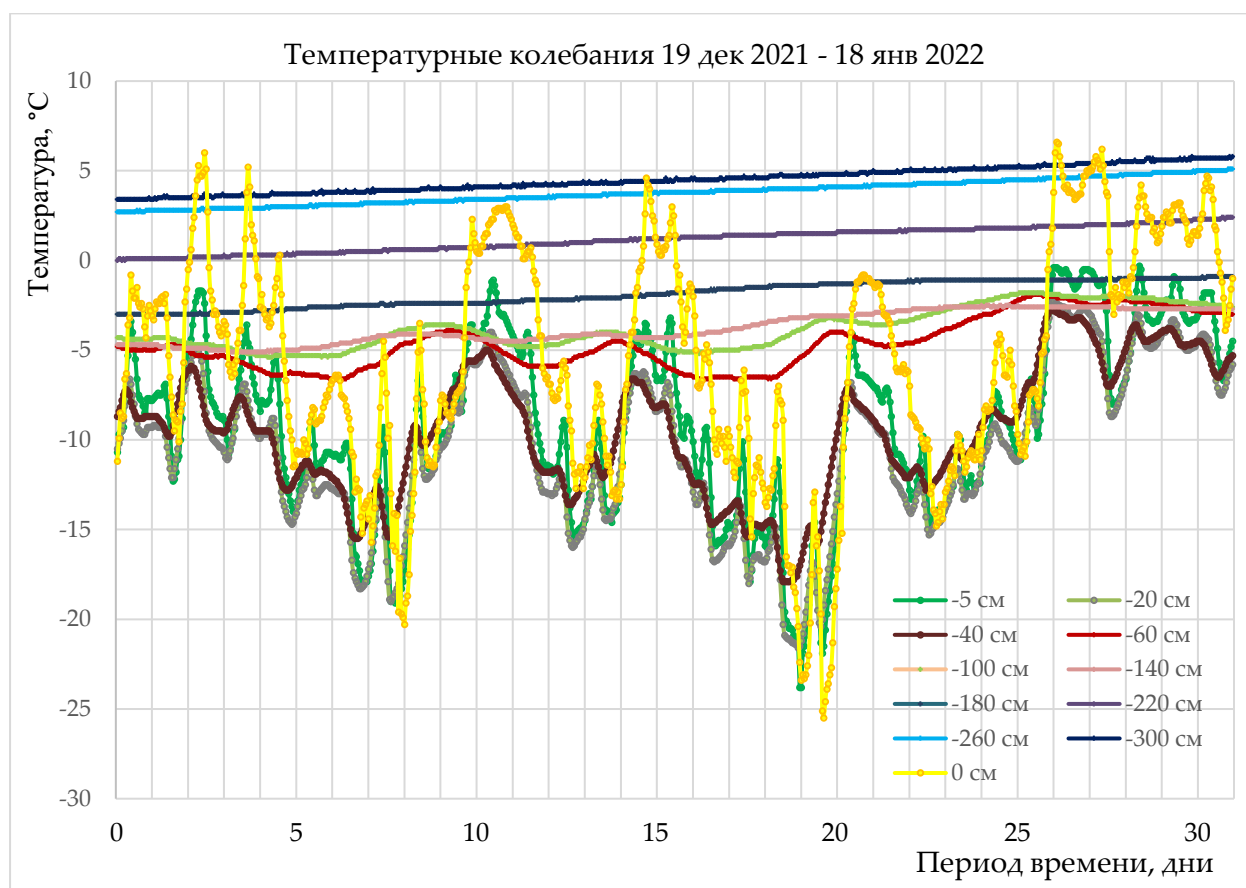


Рисунок 3. Температурные колебания в слоях дорожной одежды и основаниях автомобильных дорог в зимнее время г. Нур-Султан

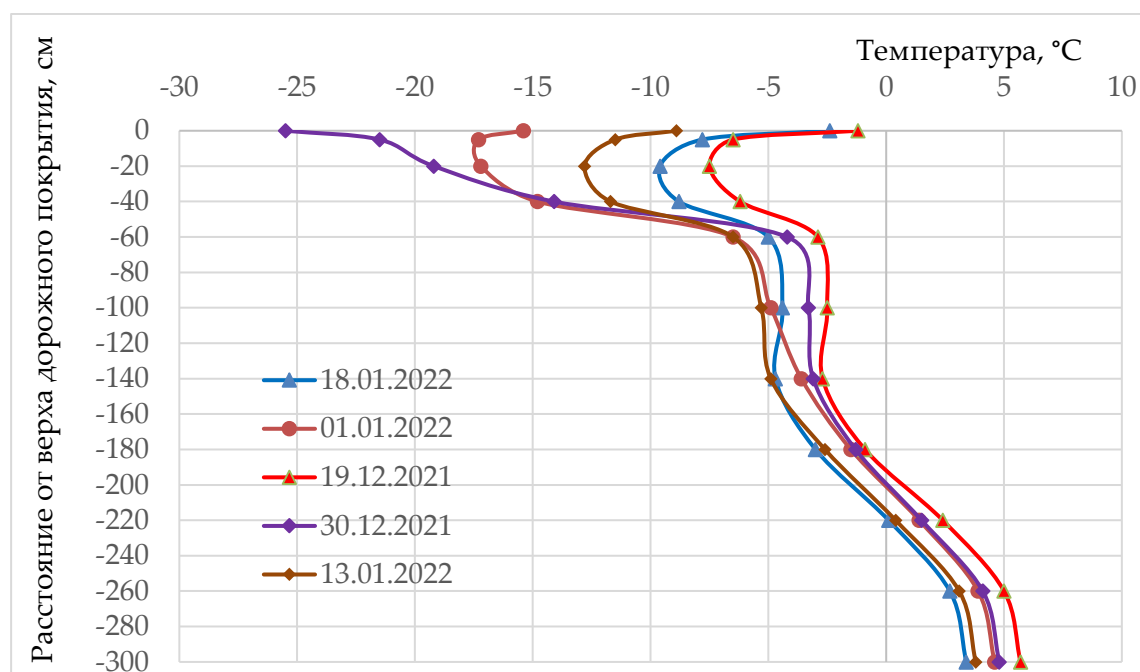


Рисунок 4. Распределение температуры по глубине

На рисунке 4 представлены графики распределения температуры по глубине от верха дорожной одежды до 3 м грунтового основания. Замеры были выполнены на 8 утра указанных дней. Глубина промерзания основания автомобильной дороги на данном участке равна -2.2 м с

дальнейшим уменьшением до -2 м вследствие повышения среднесуточной температуры воздуха. При повышении температуры воздуха под воздействием оказываются только 25 см от верха дорожной одежды, что соответствует верхнему слою основания из горячей высокопористой асфальтобетонной смеси. Нижний слой основания из щебеночно-песчаной смеси менее подвержен воздействию суточных колебаний воздуха.

Заключение

1. Грунты основания были классифицированы как четвертичные суглинки с коэффициентом фильтрации 0,01-0,13 м/сут и числом пластичности 11,6 что соответствует легким суглинкам.

2. Грунтовые основания автомобильных дорог, как и слои дорожной одежды, остаются в стабильно мерзлом состоянии при краткосрочных повышениях температуры до +6,6 °С за счет субкомпенсации тепла (теплопередачи) подлежащих слоев и имеют достаточный запас прочности.

3. При краткосрочных повышениях температуры воздуха под воздействием оказываются только 25 см от верха дорожной одежды, что соответствует верхнему слою основания из горячей высокопористой асфальтобетонной смеси.

4. Суточные колебания температуры в верхнем покрытии из горячей плотной асфальтобетонной смеси составляют в среднем 2-5 °С при флуктуации температуры воздуха 6-12 °С.

5. Для предотвращения негативного воздействия и неравномерной деформации земляного полотна необходимо предусмотреть дополнительную пароизоляцию на глубине 57 см, перед устройством подстилающего слоя гравийно-песчаной смеси.

Список литературы

1. Bagdat Teltayev, Elena Suppes, Jiankun Liu. Impact of freezing of subgrade on pavement deformation. Proceedings of the 19th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Seoul 2017, p. 1419-1422. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85045254642&partnerID=MN8TOARS>. (дата обращения: 18.05.2022).

2. Teltayev, B., Suppes, E. Freezing characteristics of a highway subgrade. Science in Cold and Arid Regions. 2017. No. 9(3). Pp. 325-330. doi: [10.3724/SP.J.1226.2017.00325](https://doi.org/10.3724/SP.J.1226.2017.00325). <http://www.scar.ac.cn/EN/10.3724/SP.J.1226.2017.00325>. (дата обращения: 18.05.2022).

3. Teltayev B.B., Liu J., Suppes E.A. Distribution of temperature, moisture, stress and strain in the highway. Magazine of Civil Engineering. 2018. 7 (83). Pp. 102–113. DOI: 10.18720/MCE.83.10. - <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85063795909&partnerID=MN8TOARS>. (дата обращения: 18.05.2022).

4. Assel Sarsembayeva, Askar Zhussupbekov, Philip E. F. Collins. Heat and Mass Transfer by Vapour in Freezing Soils. Energies 2022, 15, 1515. <https://doi.org/10.3390/en15041515>. - <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/4/1515>. (дата обращения: 18.05.2022).

5. Teltayev B.B., Zhussupbekov A., Shakhmov Z., Suppes E.A. Field Experimental Investigations of Freezing and Thawing of Highway Subgrade. In: Petriaev A., Konon A. (eds) Transportation Soil Engineering in Cold Regions, Volume 1. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 49. Springer, Singapore, pp 35-47 | 03 January, 2020. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85046009145&partnerID=MN8TOARS>. (дата обращения: 18.05.2022).

6. Assel Sarsembayeva, Askar Zhussupbekov. Experimental study of deicing chemical redistribution and moisture mass transfer in highway subsoils during the unidirectional freezing. Transportation Geotechnics, 2021, 26, 100426. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2020.100426>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214391220303147?via%3Dihub>. (дата

обращения: 18.05.2022).

7. Teltayev, B.B., A.Zh. Zhussupbekov, A.Zh., Shakhmov, Zh., Suppes, E.A., Transoilcold 2019, 088, v3 (major): 'Field Experimental Investigations of Freezing and Thawing of Highway Subgrade', DOI:10.1007/978-981-15-0450-1_5.

8. Teltayev, B.B., Suppes, E.A. Temperature and moisture in a highway in the south of Kazakhstan, Transportation Geotechnics. 2019. 21. Pp. 1–11. DOI: 10.1016/j.trgeo.2019.100292.

9. Teltayev B.B., Loprencipe, G., Bonin, G., Suppes, E.A., Tileu, K. Temperature and moisture in highways in different climatic regions. Magazine of Civil Engineering. 2020. 8 (100). <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000610836600010>.

10. Teltayev B.B., Suppes E.A. Temperature in pavement and subgrade and its effect on moisture. Case Studies in Thermal Engineering. Volume 13, March 2019, 100363. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2018.11.014>.

11. ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. М.: Стандартинформ. С. 20, 2022. <https://docs.cntd.ru/document/1200096130>. (дата обращения: 18.05.2022).

Сарсембаева А.С.*¹, Мусаханова С.Т.¹, Сагинов З.С.², Жусупбеков А.Ж.³

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

²«Жол активтерінің ұлттық сапа орталығы» шаруашылық жүргізу құқығындағы Республикалық мемлекеттік кәсіпорын, Астана, Қазақстан

³Санкт-Петербург мемлекеттік сәулет-құрылыс университеті, Санкт-Петербург, Ресей

Нұр-Сұлтан қаласындағы қысқы уақыттағы жолдардың жағдайын бақылау

Андатпа. Бұл жұмыста Нұр-Сұлтан қаласының геоклиматтық жағдайында тас жол учаскесіндегі іргетас топырақтарының физика-механикалық қасиеттеріне талдау жасалды. Зертханалық жағдайда топырақтың тығыздығын, табиғи ылғалдылығын және пластикалық қасиеттерін анықтау үшін жер асты қабатының топырақ үлгілері қыста алынды. Беріктік пен деформациялық сипаттамалар қысу және ығысу сынақтарымен анықталды. Сонымен қатар тас жолдың жабындары мен жерасты қабаттарының қабаттарына датчиктер орнату арқылы қысқы температураны бақылау жүргізілді. Қыс мезгіліндегі қату тереңдігі анықталып, жабынның және негіздік топырақтардың тереңдігі бойынша температураның таралуына талдау жасалды. Төменгі қабаттардың жылуды субкомпенсациялау (жылу беру) есебінен қысқа мерзімді температура +6,6 °С дейін көтерілуімен жабын қабаттары тұрақты мұздатылған күйде қалатыны және жеткілікті қауіпсіздік шегі бар екені анықталды. Ал жол төсемінің бетінен 25 см тереңдіктегі қабаттар ең үлкен температуралық әсерге ұшырайды.

Кілт сөздер: автомобиль жолдары, жол төсемінің қатуы, температураны бақылау, жер асты қабаты.

Sarsembayeva A.S.*¹, Mussakhanova S.T.¹, Saginov Z.S.², Zhussupbekov A.Zh.³

¹Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan

²RSE on REM "National Center for the Quality of Road Assets", Astana, Kazakhstan

³St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russia

Monitoring of highways structures of Nur-Sultan city in winter conditions

Abstract. The article analyzes the physical and mechanical properties of foundation soils on a section of a highway in the geo-climatic conditions of the city of Nur-Sultan. Soil samples of the subgrade

were taken in winter to determine the density, moisture, and plastic characteristics of soils in laboratory conditions. Strength and deformation characteristics were determined by compression and shear tests. At the same time, temperature monitoring in winter was carried out by installing sensors in the layers of pavement and subgrade of the highway. The authors analyzed the depth of freezing in winter and the distribution of temperature in the depth of the pavement and base soils. It has been established that the pavement layers remain in a stably frozen state with short-term temperature rises to +6.6 °C due to heat subcompensation (heat transfer) of the underlying layers and have a sufficient margin of safety. And layers to a depth of 25 cm from the surface of the road surface are exposed to the greatest temperature effects.

Keywords: highways, road pavement freezing, temperature monitoring, subgrade.

References

1. Bagdat Teltayev, Elena Suppes, Jiankun Liu. Impact of freezing of subgrade on pavement deformation. Proceedings of the 19th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Seoul 2017, p. 1419-1422. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85045254642&partnerID=MN8TOARS>. (accessed: 18.05.2022).
2. Teltayev, B., Suppes, E. Freezing characteristics of a highway subgrade. Science in Cold and Arid Regions. 2017. No. 9(3). Pp. 325-330. doi: [10.3724/SP.J.1226.2017.00325](https://doi.org/10.3724/SP.J.1226.2017.00325). <http://www.scar.ac.cn/EN/10.3724/SP.J.1226.2017.00325>. (accessed: 18.05.2022).
3. Teltayev B.B., Liu J., Suppes E.A. Distribution of temperature, moisture, stress and strain in the highway. Magazine of Civil Engineering. 2018. 7 (83). Pp. 102–113. DOI: 10.18720/MCE.83.10. - <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85063795909&partnerID=MN8TOARS>. (accessed: 18.05.2022).
4. Assel Sarsembayeva, Askar Zhussupbekov, Philip E. F. Collins. Heat and Mass Transfer by Vapour in Freezing Soils. Energies 2022, 15, 1515. <https://doi.org/10.3390/en15041515>. - <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/4/1515>. (accessed: 18.05.2022).
5. Teltayev B.B., Zhussupbekov A., Shakhmov Z., Suppes E.A. Field Experimental Investigations of Freezing and Thawing of Highway Subgrade. In: Petriaev A., Konon A. (eds) Transportation Soil Engineering in Cold Regions, Volume 1. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 49. Springer, Singapore, pp 35-47| 03 January, 2020. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85046009145&partnerID=MN8TOARS>. (accessed: 18.05.2022).
6. Assel Sarsembayeva, Askar Zhussupbekov. Experimental study of deicing chemical redistribution and moisture mass transfer in highway subsoils during the unidirectional freezing. Transportation Geotechnics, 2021, 26, 100426. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2020.100426>. - <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214391220303147?via%3DIihub>. (accessed: 18.05.2022).
7. Teltayev, B.B., A.Zh. Zhussupbekov, A.Zh., Shakhmov, Zh., Suppes, E.A., Transoilcold 2019, 088, v3 (major): 'Field Experimental Investigations of Freezing and Thawing of Highway Subgrade', DOI:10.1007/978-981-15-0450-1_5.
8. Teltayev, B.B., Suppes, E.A. Temperature and moisture in a highway in the south of Kazakhstan, Transportation Geotechnics. 2019. 21. Pp. 1–11. DOI: 10.1016/j.trgeo.2019.100292.
9. Teltayev B.B., Loprencipe, G., Bonin, G., Suppes, E.A., Tileu, K. Temperature and moisture in highways in different climatic regions. Magazine of Civil Engineering. 2020. 8 (100). <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000610836600010>.
10. Teltayev B.B., Suppes E.A. Temperature in pavement and subgrade and its effect on moisture. Case Studies in Thermal Engineering. Volume 13, March 2019, 100363. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2018.11.014>.
11. GOST 20522-2012 Grunty`. Metody` statisticheskoy obrabotki rezul'tatov ispy'tanij. M.:

Standartinform. s. 20, 2022. <https://docs.cntd.ru/document/1200096130> (accessed: 18.05.2022).

Сведения об авторах:

Сарсембаева А.С. – кандидат технических наук, PhD (Великобритания), и.о. доцента кафедры «Строительство», Евразийский государственный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Мусаханова С.Т. – докторант кафедры «Строительство», Евразийский государственный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан.

Сагинов З.С. - генеральный директор РПП на пхв «Национальный центр качества дорожных активов» Министерства индустрии и инфраструктурного развития РК, Астана, Казахстан.

Жусупбеков А.Ж. – доктор технических наук, профессор кафедры «Геотехники», Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия.

Sarsembayeva A.S. - Candidate of Technical Sciences, Ph.D., Associate Professor of the Department of Civil Engineering, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Mussakhanova S.T. - Ph.D. student of the Department of Civil Engineering, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Saginov Z.S. - General Director of National Center for the Quality of Road Assets of the Ministry of Industry and Infrastructure Development of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan.

Zhusupbekov A.Zh. - Doctor of Technical Sciences, Professor of the «Geotechnics» Department, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russia.

¹R.R. Safin, ^{2,3*}A.S. Abdiraman, ²A.M. Nurusheva, ³L.S. Aldasheva

¹Linnovate Ltd., Minsk, Belarus

²L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

³Astana IT University, Astana, Kazakhstan

(e-mail: Ruslan@v-office.org, a.s.abdiraman@gmail.com, nurusheva.assel@mail.ru, Laura.Aldasheva@astanait.edu.kz)

Comparison of information security methods of information-communication infrastructure: Multi-Factor Authentication

Abstract. Sensitive information was always one of the big trade-offs we always exchange big secrets for small ones. On one hand, memorization of small secrets on the other hand tons of services requires a dedicated secret for each one. And when one of the services will be compromised it affects all services with the same password and credential. The main purpose of this article is to discuss multiple factors and increase security trade-offs differently. We will try to compare MFA (Multi-Factor Authentication), 2FA (Two Factor Authentication), 2SV (Two-Step Verification), and 1FA (One Factor Authentication) and investigate the password-free future.

Keywords: MFA, personal data, cybercrimes, data leakage, vulnerability, verification, authentication.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-140-3-114-124

Introduction

We now live in a reality where a password is not a guarantee of security and protection of information. Most passwords can be cracked in a few minutes (hours, days, but anyway less than eternity). No one wants to face stealing identity or some private information like accounting, financial, personal (PII), or health data. [1, 2]

Usually, users don't want to memorize small secrets (in this context we mean passwords) and try to write them on stickers and place them on their monitor.

For this situation, a solution might be a password manager to trade off a few small secrets with one. For some workflow, we can protect this password manager with biometric protection like a fingerprint or via face recognition. And this solution might work in the world without phishing attacks. [3, 4]

To prevent this type of attack we can implement website address verification, and it might work for attacks on the password autocompletion mechanism. But this doesn't work for social engineering attacks.

Also, some experts recommend 2FA with mobile applications and TOTP (Time-based one-time password) [5, 6] or HOTP (HMAC-based one-time password) [7, 8] one-time passwords. But this solution doesn't work with spear-phishing in couple with social engineering [9].

We can try to improve our MFA application with push notifications and send push notifications to verify user activity.

But this method doesn't work with multistep attacks and bombing users via push notification to indulge and press accept access in pushes.

The rapid development of the IT sector leads to accelerated application and introduction of digital innovations, and these innovations require highly qualified engineers who can implement those innovations and build modern infrastructures and services.

As we all know in the world high demand for highly skilled engineers, but Universities can't

provide enough qualified specialists. Based on this statement we can predict a fast growth of consulting companies and contractors who supports this growth for market makers [10].

The Cybercrimes landscape moved from standalone hackers to highly motivated teams targeted to destruct companies' and governments' infrastructures, including critical infrastructure. Those actors communicate and use different tactics and tools. Many of those tools is a legitimate tool for daily automation and configuration duties. So that big part (in that case we can say that all of today's available antivirus or endpoint detection and response tools) can't prevent those attacks.

In that article, we try to provide ways to avoid these risks and improve the security of companies' infrastructure.

Methods

This article described the reasons and purposes for implementing a multi-factor/multi-step verification process. And some pieces of historic information about the changes in the authentication process.

As a starting point, we considered the article [11] about the Time-Based One-Time Password (TOTP) Algorithm. This document describes the specification of TOTP (Time-based one-time password) and HOTP (HMAC-based one-time password), in this document we saw a description of two types of one-time password notation. A big part of this document describes generating one-time passwords from predefined secret keys based on a time vector or event-based vector to verify accounts.

The most challenging task of describing this technology was the method of generating a strong one-time password and trust's legal provisioning relationship. This term means if I have something, and I know something, and it means I am an authorized/identified person. This fact depends on something that has physical nature for example hardware token or some smartphones (in that case mentioned smartphone with some specific application. This application should not have access to the internet and should run in an isolated environment to prevent leakage of secrets from this application), or smartcard; but this something changes depending on time or usage factor.

For time-based secrets recommended time frame is equivalent to 30 seconds, this parameter was chosen based on the security and usability equation. To decrease the effect of time drift issues (when server and token have different time and requires synchronization) in most cases allowed to use two one-time passwords earlier than the current which meant that we increase the time frame to 90 seconds.

As for HMAC-based one-time passwords, it synchronizes one-time passwords based on ticks and allows only incremented one-time passwords from the generation vector.

For that case we can use a simple example of TOTP realization:

```
import (
    «time»
)
...
totp := gotp.NewDefaultTOTP([]byte(«secret key»))
timestamp := time.Date(2022, 05, 20, 11, 28, 13, 0, time.UTC)
code := totp.At(timestamp)

if totp.VerifyAt(code, timestamp) {
    panic(fmt.Errorf(«invalid OTP code»))
}
```

In this example, we can configure the number of digits used for generation TOTP and this code propose ways to correct time frames by *VerifyWithinWindow(OTP, timestamp, validationWindow)*

To provide a more detailed view of TOTP and HOTP realization, let's deep dive to reference realization of this algorithm in golang.

HOTP:

```
type HOTP struct {
    OTP
}
func NewHOTP(secret string, digits int, hasher *Hasher) *HOTP {
    otp := NewOTP(secret, digits, hasher)
    return &HOTP{OTP: otp}
}
func NewDefaultHOTP(secret string) *HOTP {
    return NewHOTP(secret, 6, nil)
}
func (hs *HOTP) At(count int) string {
    return h.generateOTP(count)
}
func (hs *HOTP) Verify(otp string, count int) bool {
    return otp == hs.At(count)
}
```

TOTP:

```
import «time»
type TOTP struct {
    OTP
    interval int
}
func (tm *TOTP) At(timestamp int) string {
    return tm.generateOTP(tm.timecode(timestamp))
}
func (tm *TOTP) Now() string {
    return tm.At(currentTimestamp())
}
func (tm *TOTP) NowWithExpiration() (string, int64) {
    interval64 := int64(tm.interval)
    timeCodeInt64 := time.Now().Unix() / interval64
    expirationTime := (timeCodeInt64 + 1) * interval64
    return tm.generateOTP(int(timeCodeInt64)), expirationTime
}
func (tm *TOTP) Verify(otp string, timestamp int) bool {
    return otp == tm.At(timestamp)
}
func (tm *TOTP) timecode(timestamp int) int {
    return int(timestamp / tm.interval)
}
```

In this part of this article, we discussed ways to provide ways to generate one-time passwords to mitigate stealing user accounts attacks.

Results

As a result of the previous step, we prepare the two most popular variants of one-time password algorithms. These algorithms provide us with ways to generate strong one-time passwords. In this

paragraph, we move forward with the logical realization of these algorithms.

Figure 1 shows a generic architecture of generation time-based one-time passwords. This works without any additions to the piece of code from the previous paragraph.

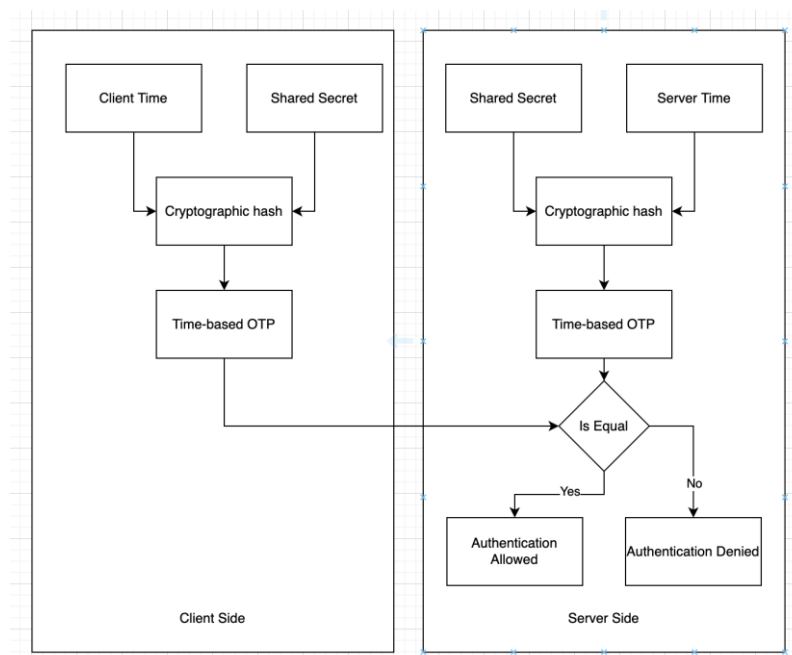


Figure 1. Architecture diagram generation TOTP

As we can see, all parts work independently and don't depend on others. One vulnerability is the exchange of shared secrets, but in most cases, we can accept this risk because we do not simply exchange secrets but verify the first generated one-time password after exchange. This simple algorithm provides a big step to improve the security of the authentication process. We can stop worrying about stealing passwords because without shared secrets and time stamps it is impossible to verify user identity and access to a protected part of an application.

But as with every solution, a time-based one-time password has a weak side. For our case, it is time synchronization, because with a different and not precise time on both sides we can't generate these codes. In case when we don't want to worry about time synchronization, we need to move forward with a hmac-based one-time password. This algorithm is provided in Figure 2 and is based on code from the previous paragraph.

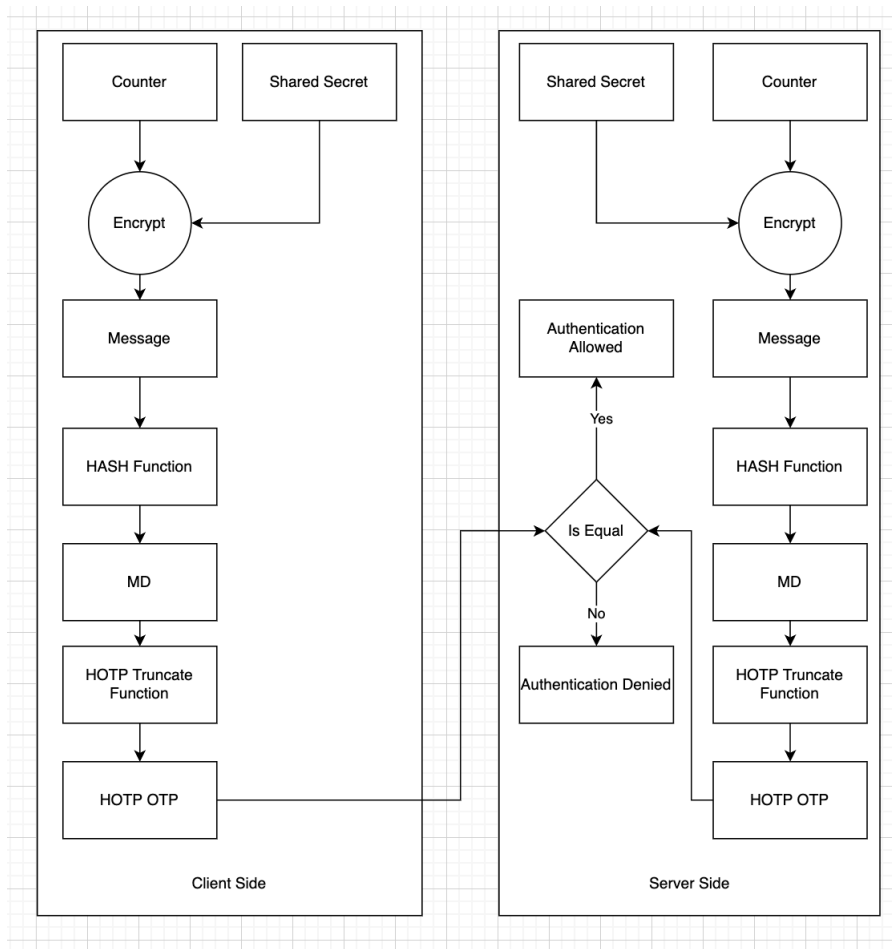


Figure 2. Architecture diagram generation HOTP

Flow with HOTP looks better because we don't affect by time synchronization issues, but at the same time we need to count our security codes and save the counter to generate valid tokens.

Simple use of MFA mitigates phishing [12] and spear phishing [13] attacks those attacks provide a possibility to steal login and password but MFA/2FA tokens prevent this risk.

The diagram in Figure 3 provides one of the possible examples of a multi-phase phishing attack chain.

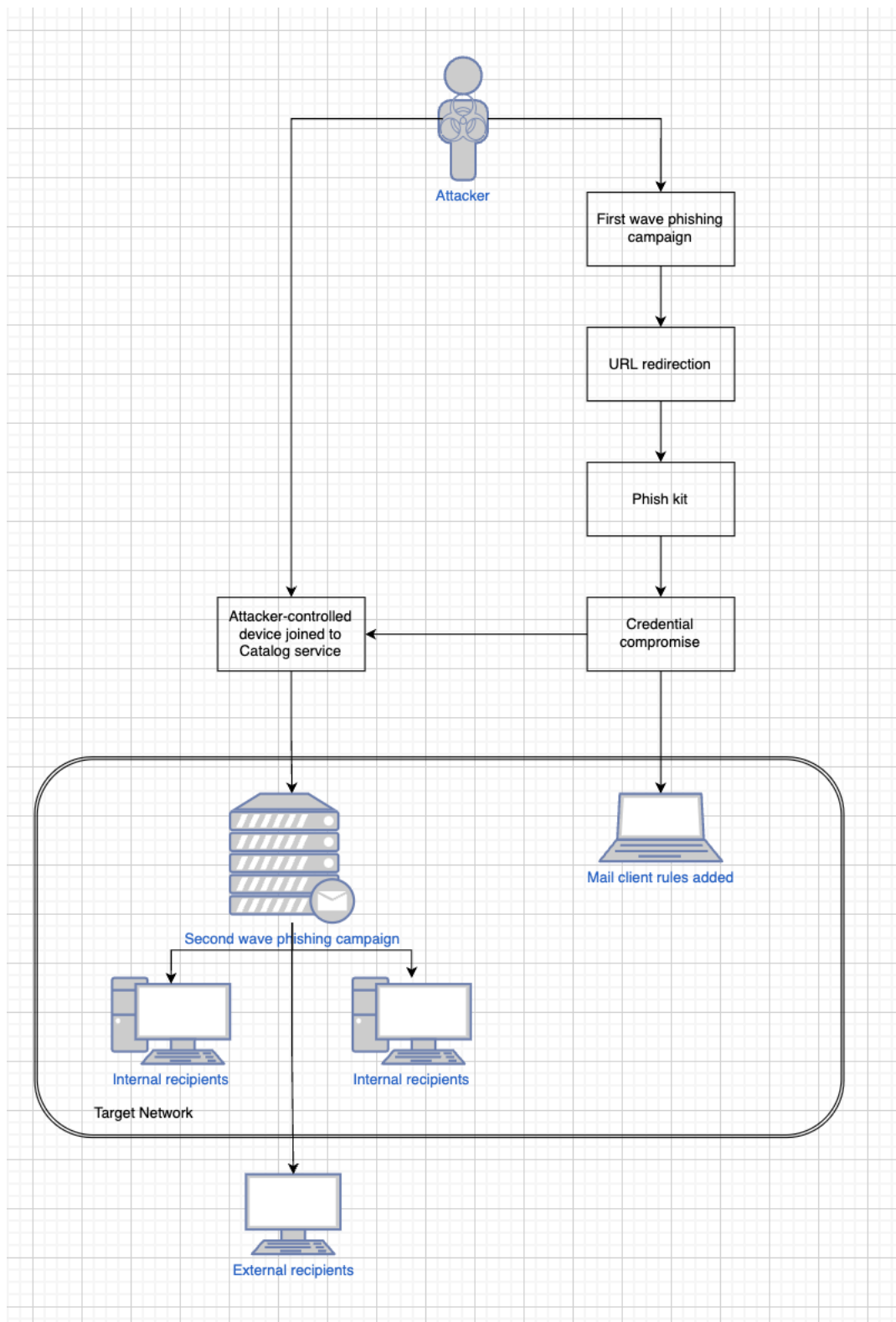


Figure 3. Multi-phase phishing attack chain

For sure most phishing and spear phishing attacks for most users look like legitimate mails, for example, phishing DocuSign mail in Figure 4.

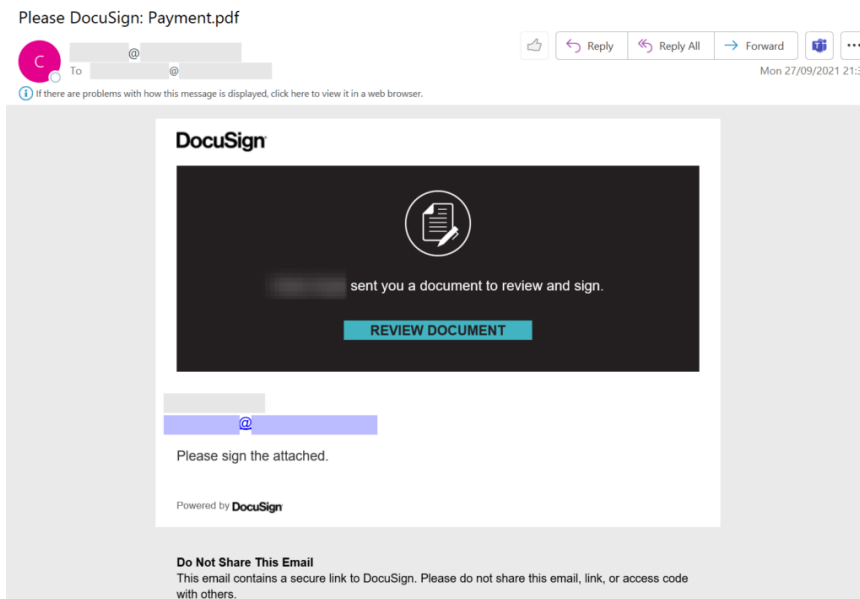


Figure 4. First-stage phishing email spoofing DocuSign

End-user followed by the link in the email will be faced with a login page for example as provided in Figure 5.

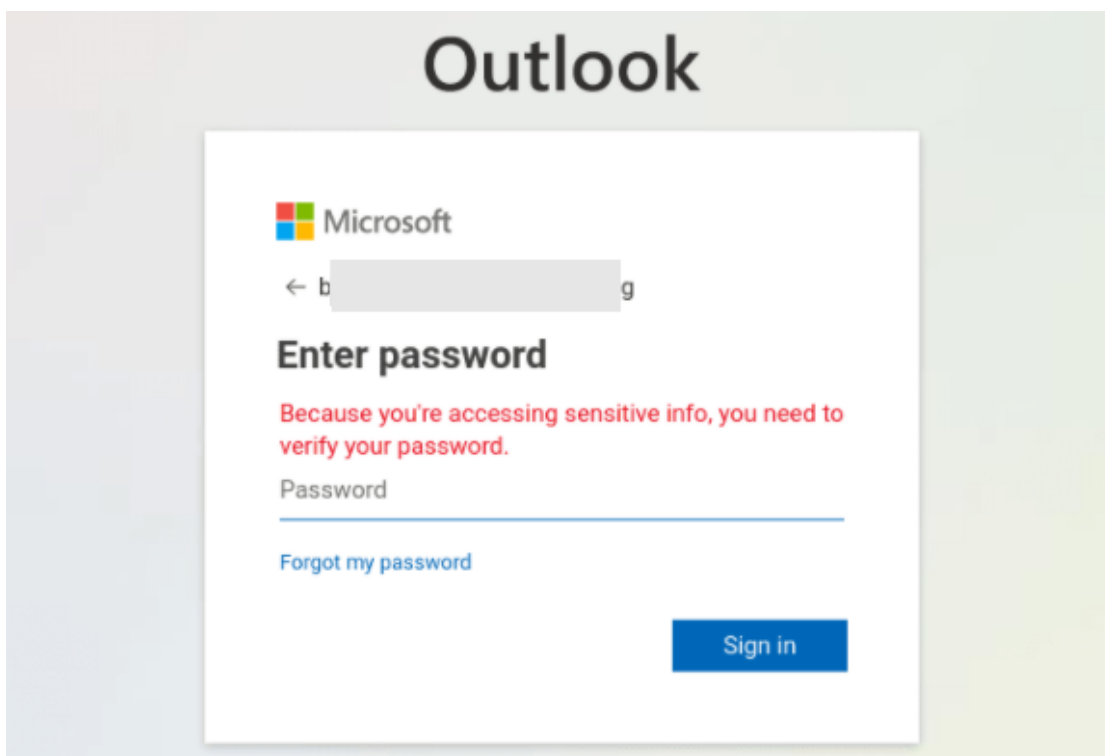


Figure 5. Phishing page with username prepopulated

And after this step attacker moves forward and tried to attack new victims inside the organization. An example of the email is in Figure 6.

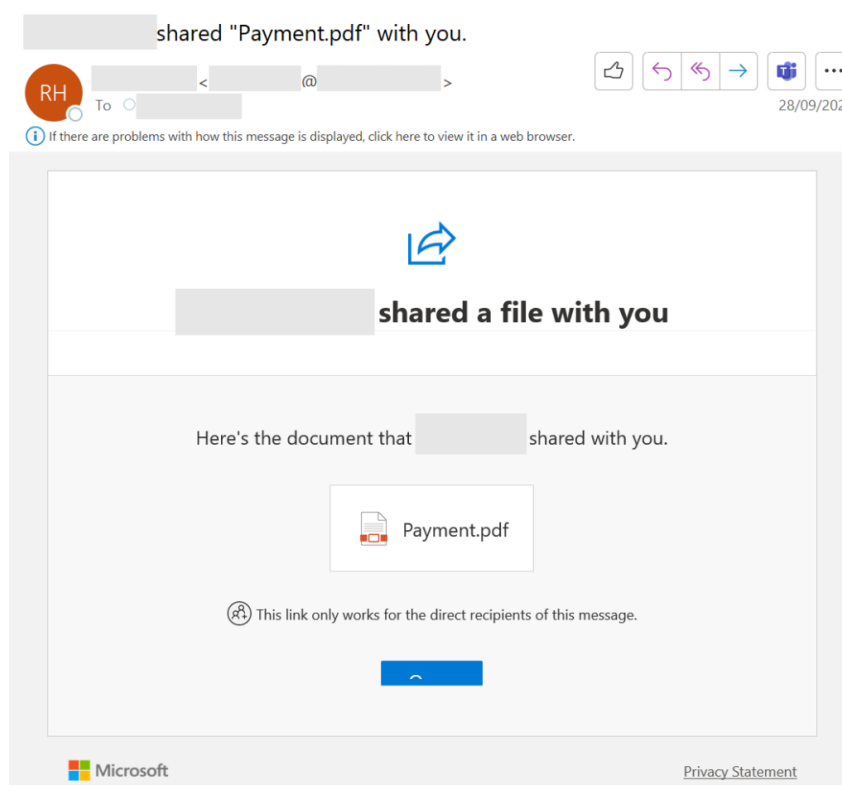


Figure 6. Second-stage phishing email spoofing SharePoint

Discussion

There was described a few methods of MFA and 2FA authentication, all companies move forward to the password-free future. As we can see the world has a few ways to propose MFA for every user, but we need to remain a difference between MFA/2FA and 2SV (two-step verification) because in many cases 2SV looks very similar, but it is different.

Many banks forced their clients to use SMS as a second factor, but the realization of this second factor provided flow to reset user password with only access to SMS and knowledge something about a user for an example ID number (this number not private information and has simple and well-known generation rules). With these two components, we can reset passwords for all bank accounts in all ex-USSR countries without any exception.

And as we discussed before, this is not a true way of using MFA. Based on these statements and knowledge investigated earlier in this article we have enough knowledge to check and prove the security of each service provided or don't provide multifactor authentication possibility.

Conclusion

This article describes a few realizations developed to provide secured access and minimize the risks of phishing attacks. As described above lack of security awareness among users or employees shouldn't affect the security of their and company data. New reality provides us with an opportunity to work from home, to make our work-life reality more flexible and faster than was before, but new challenges and threats make some changes to our daily routine and habits. That's not insane that's just our new reality and we need to evolve in this new reality, like the first people in the stone age we need to improve our habits, including new methods, and continuously move forward to the new challenges to the new achievements.

References

1. Y. Fujita, A. Inomata and H. Kashiwazaki Implementation and Evaluation of a Multi-Factor Web Authentication System with Individual Number Card and WebUSB, 2019 20th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS), Matsue, Japan, 2019. P. 1-4.
2. B. O. ALSaleem and A. I. Alshoshan, Multi-Factor Authentication to Systems Login, 2021 National Computing Colleges Conference (NCCC), Taif, Saudi Arabia, 2021. P. 1-4.
3. C. Hamilton and A. Olmstead, Database multi-factor authentication via pluggable authentication modules, 2017 12th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST), Cambridge, UK, 2017. P. 367-368.
4. H. Khalid, S. J. Hashim, S. M. S. Ahmad, F. Hashim and M. A. Chaudary New and Simple Offline Authentication Approach using Time-based One-time Password with Biometric for Car Sharing Vehicles, 2020 IEEE Asia-Pacific Conference on Computer Science and Data Engineering (CSDE), Gold Coast, Australia, 2020. P. 1-7.
5. Roger A. Grimes One-Time Password Attacks in Hacking Multifactor Authentication, Wiley, 2021, P.205-226.
6. S. Yang and J. Meng Research on Multi-factor Bidirectional Dynamic Identification Based on SMS, 2018 IEEE 3rd Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC), Chongqing, China, 2018. P. 1578-1582.
7. L. Dostalek Multi-Factor Authentication Modeling, 2019 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), Ceske Budejovice, Czech Republic, 2019. P. 443-446.
8. W. -S. Park, D. -Y. Hwang and K. -H. Kim, A TOTP-Based Two Factor Authentication Scheme for Hyperledger Fabric Blockchain, Tenth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), Prague, Czech Republic, 2018. P. 817-819.
9. I. Gordin, A. Graur and A. Potorac Two-factor authentication framework for private cloud, 2019 23rd International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), Sinaia, Romania, 2019. P. 255-259.
10. Z. Alamsyah, T. Mantoro, U. Adityawarman and M. A. Ayu, Combination RSA with One Time Pad for Enhanced Scheme of Two-Factor Authentication, 2020 6th International Conference on Computing Engineering and Design (ICCED), Sukabumi, Indonesia, 2020. P. 1-5.
11. H. Seta, T. Wati and I. C. Kusuma, Implement Time Based One Time Password and Secure Hash Algorithm 1 for Security of Website Login Authentication, 2019 International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System (ICIMCIS), 2019. P. 115-120.
12. Ometov A., Bezzateev S., Mäkitalo N., Andreev S., Mikkonen T., Koucheryavy Y. Multi-factor authentication: A survey, Cryptography. 2018. Vol.2. №1. P. 1 – 31.
13. Saqib R.M., Khan A.S., Javed Y., Ahmad S., Nisar K., Abbasi I.A., Haque M.R., Julaihi A.A. Analysis and Intellectual Structure of the Multi-Factor Authentication in Information Security, Intelligent automation and soft computing. 2022. Vol.32. №3. P. 1633-1647.

¹Р.Р.Сафин, ^{2,3*}Ә.С.Әбдіраман, ²А.М.Нурушева, ³Л.С.Алдашева

¹ Linnovate Ltd, Минск, Беларусь

²Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

³ Astana IT University, Астана, Казахстан

Сравнение методов защиты информации информационно-коммуникационной инфраструктуры: многофакторная аутентификация

Аннотация. Конфиденциальная информация всегда была одним из важных компромиссов, мы всегда обмениваем большие секреты на маленькие. С одной стороны, запоминание маленьких секретов, с другой - при множестве сервисов требуется отдельный секрет для каждого из них. И когда одна из служб будет скомпрометирована, это повлияет на все службы с одинаковым паролем и учетными данными. Основные цели данной статьи - обсудить множество факторов и рассмотреть повышение безопасности компромиссов разными способами. Мы попытаемся сравнить MFA (многофакторная аутентификация), 2FA (двухфакторная аутентификация), 2SV (двухэтапная проверка) и 1FA (однофакторная аутентификация) и исследовать будущее без паролей.

Ключевые слова: MFA, персональная информация, киберпреступления, утечка данных, уязвимость, верификация, аутентификация.

¹Р.Р.Сафин, ^{2,3*}Ә.С.Әбдіраман, ²А.М.Нурушева, ³Л.С.Алдашева

¹ Linnovate Ltd, Минск, Беларусь

² Л.Н.Гумилев атындағы Евразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

³ Astana IT University, Астана, Қазақстан

Ақпараттық-коммуникациялық инфрақұрылымда ақпаратты қорғау әдістерін салыстыру: көпфакторлы аутентификация

Андатпа. Құпия ақпарат әрқашан маңызды сауда-саттықтың бірі болды, біз әрқашан үлкен құпияларды кішкентайларға ауыстырамыз. Бір жағынан, кішкентай құпияларды есте сақтау, екінші жағынан, көптеген қызметтер әрқайсысы үшін жеке құпияны қажет етеді. Қызметтердің біреуі бұзылған кезде, ол бірдей пароль мен тіркелгі деректері бар барлық қызметтерге әсер етеді. Бұл мақаланың негізгі мақсаты-көптеген факторларды талқылау және сауда-саттықтың қауіпсіздігін әр түрлі жолмен арттыру. Біз MFA (көп факторлы аутентификация), 2FA (екі факторлы аутентификация), 2sv (екі сатылы тексеру) және 1fa (бір факторлы аутентификация) салыстырып, құпия сөздерсіз болашақты зерттедік.

Кілт сөздер: MFA, жеке ақпарат, киберқылмыс, деректердің ағуы, осалдық, верификация, аутентификация.

Information about authors:

Safin R.R. – Senior Development Engineer at Linnovate Ltd, Minsk, Belarus

Abdiraman A.S. – The 2nd year Ph.D. student in Information Security, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Senior Lecturer of the Department of Intelligent Systems and Cybersecurity, Astana IT University, Astana, Kazakhstan.

Nurusheva A.M. – Ph.D., Acting Associate Professor of Information Security Department, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Aldasheva L.S. – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Intelligent Systems and Cybersecurity, Astana IT University, Astana, Kazakhstan.

Сафин Р.Р. – Аға инженер-әзірлеуші Linnovate Ltd, Минск, Беларусь

Әбдіраман Ә.С. – «Ақпараттық қауіпсіздік» кафедрасының екінші курс докторанты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Интеллектуалды жүйелер мен киберқауіпсіздік департаментінің аға оқытушысы, Astana IT University, Астана, Қазақстан.

Нұрушева А.М. – PhD, «Ақпараттық қауіпсіздік» кафедрасының доценті міндетін атқарушы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.

Алдашева Л.С. – техника ғылымдарының кандидаты, Интеллектуалды жүйелер мен киберқауіпсіздік департаментінің аға оқытушысы, Astana IT University, Астана, Қазақстан.

К.К.Сейтказенова, В.Н.Печерский, Б.Б.Жумалиев, Е.Г.Аким, С.Б.Калмахан

Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан
(E-mail: kseitkazi@mail.ru, vn-pecherskiy@mail.ru)

Роль покрытий в снижении интенсивности эрозии

Аннотация. Предложен способ повышения эрозионной стойкости деталей путем нанесения на их рабочие поверхности покрытий, которые позволят значительно увеличить их срок службы в процессе эксплуатации.

Показана роль гальванического хромирования для изделий, испытывающих эрозионный износ в процессе работы. Установлено влияние плотности тока на степень износа, на микротвердость гальванического покрытия. Выявлено, что плотность тока, равную 60 а/дм², следует считать оптимальной, так как этому

режиму соответствует минимальный износ ΔG_k^{\min} .

Приведена технология защиты цилиндрических втулок двигателей плазменно-напыленным (пористым) покрытием. Показано, что последующая пропитка лаком (бакелитизация) снижает пористость плазменного покрытия. Выявлена толщина плазменно-напыленного покрытия, обеспечивающая оптимальную износостойкость, и установлена оптимальная шероховатость поверхностей

$R_a^{opt} \sim 0,16$ мкм. Проверена эффективность защиты водоохлаждаемых поверхностей втулок покрытием в натуральных условиях. Приведены результаты использования защитного неметаллического покрытия для втулок, обеспечивающих устойчивую работу систем охлаждения двигателей при всех нагрузках.

Ключевые слова: износ, эрозионная стойкость, покрытие, хромирование, плазменное напыление, микротвердость, стеклопластик, толщина.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-140-3-125-133

Введение

Несмотря на то, что современная наука и технические достижения располагают многочисленными средствами, проблема повышения износостойкости деталей машин, по-прежнему, остается актуальной. Для повышения надежности и долговечности машин используют различные технологические мероприятия, к которым можно отнести следующие: применение современных высокопрочных материалов для различных условий эксплуатации машин и получение из них заготовок высокого качества, применение современных технологий, обеспечивающих изготовление деталей заданной точности и стабильности как по размерам, так и по физико-механическим свойствам, создание надежной системы смазки, изоляция трущихся поверхностей от загрязнения, компенсация износа, применение быстросменных деталей и узлов и, наконец, использование защитных покрытий. Защитные покрытия деталей машин используются для повышения износостойкости и могут решить проблему повреждаемости деталей от внешних факторов в различных условиях изнашивания.

Постановка проблемы

Ответственные детали различных технических средств в процессе эксплуатации

подвергаются эрозионному воздействию со стороны неоднородных жидких сред, и эта проблема еще далека до своего законченного решения. Интенсивной гидроэрозии подвергаются детали гидротурбин, лопатки влажно-паровых турбин атомных энергетических установок, разнообразное насосное оборудование, цилиндрические втулки двигателей, подшипники скольжения и качения и много другое оборудование. Срок службы любого оборудования ограничивается определенным сочетанием нагрузки, скорости и температуры. Для бесперебойной работы их нужно обеспечить износостойкость, эрозионную стойкость, надежность механизмов, узлов и деталей, входящих в состав оборудования.

В настоящее время известно достаточное количество научных направлений, перспективных для ограничения или снижения интенсивности эрозии оборудования. Некоторые из них реализованы на практике. Это управление механизмом замыкания пузырька, изменение свойств жидкости, создание специфического рельефа поверхностей и т.д. Перспективным материаловедческим решением может быть нанесение на рабочие поверхности деталей различных покрытий, которые позволят значительно увеличить их срок службы в процессе эксплуатации без изменения [1-5].

Методы исследования

Одним из способов повышения эрозионной стойкости деталей является использование гальванических покрытий [6]. Образцы из стали 38ХМЮА, хромированные по различным технологическим режимам, испытывали на магнитострикционном вибраторе (МСВ). Температура электролита во время осаждения хрома поддерживалась постоянной в пределах 55-65⁰С, плотность тока изменялась от 20 до 70 a/dm^2 ступенями для шести групп образцов. Длительность процесса хромирования образцов менялась от 150 до 43 мин при изменении плотности тока от 20 до 70 a/dm^2 , что обеспечило примерно одинаковую толщину покрытия на всех образцах в пределах 30-45мк. Для покрытия использовался саморегулирующийся электролит, состоящий из хромового ангидрида, 250-300 г/л; кремнефтористого калия 18-20 г/л, и сернокислого стронция в количестве 5,5-6,5 г/л.

Испытания проводились в отстоянной водопроводной воде при 55-65⁰С на пассивных образцах, расположенных на расстоянии 1,2 мм от вибрирующего хвостовика магнитостриктора. Величина износа образцов определялась весовым методом после 1,2 и 3 часов испытаний.

Обсуждение результатов

Характер изменения износа при различных плотностях тока оказался одинаковым для всех кривых, показанных на рис.1а.

Образцы с гальваническим покрытием, полученным при плотности тока, равной 60 a/dm^2 , имели наименьший износ. Измерение твердости показало, что образцы с минимальным износом имеют не максимальную микротвердость покрытия, но достаточно близкую к H_{μ}^{\max} , что можно объяснить следующим образом.

С увеличением плотности тока увеличивается частота возникновения центров электрокристаллизации, размер зерна хромового покрытия уменьшается, а микроискажения кристаллической решетки увеличиваются. Микротвердость покрытия при этом непрерывно возрастает, при указанных режимах электролиза зависимость $H_{\mu} = f(\delta_i)$ проходит через максимум при $\delta_i = 70-80 a/dm^2$. Увеличение плотности тока приводит к непрерывному росту пористости покрытия. Наиболее резкое увеличение пористости или трещинообразования наблюдается при плотностях тока, превышающих 90 a/dm^2 .

При изменении плотности тока при электролизе интенсивность кавитационно-эрозионного разрушения хромовых покрытий определяется соотношением микротвердости, с увеличением которой стойкость покрытия возрастает, и степени пористости или густоты микротрещин, а также величины остаточных напряжений в слое, снижающих стойкость покрытий (рисунок 1б). Одновременное влияние этих факторов приводит к появлению предсказанного теорией, минимума износа (рисунок 1а) в данных условиях изнашивания.

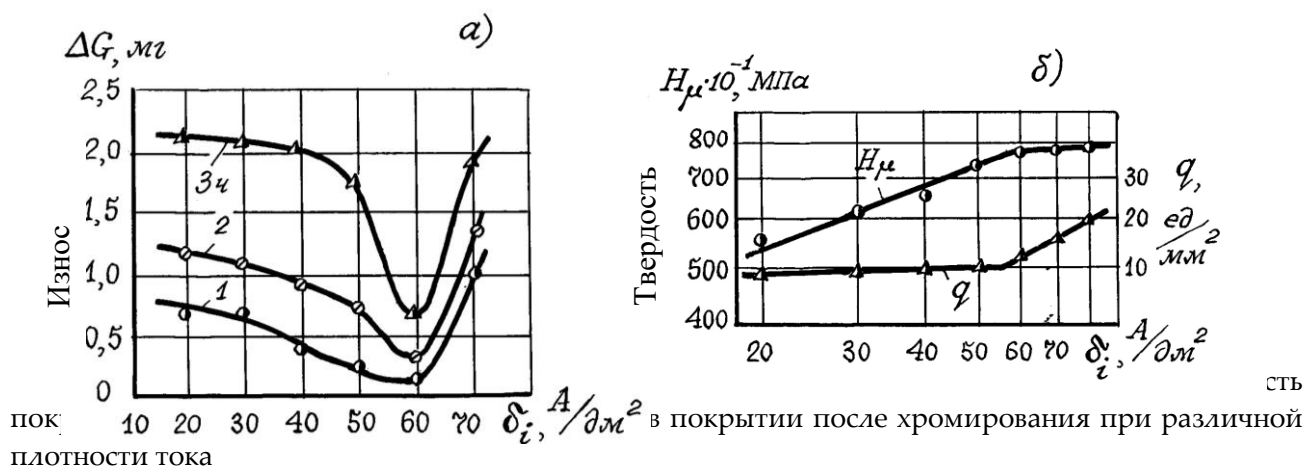


Рисунок 1. Результаты испытаний гальванически хромированных образцов из стали 38ХМЮА

При температуре электролита в пределах 55-65°C плотность тока, равную 60 A/dm^2 , следует считать оптимальной, так как этому режиму соответствует минимальный износ ΔG_k^{min} в несколько раз отличающийся от ΔG_k при неоптимальных режимах электролитического осаждения хрома.

Ресурс цилиндрических втулок средне- и высокооборотных двигателей в большинстве случаев ограничивается кавитационно-эрозионными разрушениями наружных охлаждаемых поверхностей. Основой технологии защиты поверхности втулок двигателей от кавитационно-эрозионных разрушений послужило теоретическое моделирование эрозионных процессов при кавитации и научно обоснованный выбор материалов для защитных покрытий.

Для защиты втулок от кавитационно-эрозионного разрушения использовали нихромовые плазменные покрытия. Технология нанесения покрытий на поверхность втулки плазменным способом включает следующие этапы: подготовку поверхности; нанесение покрытия; механическую обработку покрытия (на посадочных поясах); дополнительную обработку покрытия (бакелитизацию). Подготовку (активацию) поверхности втулки из стали 38ХМЮА производили карбидом кремния крупностью 450-550 μm . Напыление порошкообразного нихрома на поверхность проводили в среде азота и аргона. Наиболее высокая износостойкость покрытия достигается при напылении нихрома в среде азота. Износ покрытия при этом примерно в 4 раза ниже в сравнении с износом нихрома, напыленного из прутка $\varnothing 1,2 \text{ мм}$ в среде аргона.

Результаты множества экспериментальных исследований и накопленный производственный опыт при восстановлении деталей покрытием свидетельствуют о том, что оптимальная толщина эрозионностойких плазменно-напыленных покрытий составляет 300-600 μm . Поэтому для цилиндрических втулок была принята толщина нихромового покрытия для боковой поверхности (без последующей механической обработки) и для посадочного пояса (после шлифования), равная 400 μm . Перед напылением покрытия упрочняемые поверхности втулки шлифуют на диаметр меньше номинального на 0,8 мм.

Влияние шероховатости плазменно-напыленного (пористого) покрытия на его

кавитационно-эрозионную стойкость не является существенным. Чистовое шлифование повышает износостойкость пористого покрытия всего на 20%. С целью уменьшения отрицательного влияния пор произвели пропитку покрытия бакелитовым лаком, что увеличило его износостойкость после чистового шлифования примерно в два раза. Для условий виброконтантного взаимодействия плазменно-напыленного пояса втулки с чугунным буртом на поверхности блока установлена оптимальная шероховатость поверхностей $R_a^{opt} \sim 0,16$ мкм. При шероховатости больше или меньше оптимальной относительная износостойкость беспористого покрытия уменьшается. На основании результатов выполненного анализа предусмотрено шлифование покрытия на посадочных поясах до шероховатости $R_a = 0,16$ мкм с последующей бакелитизацией всех плазменно-напыленных поверхностей цилиндрической втулки.

Проверка эффективности защиты водоохлаждаемых поверхностей цилиндрических втулок покрытием в натурных условиях производилась в два этапа. На первом этапе боковые поверхности опытных втулок были покрыты нихромом Х20Н80 из проволоки повышенной чистоты напылением. Освидетельствование опытных втулок после 3 тыс. и 5 тыс. Часов эксплуатации дизеля показало высокую надежность защитных покрытий: трещины, отслоения и эрозионные повреждения в них отсутствовали.

На втором этапе испытаний шесть втулок с покрытиями по боковым и посадочным поверхностям (три – порошком ПХ18Н9Т и три – порошком ПХ20Н80 в среде азота) с пропиткой покрытий на четырех втулках бакелитовым лаком были установлены на двигатель. После эксплуатации двигателя в течение 1200 ч были произведены его разборка и осмотр опытных втулок. На всех шести втулках видимых следов кавитационно-эрозионных повреждений на боковой поверхности, щелевой эрозии и фреттинг-коррозии на посадочных поясах, обнаружено не было. Опытные втулки были оставлены в двигателе для дальнейшей эксплуатации.

В последнее время активно используются синтетические защитные покрытия. При их использовании необходимо решить следующие задачи – установить оптимальную толщину защитного покрытия, исходя из трех критериев: кавитационно-эрозионной стойкости, теплоизолирующей способности и макропрочности.

В работе использовали покрытие из стеклопластика (эпоксипласта, армированного стекложгутом), для которого экспериментально были установлены следующие зависимости:

а) зависимость кавитационного износа от толщины слоя δ ,

$$\Delta G = 3,10 \exp(1,15\delta) \quad (1)$$

согласно которой с ростом толщины покрытия износ увеличивается по экспоненте;

б) зависимость прочности при растяжении от толщины покрытия

$$\sigma_b = 42,0 \delta^{0,36}, \quad (2)$$

утолщение покрытий увеличивает их предельную прочность;

в) и, наконец, на длине втулки между верхней и нижней мертвыми точками при заранее обусловленном (допускаемым) повышении температуры «зеркала» втулки при нахождении поршня в ВМТ толщина покрытия, как показывают расчеты, для выравнивания температуры должна возрастать по мере приближения к НМТ по степенной зависимости [7]

$$C(y) = 0,125 / \delta^{0,56}, \quad (3)$$

где $C(y)$ – координата на боковой поверхности втулки, возрастающая в направлении ВМТ.

Зависимости (1)-(3), совмещенные на одном графике (рисунок 2), указывают на толщины покрытий δ , лежащие в пределах от 0,8 до 1,5 мм, как на оптимальные (по ΔG и σ_b), если при этом не требуется более толстых покрытий по условиям теплоизоляции.

Если же по тепловому расчету требуется толщина $\delta > 1,5$ мм, то следует принимать компромиссное решение, подчиняясь при этом экономическим соображениям, т.е. выбирать толщину покрытия по экономическому критерию.

Если же толщина покрытия, установленная тепловым расчетом, приведет к улучшению рабочего процесса дизеля, уменьшению расхода топлива и масла, что в итоге перекроет потери, связанные с износом и перерасходом материала покрытия, то она (толщина) окажется оправданной (оптимальной) по экономическому критерию.

Данные более продолжительной эксплуатации дизелей с цилиндрическими втулками, защищенными синтетическим покрытием (рисунок 2), подтвердили результаты стендовых испытаний.

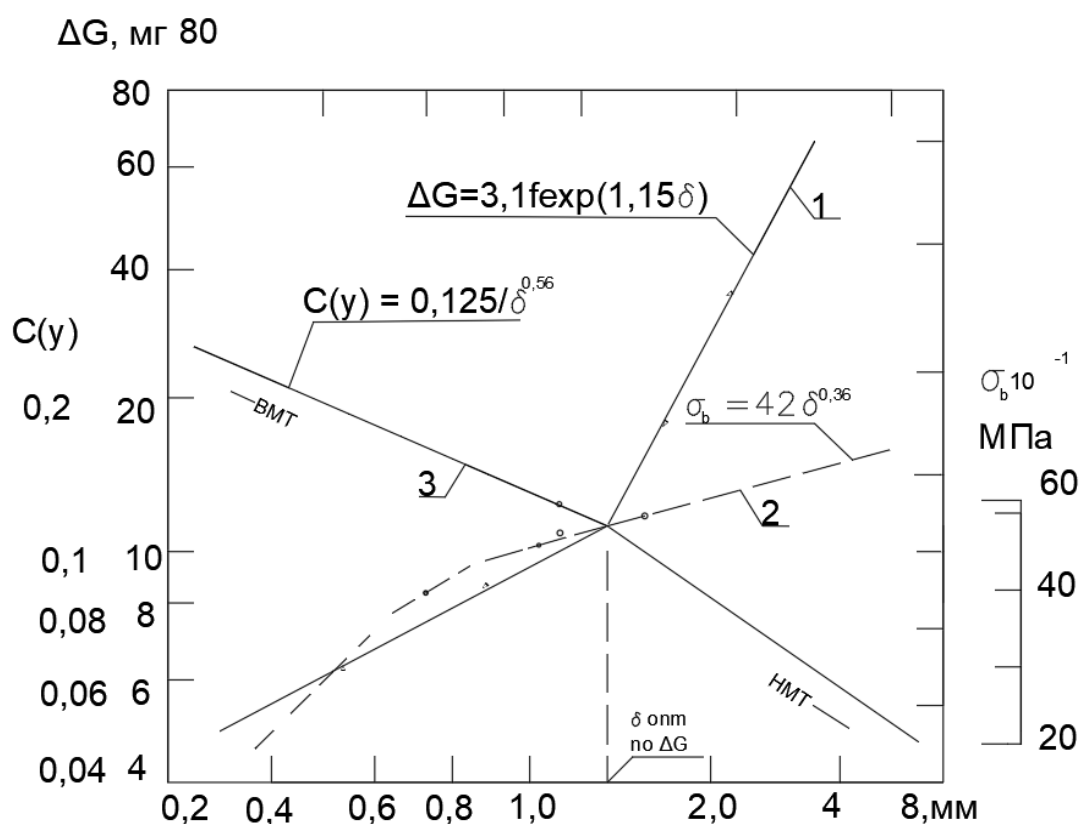


Рисунок 2. Зависимость износа (1) и предела прочности синтетического покрытия (2) от его толщины; изменение толщины покрытия по высоте втулки (3) при условии наиболее равномерного распределения температуры

Применение коррозионно-кавитационностойких теплоизоляционных синтетических покрытий (рисунок 2) не только предотвратило эрозию охлаждаемых поверхностей втулок и обеспечило выработку полного расчетного ресурса детали по износу «зеркала», но также привело к экономии 5% топлива (кривая 1 на рисунке 3) и 5,9% масла (кривая 2 на рисунке 3).

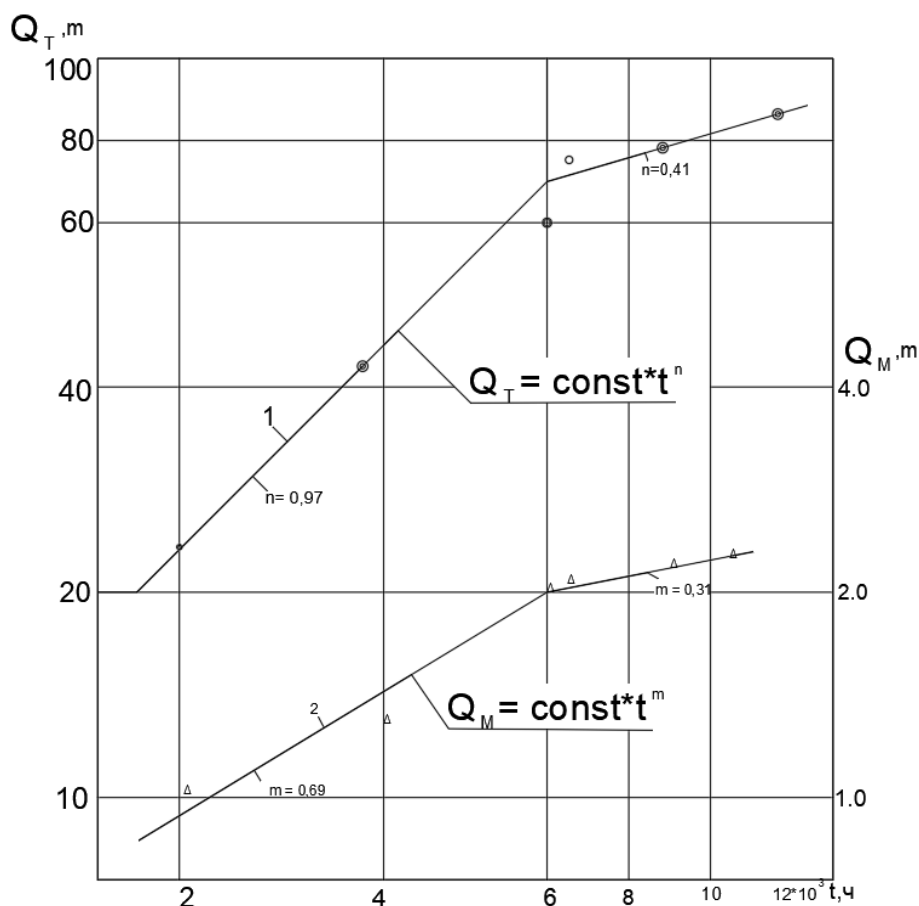


Рисунок 3. Изменение количества сэкономленного топлива (1) и масла (2) в процессе эксплуатации двигателей с втулками цилиндров, защищенными покрытиями.

Как уже было отмечено, ресурс цилиндрических втулок средне- и высокооборотных судовых двигателей в большинстве случаев лимитируется кавитационно-эрозионными разрушениями наружных охлаждаемых поверхностей и циклической долговечностью металла в галтели опорного бурта. В числе мероприятий, позволяющих наиболее эффективно бороться с эрозией деталей, в частности, цилиндрических втулок, на сегодняшний день остаются технологические: нанесение на водоохлаждаемые поверхности различных покрытий разными способами.

Выводы

1. Существенное снижение интенсивности эрозии деталей достигается использованием покрытий, например, гальванических, необходимая толщина которых обеспечивалась выбором оптимальной плотности тока.

2. Наиболее эффективно бороться с эрозией цилиндрических втулок позволяют те же технологические мероприятия: нанесение на водоохлаждаемые поверхности металлических покрытий. Плазменные покрытия порошками ПХ20Н80 и ПХ18Н9Т поверхностей цилиндрических втулок двигателей исключают следы эрозии после эксплуатации ДВС, что подтверждается испытаниями в производственных условиях.

3. Ресурс цилиндрических втулок средне- и высокооборотных двигателей в большинстве случаев лимитируется не износом «зеркала», а кавитационно-эрозионными разрушениями наружных охлаждаемых поверхностей и циклической долговечностью металла в галтели опорного бурта.

4. Защита водоохлаждаемых поверхностей цилиндрических втулок судовых двигателей коррозионно-кавитационно-эрозионностойкими покрытиями на металлической и полимерной основе обеспечивает равную долговечность (равноизносность) втулки с наружной и внутренней сторон, что позволяет на 100% вырабатывать расчетный ресурс по износу «зеркала».

Список литературы

1. Погодаев Л. И., Кузьмин А. А., Сейтказенова К. К. Расчет долговечности цилиндрических втулок дизельных двигателей при вибрационной кавитации //Трение, износ, смазка www.tribo.ru – 2015, том 17, №62, с.1-13.
2. Сейтказенова К.К., Арапов Б.Р., Шокобаева Г.Т., Телешева А.Б. Оценка разрушающего воздействия кавитации на конструкционные материалы // Вестник КазНУТУ №5 2017, ст. 140-143.
3. Сейтказенова К.К., Мырзалиев Д.С., Суендыкова М.М., Асылбек М., Ергали К.Е. Анализ износостойкости материалов при кавитации в зависимости от механических и кинетических характеристик //Технология текстильной промышленности, № 5 (389) 2020, с.26-33.
4. Savenko V.I., Toporov Yu P., Chernyshev V.V., Malkin A.I. Microstructure and properties of surface-modified tungsten powders mechanically activated in different media // Physics of Metals and Metallography -2017, volume 118, № 11, P. 1066-1072.
5. Petrunin M.A., Gladkikh N.A., Maleeva M.A., Maksaeva L.B., Kostina Yu V., Shapagin A.V., Yurasova T.A., Kotenev V.A., Tsivadze A.Yu. The formation of self-organizing organosilicone layers on a carbon steel surface and their effect on the electrochemical and corrosion behavior of the metal // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces – 2019, volume 55, № 5, P. 895-902.
6. Создание новых и совершенствование действующих технологий и оборудования нанесения гальванических и их замещающих покрытий // Материалы докладов республиканского научно-технического семинара. – Минск: БГТУ, 2011. – 163 с.
7. Zhou Y.K., Gu Ch., Shen F., Lou B. Study on mechanism of combined action of abrasion and cavitation erosion on some engineering steels //Wear. – 1993, №162-164.–P.811-819.

**К.К. Сейтказенова, В.Н. Печерский, Б.Б. Жұмалиев, Е.Г. Әкім,
С.Б. Қалмахан**

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

Эрозия қарқындылығын төмендетудегі жабындардың рөлі

Аңдатпа. Бөлшектердің эрозияға төзімділігін олардың жұмыс беттеріне жабындарды қолдану арқылы арттыру әдісі ұсынылады, бұл олардың қызмет ету мерзімін едәуір арттырады.

Жұмыс барысында эрозиялық тозуды бастан кешіретін өнімдер үшін гальваникалық хромдаудың рөлі көрсетілген. Ток тығыздығының тозу дәрежесіне, гальваникалық жабынның микроқаттылығына әсері анықталды. 60 а/дм²-ге тең ток тығыздығы оңтайлы деп саналуы керек, өйткені бұл режим минималды ΔG_k^{\min} тозуға сәйкес келеді .

Қозғалтқыштардың цилиндрлі төлкелерін плазмалық-тозаңды (кеуекті) жабынмен қорғау технологиясы келтірілген. Кейіннен лакпен сіндіру (бакелитизация) плазмалық жабынның кеуектілігін төмендететіні көрсетілген. Оңтайлы тозуға төзімділікті қамтамасыз ететін плазмалық

шашыратылған жабынның қалыңдығы анықталды және $R_a^{omm} \sim 0,16$ мкм беттердің оңтайлы кедір-бұдырлығы анықталды. Төлкелердың су салқындататын беттерін табиғи жағдайда жабынмен қорғаудың тиімділігі тексерілді. Барлық жүктемелер кезінде қозғалтқыштарды салқындату жүйелерінің тұрақты жұмысын қамтамасыз ететін төлкелер үшін қорғайтын металл емес жабынды пайдалану нәтижелері келтірілген.

Кілт сөздер: тозу, эрозияға төзімділік, жабын, хромдау, плазмалық тозандату, микроқаттылық, шыны пластик, қалыңдығы

K.K. Seitkazenova, V.N. Pecherskiy, B.B. Zhumaliev, E.Akim, S.Kalmakhan
M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

The role of coatings in reducing erosion intensity

Abstract. The article proposes a method for increasing the erosion resistance of parts by applying coatings on their working surfaces. It will significantly increase their service life while in operation.

The article considers the role of electrolytic chrome-plating for workpieces experiencing erosive wear on stream. The effect of the current density on the degree of wear and on the microhardness of the electroplated coating. It was found that the current density equal to 60 A / dm² should be considered optimal since this regime corresponds to the minimum wear ΔG_k^{\min} .

The article presents the technology of protection of engine cylinder bushings with a plasma-sprayed (porous) coating. It is shown that the subsequent impregnation with varnish (bakelization) reduces the porosity of the plasma coating. The authors have revealed the thickness of the plasma-sprayed coating, which provides optimal wear resistance, and the optimal surface roughness is $R_a^{omm} \sim 0.16$ microns. The authors have tested the effectiveness of protection of the water-cooled surfaces of the bushings with a coating in natural conditions. The article presents the results of using a protective non-metallic coating for bushings, which ensures stable operation of engine cooling systems under all loads.

Keywords: wear, erosion resistance, coating, chrome-plating, plasma spraying, micro hardness, [glass reinforced plastic](#), thickness

References

1. Pogodayev L. I., Kuz'min A. A., Seytkazenova K. K. Raschet dolgovechnosti tsilindrovyykh vtukok dizel'nykh dvigateley pri vibratsionnoy kavitatsii //Treniye, iznos, smazka www.tribo.ru – 2015, tom 17, №62, s.1-13.
2. Seytkazenova K.K., Arapov B.R., Shokobayeva G.T., Telesheva A.B. Otsenka razrushayushchego vozdeystviya kavitatsii na konstruktsionnyye materialy // Vestnik KazNITU №5 2017, st. 140-143.
3. Seytkazenova K.K., Myrzaliyev D.S., Suyendykova M.M., Asylbek M., Yergali K.Ye. Analiz iznosostoykosti materialov pri kavitatsii v zavisimosti ot mekhanicheskikh i kineticheskikh kharakteristik //Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti, № 5 (389) 2020, s.26-33.
4. Savenko V.I., Toporov Yu P., Chernyshev V.V., Malkin A.I. Microstructure and properties of surface-modified tungsten powders mechanically activated in different media // Physics of Metals and Metallography -2017, volume 118, № 11, R. 1066-1072.
5. Petrunin M.A., Gladkikh N.A., Maleeva M.A., Maksaeva L.B., Kostina Yu V., Shapagin A.V., Yurasova T.A., Kotenev V.A., Tsivadze A.Yu. The formation of self-organizing organosilicone layers on a carbon steel surface and their effect on the electrochemical and corrosion behavior of the metal // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces – 2019, volume 55, № 5, R. 895-902.
6. Sozdaniye novyykh i sovershenstvovaniye deystvuyushchikh tekhnologiy i oborudovaniya

naneseniya gal'vanicheskikh i ikh zameshchayushchikh pokrytiy // Mmaterialy dokladov respublikanskogo nauchno-tekhnicheskogo seminarara. – Minsk: BGTU, 2011. – 163 s.

7.Zhou Y.K., Gu Ch., Shen F., Lou B. Study on mechanism of combined action of abrasion and cavitation erosion on some engineering steels //Wear. – 1993, №162-164.–P.811-819.

Сведения об авторах:

Сейтказенова К.К. - доктор технических наук, профессор кафедры механики и машиностроения, Южно-Казахстанский университет имени М.Ауезова, пр. Тауке-хана, 5, корпус В, Шымкент, Казахстан.

Печерский В.Н. - доктор технических наук, профессор кафедры механики и машиностроения, Южно-Казахстанский университет имени М.Ауезова, пр. Тауке-хана, 5, корпус В, Шымкент, Казахстан.

Жумалиев Б.Б. - магистр, старший преподаватель кафедры механики и машиностроения, Южно-Казахстанский университет имени М.Ауезова, пр. Тауке-хана, 5, корпус В, Шымкент, Казахстан.

Аким Е.Г. - магистрант кафедры механики и машиностроения, Южно-Казахстанский университет имени М.Ауезова, пр. Тауке-хана, 5, корпус В, Шымкент, Казахстан.

Калмахан С.Б. - магистрант кафедры механики и машиностроения, Южно-Казахстанский университет имени М.Ауезова, пр. Тауке-хана, 5, корпус В, Шымкент, Казахстан.

Seitkazenova K. - Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Mechanics and Mechanical Engineering, M.Auezov South Kazakhstan University, Tauke khan avenue 5, building B, Shymkent, Kazakhstan.

Pecherskiy V. - Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Mechanics and Mechanical Engineering, M.Auezov South Kazakhstan University, Tauke khan avenue 5, building B, Shymkent, Kazakhstan.

Zhumaliev B.- Master of Technical Science, Senior Lecturer of Department of Mechanics and Mechanical Engineering, M.Auezov South Kazakhstan University, Tauke khan avenue 5, building B, Shymkent, Kazakhstan.

Akim E. - Master student of Department of Mechanics and Mechanical Engineering, M. Auezov South Kazakhstan University, Tauke khan avenue 5, building B, Shymkent, Kazakhstan.

Kalmakhan S. - Master student of Department of Mechanics and Mechanical Engineering, M. Auezov South Kazakhstan University, Tauke khan avenue 5, building B, Shymkent, Kazakhstan.

B.B. Togizbayeva, B.T. Sazambayeva, A.S. Kinzhebayeva

*L.N. Gumilyov Eurasian national university, Astana, Kazakhstan
(E-mail: baglan099@mail.ru, a.sazambaeva_t@mail.ru, kinaizh@gmail.com)*

Methodology of justification and calculation of rational and constructive parameters of a tube belt conveyor

Abstract. The article considers the methodology of justification and calculation of rational and constructive parameters of a tube belt conveyor (TBC), which allows to transport bulk cargo safely.

At the same time, there was noted the need for a harmless impact on the environment, especially when transporting routes with vertical and horizontal bends over long distances.

The considered TBC design, unlike the existing ones, is formed with a closed belt tray due to support devices placed along the perimeter of the bulk cargo transportation line.

It is revealed that the main advantages of conveyor transport are a high level of labor productivity achieved by automating the operation of equipment and low production costs. And the problems inherent in them are the need for crushing the transported cargo, precise alignment of transition sections, coordination of drives and synchronization of movements, easily adjustable during operation, subject to certain initial design conditions.

Keywords: bulk cargo transportation, conveyor belt, tube belt conveyor, roller supports, design parameters.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-140-3-134-140

Introduction

Currently, at some foreign processing plants and chemical plants, there is carried out the movement of materials of environmentally harmful goods mainly by transporting tube belt conveyors (hereinafter TBC). The tube belt conveyor has advantages over the belt conveyor of the traditional design. It is environmentally safer due to the tightness of the belt closed in the pipe throughout the entire route of cargo transportation, prevents dust from entering the environment without the construction of complex shelters, protecting the transported cargo from the effects of various natural factors such as precipitation and wind; there are excluded spills of the transported cargo, and therefore, there are reduced operating costs associated with cleaning spills. From the station on various sections of the route, it is possible to create a spatial route with vertical and horizontal bends. Thus, there are eliminated additional transshipment points that reduce the reliability of conveyor lines; the contact of the sides of the belt with the supporting metal structure is eliminated and the service life of the belt increases; due to less sagging of the belt between the roller supports, dynamic effects on the transported cargo are reduced and its grinding is reduced. TBC allows you to implement the shortest transportation routes that do not depend much on the terrain, and also provides the possibility of simultaneous transportation of goods on the upper and lower branches (Figure 1).



Figure 1. Tube belt conveyors

Determination of the main components of the total force of resistance to movement for various design and design parameters of the TBC and justification of the method of calculating the distributed forces of resistance to movement on the cargo and empty branches.

To achieve this goal, it is necessary to establish the values of the main components of the total resistance force to the movement of the belt, namely, the resistance force to movement from deformation of the load and the belt, from rotation and pressing of the rollers into the belt of the tubular conveyor.

The article considers the components of the total resistance force to the movement of the TBC belt on single roller support.

The calculation of the TBC proposed by us is carried out by the contour bypass method as for traditional conveyors. Due to changes in the structures of the staves, the distributed forces of resistance to movement arising on the cargo and empty branches of the linear part of the TBC differ significantly from similar forces arising on traditional belt conveyors, where the belt rests on grooved roller supports.

The traction calculation is based on the contour bypass method as for classical conveyors, but taking into account the forces of resistance to movement from the rotation of the rollers by the belt, their forces of resistance to movement from the pressing of the rollers into the lower lining, the forces of resistance to movement from the deformation of the load and the belt between the rollers. The belt with the load is deformed when moving inside the annular roller supports, which leads to the appearance of a force of resistance to movement and vice versa. Analytically, it is extremely difficult to solve the problem of deformation of a tube-shaped belt with sides connected by an overlap and loaded with an uneven load along and across. There is also a second task to determine the force of resistance to movement from the

indentation of the supporting rollers into the lower lining of the tube-shaped belt and vice versa, because this is due to finding the contact line of the tube-shaped belt. The force of resistance to the movement of the belt:

$$W_x = (a + bv) \cdot \dot{v}(0) + c_p \cdot P + c_f \cdot F_0, \text{ N} \quad (1)$$

where P and F – radial and axial loads, N;

c_p, c_f – radial and axial load coefficients, $c_p = 16 \cdot 10^{-5}$, $c_f = 1,5 \cdot 10^{-5}$ (c_f the minimum value is not taken into account in further calculations);

$\dot{v}(0)$ – ambient temperature coefficient when rotating the rollers;

a, b – coefficients that consider the design of the sealing unit and the amount of lubrication [1].

For the 204 bearing: $a = 0,6 - 1,1$ N; $b = 0,2 - 0,8$ Ns/m. For the 205 bearing: $a = 0,6 - 10,7$ N; $b = 0,2$ Ns/m; For the 305 bearing: $a = 0,7 - 0,8$ N; $b = 0,2$ Ns/m.

The TBC support roller support consists of six rollers forming a ring. The roller bearing is affected by loads from the pressure of the transported soil, the weight of the rotating parts of the rollers, the weight of the belt and its bending on the roller support. The pressure from the load across the cross section is distributed as follows:

$$p'(\varphi, \alpha) = R \cdot \rho \cdot g \int C(\alpha) d\alpha, \text{ Pa} \quad (2)$$

Where function $C(\alpha) = (\cos 2\varphi + \cos\alpha) \cdot (\cos^2\alpha + \frac{\sin^2\alpha}{m})$ – for passive pressure;

$C(\alpha) = (\cos 2\varphi + \cos\alpha) \cdot (\cos^2\alpha + m \cdot \sin^2\alpha)$ – for active pressure;

φ – the angle characterizing the degree of filling of the cross section of the belt;

m – load mobility coefficient;

α – the current angle of inclination of the site in question to the horizontal;

ρ – bulk cargo density, kg/m³;

R – radius of the tube-shaped belt, m.

Each pressure acts on half of the span l_p , so the specific pressure of the distributed load is equal to:

$$p_{passive}(\alpha) = p'_{passive} \frac{l'_p}{2} = \frac{1}{2} R \rho g l'_p \int C_{passive}(\alpha) d\alpha, \text{ N/m} \quad (3)$$

$$p_{active}(\alpha) = p'_{active} \frac{l'_p}{2} = \frac{1}{2} R \rho g l'_p \int C_{active}(\alpha) d\alpha, \text{ N/m} \quad (4)$$

Then the total load equation is:

$$P_{\Sigma}(\alpha) = p_{\Sigma}(\alpha) = p_{passive}(\alpha) + p_{active}(\alpha) = \frac{1}{2} R \rho g l'_p \int (C_{passive}(\alpha) + C_{active}(\alpha)) d\alpha, \text{ N/m} \quad (5)$$

And an equivalent concentrated load acts on the roller from the load within the angle $\Delta\alpha$, which is on the section of the belt along the width $\Delta B = R \Delta\alpha$ (Figure 2), the force acts on the lower roller:

$$P_{p1} = 2 \cdot \frac{\pi}{6} \cdot R^2 \cdot \rho \cdot g \cdot \frac{l'_p}{2} \int_0^{\frac{\pi}{6}} (C_{passive}(\alpha) + C_{active}(\alpha)) d\alpha, \text{ N} \quad (6)$$

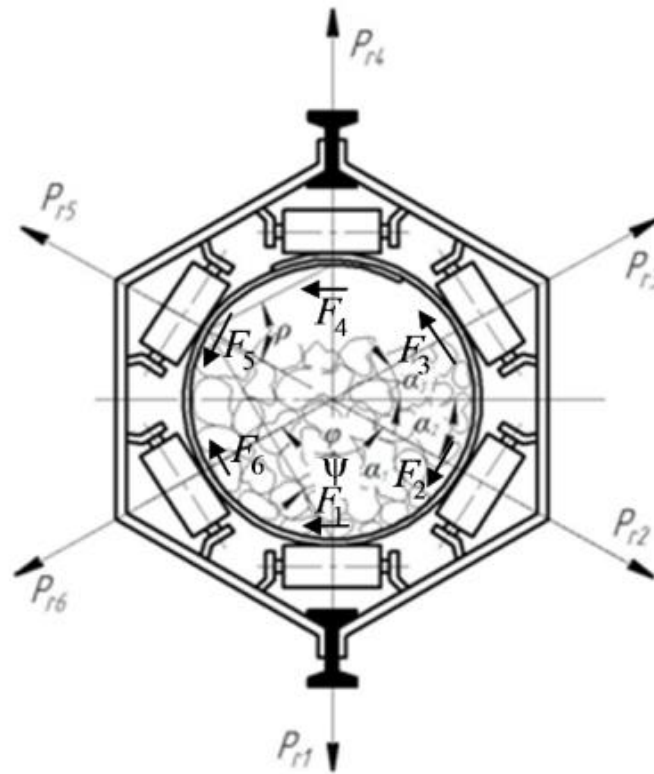


Figure 2. Cross section of loaded tubular belt with loads

$$\begin{aligned}
 P_{p1} &= 2 \frac{\pi}{6} \cdot R^2 \rho \cdot g \cdot \frac{l_p'}{2} \cdot \frac{\pi}{6} \cdot 0,11^2 \cdot 1,6 - 9,8 \cdot \frac{0,08}{2} = \\
 &= 2 \cdot \frac{\pi}{6} \cdot 0,0075 \cdot \int_0^{\frac{\pi}{6}} (C_{passive}(\alpha) + C_{active}(\alpha)) d\alpha = \\
 &= 2 \frac{\pi}{6} \cdot 0,0075 \cdot \int_0^{\frac{\pi}{6}} (\cos 2\varphi + \cos \alpha) \left(\cos^2 \alpha + \frac{\sin \alpha}{m} \right) + (\cos 2\varphi + \cos \alpha) (\cos^2 \alpha + m \sin^2 \alpha) = \\
 &= \int_0^{\frac{\pi}{6}} \left(\cos 2 \cdot \frac{\alpha}{2} + \cos \alpha \right) \left(\cos^2 \alpha + \frac{\sin \alpha}{m} \right) + \left(\cos 2\alpha \frac{\alpha}{2} + \cos \alpha \right) (\cos^2 \alpha + m \sin^2 \alpha) = \\
 &= \int_0^{\frac{\pi}{6}} (\cos \alpha + \cos \alpha) \left(\cos^2 \alpha + \frac{\sin \alpha}{m} \right) + (\cos \alpha + \cos \alpha) (\cos^2 \alpha + m \sin^2 \alpha) = \\
 &= \int_0^{\frac{\pi}{6}} (2 \cos \alpha) \left(\cos^2 \alpha + \frac{\sin \alpha}{m} \right) + (2 \cos \alpha) (\cos^2 \alpha + m \sin^2 \alpha) = \\
 &= \int_0^{\frac{\pi}{6}} (2 \cos \alpha) \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4} \sin 2\alpha + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \cos 2\alpha \cdot \ln m \right) (2 \sin \alpha) \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4} \sin 2\alpha + \right. \\
 &\quad \left. + \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \cos 2\alpha \right) m^2 \right) = \\
 &= \int_0^{\frac{\pi}{6}} (2 \cos \alpha) \left(\frac{4 - \sin 2\alpha + \cos 2\alpha - \ln m}{4} \right) + (2 \sin \alpha) \left(\frac{2 - \sin^2 2\alpha + 2m^2 + m^2 \cos 2\alpha}{4} \right) = \\
 &= 2 \sin 2 \left(\frac{4 - \sin 2\alpha + \cos 2\alpha - \ln m + 2 - \sin^2 2\alpha + 2m^2 + m^2 \cos 2\alpha}{4} \right) = \\
 &= \frac{\sin \alpha}{2} (6 - 2 \sin 2\alpha + \cos 2\alpha \cdot \ln m + 2m^2 + m^2 \cos 2\alpha) =
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\sin \pi/6}{2} \left(6 - 2 \sin 2 \frac{\pi}{6} + \cos 2 \frac{\pi}{6} \cdot \ln m + 2 \cdot 0,065^2 \cdot \cos 2 \alpha \frac{\pi}{6} \right) = \\
&= \frac{1}{4} \left(6 - 2 \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} \cdot (-0,43) + 2 \cdot 0,4225 \cdot \frac{1}{2} \right) = \\
&= 0,25(6 - 1,73 - 0,215 + 0,845 + 0,2112) = 1,27 \\
\int_0^{\frac{\pi}{6}} (\cos 2\varphi + \cos \alpha) \left(\cos \alpha^2 + \sin^2 \frac{\alpha}{m} \right) + (\cos 2\varphi + \cos \alpha) (\cos^2 \alpha + m \sin^2 \alpha) = \\
&= 2P_1 = 2 \cdot \frac{\pi}{6} \cdot 0,0075 \cdot 1,27 = 0,00996 \text{ kH} = 9,96 \text{ H}
\end{aligned}$$

The forces of resistance to movement depend on the deformations of the belt both on the roller supports and between them, therefore, the main task that was set during the development of the model was the possibility of determining the values of various deflections of the belt, the radius of curvature of the belt near the roller and the size of the contact area of the belt with the roller depending on the tension of the belt, the degree of filling of the cross section of the belt and the distance between roller supports for three sizes of conveyor belts. When the belt with the load moves immediately behind the roller support, due to some collapse of the belt, the relationship between the cargo particles and the belt decreases, and the transported cargo - conveyor belt system is in an active stressed state. Therefore, at high transport speeds, the active phase can be ignored.

The technical and economic advantages of this conveyor for closed bulk cargo transportation over the design of a traditional belt conveyor are obvious.

References

1. Akhmetova Sh.D., Sazambayeva B.T., Turdaliev A.T., Samogin Yu.N. Calculation of the critical velocity of the TBC belt based on the finite element method // Engineering Journal Handbook. - M. 2016. - No. 9, pp. 12-17.
2. P.A. Bazhanov Methods of optimization of parameters of a tubular belt conveyor Mining information and Analytical Bulletin, 2009, No.9.
3. Galkin V.I., Dmitriev V.G., Modern theory of belt conveyors. Moscow, Moscow State University, 2005.- 543 p.
4. Galkin. V.I. Design features of conveyor lines taking into account the reliability of belt conveyors. Journal "Mining Equipment and Electromechanics" No. 12, M, 2006.- pp. 28-33.
5. Galkin V.I., Rasskazov V.A. Multifactorial analysis of reliability indicators of large-capacity dump trucks. Journal "Mining Equipment and Electromechanics", Moscow, 2008. - No. 12, pp. 25-27.
6. Galkin V.I. Features of operation of belt tubular conveyors and belt conveyors with a spatial route.-M.: MGSU, 2014.
7. Dmitriev V.G., Efimov M.S. The influence of various factors on the angular deviations of the tubular conveyor belt. // Mining information and analytical bulletin. - Moscow: MGSU, 2008. – No.8, pp. 235 - 237.
8. Dmitriev V.G., Sergeeva N.V. Determination of distributed resistance to belt movement on straight sections of the route of a belt tubular conveyor // Mining information and analytical bulletin. 2008. No.9. p.245-249.
9. Dmitriev V.G., Dyachenko A.V. Methods of analyzing the volumetric stress state of bulk cargo in a closed trough of a tubular belt conveyor. // GIAB. M.: MGSU, 2004. - No. 12, pp. 241 - 243.
10. Dmitriev V.G., Ivanov N.Yu. Analytical description and analysis of a curved spatial route for a belt tubular conveyor// Mining information and analytical bulletin. - 2012. - No. 12. - pp. 201 - 205.

Б.Б. Тогизбаева, Б.Т. Сазамбаева, А.С. Кинжебаева

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

Құбырлы таспалы конвейердің ұтымды және конструктивті параметрлерін негіздеу және есептеу әдістемесі

Аңдатпа. Мақалада сусымалы жүктерді сақтауға тасымалдауға мүмкіндік беретін құбырлы таспалы конвейердің ұтымды және конструктивті параметрлерін негіздеу және есептеу әдістемесі қарастырылған.

Бұл ретте, әсіресе тік және көлденең иілісі бар трассаларды алыс қашықтықтарға тасымалдау кезінде қоршаған ортаға зиянсыз әсер ету қажеттілігі атап өтілді.

Қарастырылып отырған құбырлы таспалы конвейердің конструкциясы, қолданыстағы құрылымдардан айырмашылығы, сусымалы жүктерді тасымалдау желісінің периметрі бойынша орналасқан тірек құрылыстарының арқасында таспаның жабық науасымен қалыптасады.

Конвейерлік көліктің басты артықшылығы - жабдықтың жұмысын автоматтандыру арқылы қол жеткізілетін еңбек өнімділігінің жоғары деңгейі және төмен өндірістік шығындар екендігі анықталды. Оларға тән проблемалар-тасымалданатын жүкті ұсақтау қажеттілігі, өтпелі учаскелерді дәл тексеру, жетектерді үйлестіру және кейбір бастапқы дизайн жағдайларын ескере отырып, жұмыс барысында оңай реттелетін қозғалыстарды синхрондау.

Кілт сөздер: сусымалы жүктерді тасымалдау, конвейер таспасы, құбырлы конвейер, роликті тіректер, құрылымдық параметрлер.

Б.Б. Тогизбаева, Б.Т. Сазамбаева, А.С. Кинжебаева

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Методика обоснования и расчета рациональных и конструктивных параметров трубчатого ленточного конвейера

Аннотация. В статье рассмотрена методика обоснования и расчета рациональных и конструктивных параметров трубчатого ленточного конвейера (ТЛК), позволяющего транспортировать сыпучие грузы в сохранности.

При этом отмечена необходимость безвредного воздействия на окружающую среду, особенно при транспортировке на большие расстояния трассы с вертикальными и горизонтальными изгибами.

Рассматриваемая конструкция ТЛК, в отличие от существующих, сформирована с замкнутым лотком ленты за счет опорных устройств, размещенных по периметру линии транспортирования сыпучих грузов.

Выявлено, что главные достоинства конвейерного транспорта - высокий уровень производительности труда, достигаемый путём автоматизации работы оборудования и низких производственных затрат. А проблемами, присущими им, являются необходимость дробления транспортируемого груза, точная выверка переходных участков, согласование приводов и синхронизация движений, легко регулируемые в процессе работы при соблюдении некоторых первоначальных конструктивных условий.

Ключевые слова: транспортировка сыпучих грузов, конвейерная лента, трубчатый ленточный конвейер, роlikоопоры, конструктивные параметры.

Список литературы

1. Ахметова Ш.Д., Сазамбаева Б.Т., Турдалиев А.Т., Самогин Ю.Н. Расчет критической скорости движения ленты ТЛК на основе метода конечных элементов // Инженерный журнал Справочник. - М. 2016. - № 9, С. 12-17.
2. П.А. Бажанов Методы оптимизации параметров трубчатого ленточного конвейера Горный информационно-аналитический бюллетень, 2009, №9.
3. Галкин В.И., Дмитриев В.Г. др. Современная теория ленточных конвейеров. Москва, МГУ, 2005.- 543 с.
4. Галкин В.И. Особенности проектирования конвейерных линий с учетом надежности ленточных конвейеров. Журнал «Горное оборудование и электромеханика» №12, М, 2006.- с. 28-33.
5. Галкин В.И., Рассказов В.А. Многофакторный анализ показателей надежности карьерных автосамосвалов большой грузоподъемности. Журнал «Горное оборудование и электромеханика», М., 2008. -№ 12, стр. 25-27.
6. Галкин В.И. Особенности эксплуатации ленточных трубчатых конвейеров и ленточных конвейеров с пространственной трассой.-М.: МГУ, 2014г.
7. Дмитриев В.Г., Ефимов М.С. Влияние различных факторов на угловые отклонения ленты трубчатого конвейера. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГУ, 2008. - №8, с. 235 - 237.
8. Дмитриев В.Г., Сергеева Н.В. Определение распределенных сопротивлений движению ленты на прямолинейных участках трассы ленточного трубчатого конвейера // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008. – №9. – С. 245 – 249.
9. Дмитриев В.Г., Дьяченко А.В. Методы анализа объемного напряженного состояния сыпучего груза в закрытом желобе трубчатого ленточного конвейера. // ГИАБ. М.: МГУ, 2004. - № 12, с. 241 - 243.
10. Дмитриев В.Г., Иванов Н.Ю. Аналитическое описание и анализ криволинейной пространственной трассы для ленточного трубчатого конвейера// Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2012. - №12. - С. 201 - 205.

Сведения об авторах:

Togizbayeva B.B. - Head of the Department, Doctor of Technical Science, at the «Transport, transport equipment and technologies» Department, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Sazambayeva B.T. - Doctor of Technical Science, professor at the «Transport, transport equipment and technologies» Department, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Kinzhebayeva A.S. – PhD student, the «Transport, transport equipment and technologies» Department, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Тогизбаева Б.Б. - «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» кафедрасының меңгерушісі, техника ғылымдарының докторы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.

Сазамбаева Б.Т. – «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» кафедрасының техника ғылымдарының докторы, профессоры, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.

Кинжебаева А.С. – докторант, «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» кафедрасының оқытушысы, магистр, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.

К.Т. Шеров, А.А. Сагитов, М.Т. Усербаев, А.К. Шеров, Г.М. Тусупбекова

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан
(E-mail: shkt1965@mail.ru, almat1990@mail.ru, usermur@mail.ru, sherov_ak@mail.ru, gulim_tus@mail.ru)

Способ повышения износостойкости металлорежущих инструментов

Аннотация. В отечественных машиностроительных производствах существуют проблемы расхода металлорежущего инструмента при механической обработке из-за износа режущих кромок. Особенно это наблюдается при изготовлении деталей из труднообрабатываемых материалов. На решение данной проблемы направлена реализация проекта АР14972884 «Повышение износостойкости металлорежущих инструментов методом приработки».

Предварительная приработка как метод повышения стойкости и надежности инструмента экономически оправдана применительно к дорогостоящему инструменту, работа которых сопряжена с большими материально-техническими затратами. Приводятся результаты исследования при эксплуатации червячных фрез из Р5М5Ф для обработки зубчатых колес $m=6,0$ мм из стали 12ХГСА. А также экспериментальные результаты, отражающие влияние скорости предварительной приработки на стойкость модульной червячной фрезы из Р6М5Ф, $m = 10$ мм при обработке зубчатого колеса из стали 40Х. Результаты исследования свидетельствуют о том, что метод предварительной приработки металлорежущего инструмента можно рассматривать как один из эффективных способов повышения стойкости инструмента.

Ключевые слова: износ, надежность, износостойкость инструмента, метод предварительной приработки, вторичная структура

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-140-3-141-149

Введение

Эффективность машиностроительного производства определяется многими факторами, среди которых важное место занимает металлорежущий инструмент. Большая часть отказов инструмента (до 75 %) происходит вследствие износа режущих кромок [1].

Особенно это наблюдается при обработке труднообрабатываемых материалов, которая широко используется во всех отраслях промышленности, поскольку для этих материалов трудоемкость обработки заготовки соизмеримы с ресурсом инструмента [2].

Глобальная интеграция отечественных и зарубежных производителей привела к увеличению использования в отечественной промышленности зарубежной техники. В связи с этим в производствах все большее применение находят новые материалы, отличающиеся по химическому составу и механическим свойствам. Механическая обработка таких материалов также отрицательно влияет на расход металлорежущих инструментов. Так как ошибки, допускаемые при назначении режимов резания и выборе материала режущей части инструмента, из-за отсутствия соответствующих рекомендаций в имеющихся справочно-технических источниках, приводят к преждевременному износу или поломке режущей кромки.

Положение еще больше усугубляется тем, что для стран (в число которых относится Казахстан), которые не имеют собственных инструментальных производств приходится металлорежущие инструменты закупать с высокой (завышенной) стоимостью от зарубежных производителей. Все это приводит к увеличению себестоимости механической операции, а в конечном итоге увеличению себестоимости выпускаемой продукции.

В связи с этим проблема повышения стойкости (ресурса работы) режущего инструмента при обработке труднообрабатываемых материалов является одной из крупных практических проблем современного машиностроения.

Решением данной проблемы может быть разработка такого способа повышения износостойкости режущих инструментов, который обладает универсальностью, легкодоступностью и при этом обеспечивает высокую стойкость и износостойкость. Таким способом является метод предварительной приработки режущих инструментов. Известно, что предварительная приработка как метод повышения стойкости и надежности инструмента экономически оправдана применительно к дорогостоящему инструменту, работа которых сопряжена с большими материально-техническими затратами [3,4].

Основная часть

Приработку инструмента можно рассматривать как процесс приспособления исходной поверхностной структуры к условиям контактного взаимодействия. На режимах рациональной эксплуатации инструмента этот процесс сопровождается упрочнением, который с энергетической точки зрения можно представить как увеличения химического потенциала контактных структур до некоторого значения. Каждому режиму контактного взаимодействия соответствует свое максимальное значение химического потенциала, которое достигается поверхностной структурой к концу периода приработки. При дальнейшей эксплуатации сформированной вторичной структурой значение её химического потенциала практически не меняется в течение всего периода установившегося износа, определяя работоспособность и надёжность инструмента. Рассмотрим процесс трансформации поверхностной структуры инструмента в период начального, или приработочного износа.

На рисунке 1 показаны эпюры химических потенциалов упрочнённых поверхностных структур зуборезного инструмента.

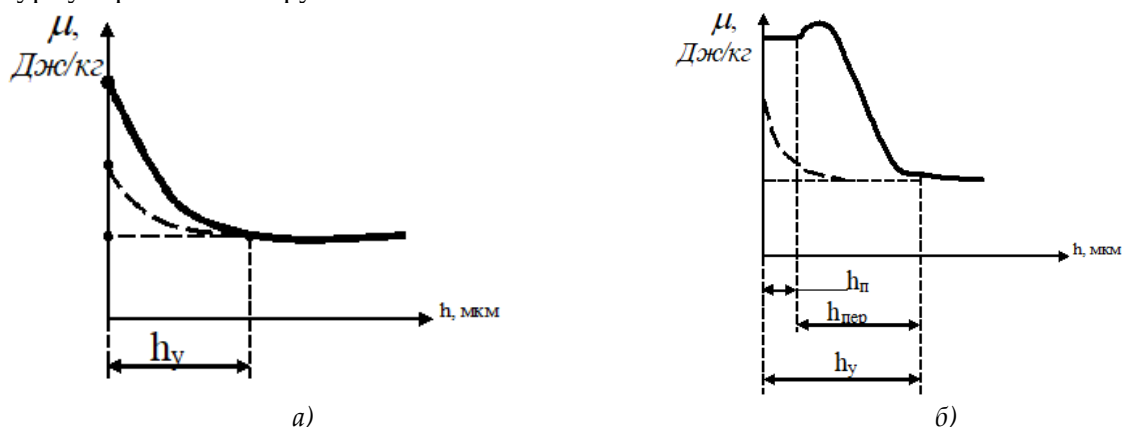


Рисунок 1 - Эпюры химических потенциалов упрочнённых поверхностных структур зуборезного инструмента

Упрочнения обеспечиваются только за счёт повышения плотности дислокаций. Этот случай относится к технологиям упрочнения, основанных на чисто деформационных явлениях, когда в упрочняемой зоне отсутствуют источники активных химических элементов (например покрытия или плёнки), которые могли бы вступать в металлографические взаимодействия с возрастающей плотностью дефектов кристаллического строения, блокируя подвижность последних [5]. Кинетику этого процесса, отнесенного к самому верхнему слою, можно представить гипотетическими зависимостями, графически изображенными на рисунке 2.

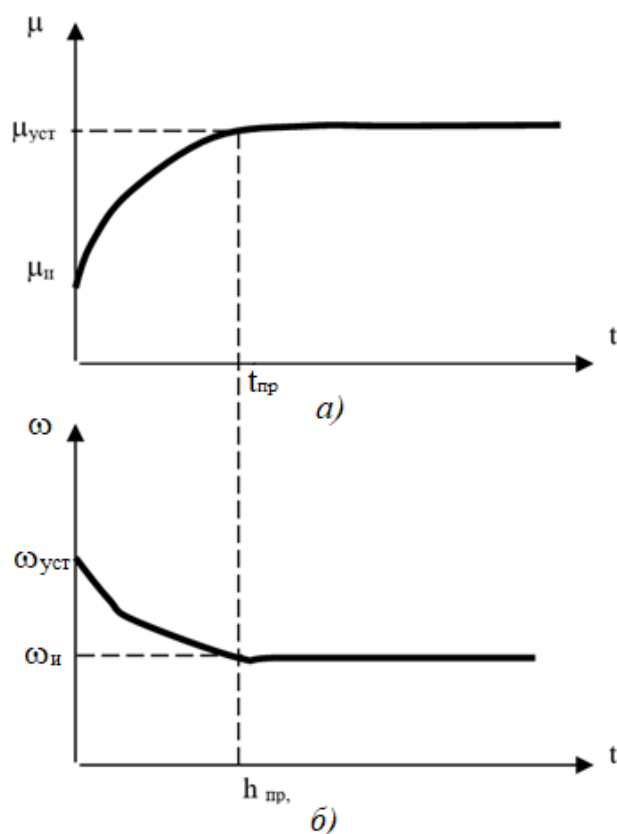


Рисунок 2 - Гипотетические кинематические характеристики процесса приработки инструмента

Изменение химического потенциала представлено на рис. 2, а, где μ_{II} и $\mu_{уст}$ – величины химических потенциалов исходной и вторичной контактной структуры, $t_{пр}$ – продолжительность периода приработки. На рис. 2, б) приведено изложение интенсивности износа в период приработки и выхода в зону установившегося износа. ω_{II} и $\omega_{уст.}$ – представляют интенсивность износа исходной и приработанной контактной структуры.

Особенность приработки упрочненного инструмента заключается в том, что его рабочие поверхности уже имеют повышенное значение химического потенциала по сравнению с основным инструментальным материалом, обладая при этом и меньшей энергопоглощательной способностью или полным отсутствием такового. Интенсивность начального износа будет в таком случае, естественно, ниже. Сам процесс приработки в этом случае может иметь три разновидности в зависимости от внутреннего энергетического состояния упрочненной поверхностной структуры [6]:

1. Упрочненная поверхностная структура еще имеет потенциальные возможности к поглощению упругой внутренней энергии.
2. Упрочненная поверхностная структура находится в состоянии термодинамически устойчивого предельного насыщения и не способна к поглощению упругой внутренней энергии.
3. Упрочнённая поверхностная структура находится в состоянии термодинамически неустойчивого предельного насыщения, она не только неспособна к поглощению упругой внутренней энергии, а стремится к избавлению от неё.

Были проведены исследования при эксплуатации червячных фрез из P5M5Ф при обработке зубчатых колес $m = 6,0$ мм из стали 12ХГСА [4,7,8,9].

На рисунке 3 представлены сводные результаты испытаний.

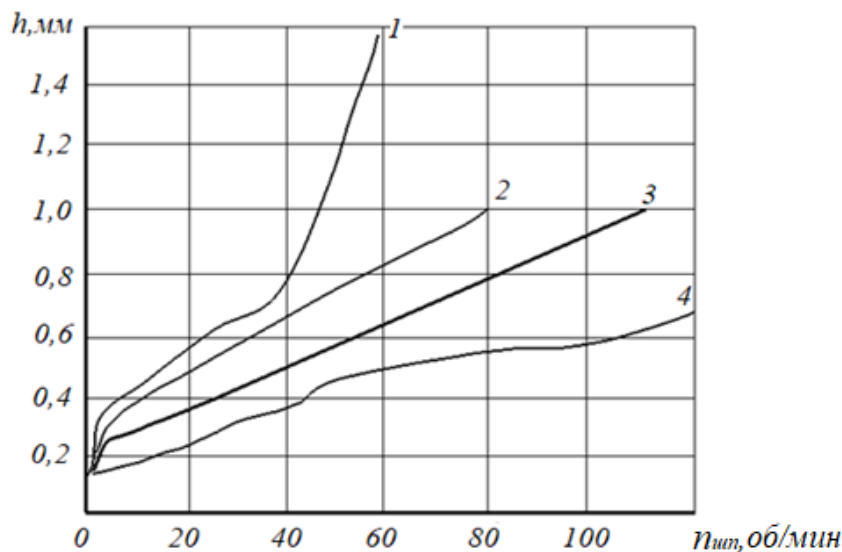


Рисунок 3 - Износ червячной фрезы из P6M5Ф 9 ($m=10$ мм) при зубообработке шестерен из ст. 12ХГСА на $V=42,5$ м/мин; $S_0=0,2$ мм/об; $t=10$ мм; $m=6$ мм. 1-обычная червячная фреза, 2-фреза с TiN покрытием (КИБ), 3-обычная фреза с приработкой на $V=28$ м/мин; 4-приработанная фреза с TiN покрытием на $V=28$ м/мин;

Обсуждение

Стойкость инструмента оценивалась по количеству обработанных шестерен, которые имела следующие параметры: число зубьев $Z = 72$; модуль $m = 6$ мм; ширина венца $B = 40$ мм. Режимы резания соответствовали условию полустогового зубофрезерования и составляли: $V = 42$ м/мин; $S_0 = 2,01$ мм/об; $t = 12$ мм. Скорость предварительной приработки принималась $V_{п} = 28$ м/мин.

Экспериментальные результаты, отражающие влияние скорости предварительной приработки червячной фрезы для различных режимов эксплуатации представлены на рисунке 4.

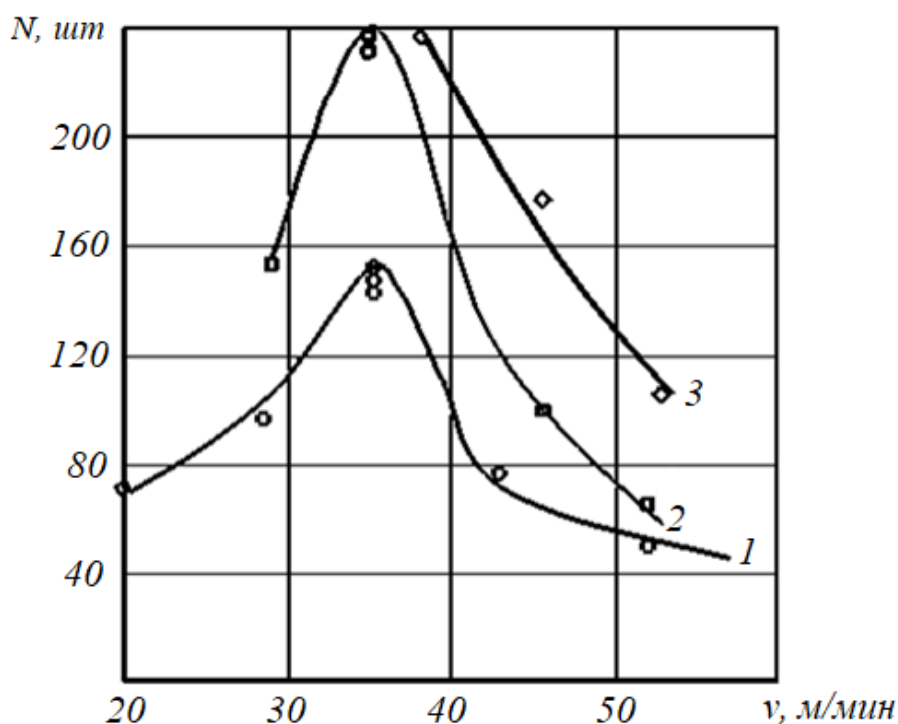


Рисунок 4 – Влияние на стойкость модульной червячной фрезы из Р6М5Ф, $m = 10$ мм скорости резания при обработке зубчатого колеса из стали 40Х: 1 – традиционный; 2 – приработка проводилась на $V=32$ м/мин; 3 – приработка проводилась на $V=42,5$ м/мин

Приработка инструмента повышает как стойкость, так и его надёжность и стабильность, что проявляется на таких параметрах, как мода вероятности распределения стойкости, безотказности работы и диапазон рассеивания стойкости. Приработка червячных фрез более 1,6 раз снижает его радиальное биение, уменьшающее динамические возмущения силовых параметров процесса резания.

Результаты исследования показывают, что метод предварительной приработки можно применить и для других металлорежущих инструментов. Для этого необходимо развитие данного научного направления и проведение серий экспериментальных исследований по каждому типу металлорежущего инструмента, которые будут реализованы в рамках грантового финансирования исследования молодых ученых по проекту «Жас ғалым» AP14972884 «Повышение износостойкости металлорежущих инструментов методом приработки». Для достижения цели исследования необходимо решение следующих задач:

- анализ и исследование состояния проблемы инструментального обеспечения производства в условиях машиностроительных предприятий Республики Казахстан. Исследование существующих способов и методов повышения износостойкости режущих инструментов. Литературный и патентный поиск;

- теоретическое исследование и раскрытие механизма повышения износостойкости режущих инструментов методом приработки. Основные закономерности процесса формирования вторичных контактных структур при резании. Термодинамические аспекты упрочнения рабочих поверхностей инструмента в процессе предварительной приработки;

- экспериментальное исследование повышения износостойкости различных металлорежущих инструментов (токарных резцов, зуборезных режущих инструментов, режущих инструментов для фрезерной операции) методом предварительной приработки;

- исследование закономерности влияния режимов приработки, материала режущего инструмента и заготовки на стойкость и износостойкость инструментов;

- компьютерное моделирование процесса структурной приспособляемости режущих инструментов;
- металлографическое и структурные исследования контактных поверхностей режущих инструментов после приработки;
- разработка рекомендации по использованию метода приработки режущих инструментов.

Выводы

1. Метод предварительной приработки является универсальным, легкодоступным способом повышения износостойкости металлорежущих инструментов и при этом может обеспечить их высокую стойкость и износостойкость.

2. Метод предварительной приработки металлорежущих инструментов повышает как стойкость, так и их надёжность и стабильность, что проявляется на таких параметрах, как мода вероятности распределения стойкости, безотказности работы и диапазоне рассеивания стойкости. Приработка червячных фрез более 1,6 раз снижает его радиальное биение, уменьшающее динамические возмущения силовых параметров процесса резания.

Список литературы

1. D. Samuel Raj, L. Karunamoorthy (2019) Performance of cryogenically treated WC drill using tool wear measurements on the cutting edge and hole surface topography when drilling CFRP . In International Journal of Refractory Metals and Hard Materials Volume 78, January 2019. 32-44
2. Денисов В.А., Жуков А.В., Мадышев Р.Р. (2014) Переходные и частотные характеристики системы компенсации износа режущего инструмента. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Т. 16, №6, 204-208.
3. Шеров К.Т., Мардонов Б.Т., Ирзаев А. Влияние режимов предварительной приработки на повышение стойкости режущего инструмента / Вестник ТашГТУ.- Ташкент: Изд-во ТашГТУ, 2005.- №4.-С.68-71.
4. Шеров К.Т., Мардонов Б.Т., Ирзаев А., Каримов Ш.А. Способ повышения износостойкости и надёжности червячных фрез / «Проблемы механики» - Ташкент: Изд-во «Фан» АН РУз, 2005.-№3.-С.100-103.
5. Шеров К.Т., Ирзаев А.И., Ким В. Повышение стойкости режущего инструмента методом приработки / «Горный вестник» Узбекистана.- Ташкент: Изд-во ДП «Poli-Press», 2004.-№1.-С.51-53.
6. Шеров К.Т., Ирзаев А.И., Каримов Ш.А. Предварительная приработка зуборезного инструмента // Материалы четвертой международной конференции. «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр».-Москва-Навоий: Изд-во РУДН, 2005.-С.404-407.
7. Шеров К.Т. Технология упрочнения контактных поверхностей зуборезущего инструмента // Межвузовский сборник научных трудов. «Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук». Выпуск 1.-Ташкент: Изд-во ТашГТУ, 2006.-С. 24-25.
8. Мардонов Б.Т., Шеров К.Т., Равшанов Ж.Р. Анализ интенсивности предварительно приработанного инструмента, а также его надёжности, стойкости и стабильности. / Journal of Advances in Engineering Technology. Навои: Изд-во ООО «Science Algorithm», 2021. - №2(4) - С.33-39.
9. Мардонов Б.Т., Шеров К.Т., Равшанов Ж.Р., Смайлова Б.К. Исследование влияние твердости обрабатываемого материала на оптимальную скорость предварительной приработки. / Научный журнал «Наука и техника Казахстана». Павлодар: Изд-во ПГУ, 2021.- №4. - С. 22-29.

К.Т. Шеров, А.А. Сагитов, М.Т. Усербаев, А.К. Шеров, Г.М. Тусупбекова
С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана, Қазақстан

Металл кескіш құралдардың тозуға төзімділігін арттыру әдісі

Андатпа. Отаңдық машина жасау салаларында кесу жиектерінің тозуына байланысты өңдеу кезінде металл кескіш құралдарды тұтыну мәселесі туындайды. Бұл әсіресе өңдеуге қиын материалдардан бөлшектерді жасауда байқалады. Бұл мәселені шешу үшін АР14972884 «Металл кескіш құралдардың тозуға төзімділігін қалыптастыру әдісімен арттыру» жобасын жүзеге асыру бағытталған. Құралдың беріктігі мен сенімділігін арттыру әдісі ретінде алдын-ала қалыптастыру жұмысы жоғары материалдық-техникалық шығындармен байланысты қымбат құралдарға қатысты экономикалық негізделген.

12ХГСА болаттан жасалған $m=6,0$ мм тісті доңғалақтарды өңдеуге арналған Р5М6Ф материалынан жасалған червякты фрезаның жұмысы кезіндегі зерттеу нәтижелері келтірілген. Сондай-ақ, 40Х болаттан жасалған тісті доңғалақты өңдеу кезінде Р5М6Ф, $m = 10$ мм модульдік червякты фрезаның беріктігіне алдын ала қалыптастыру жылдамдығының әсерін көрсететін тәжірибелік нәтижелер берілген. Зерттеу нәтижелері металл кескіш құралды алдын ала қалыптастыру әдісін құралдың қызмет ету мерзімін арттырудың тиімді әдістерінің бірі ретінде қарастыруға болатынын көрсетеді.

Кілт сөздер: Тозу, сенімділік, құралдың тозуға төзімділігі, алдын ала қалыптастыру әдісі, қосалқы құрылым.

К.Т. Sherov, A.A. Sagitov, M.T. Userbaev, A.K. Sherov, G.M. Tusupbekova
S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Astana, Kazakhstan

A method for increasing the wear resistance of metal-cutting tools

Abstract. In domestic machine-building industries, there is a problem with the consumption of metal-cutting tools during machining due to the wear of the cutting edges. This is especially observed in the manufacture of parts from difficult-to-machine materials. The project AR14972884 "Improving the wear resistance of metal-cutting tools by the running-in method" is aimed at solving this problem. Preliminary running in as a method of increasing the durability and reliability of the tool is economically justified in relation to expensive tools, the operation of which is associated with high material and technical costs.

The article presents the results of the study during the operation of worm cutters made of R5M5F for processing gears $m=6.0$ mm made of steel 12KhGSA. As well as experimental results, reflecting the effect of the speed of preliminary running-in on the durability of a modular worm cutter made of R6M5F, $m = 10$ mm, when machining a gear made of steel 40X. The results of the study indicate that the method of preliminary running-in of a metal-cutting tool can be considered one of the effective ways to increase tool life.

Keywords: Wear, reliability, tool wear resistance, pre-running method, secondary structure.

References

1. D. Samuel Raj, L. Karunamoorthy (2019) Performance of cryogenically treated WC drill using tool wear measurements on the cutting edge and hole surface topography when drilling CFRP . In International Journal of Refractory Metals and Hard Materials Volume 78, January 2019. 32-44
2. Denisov V.A., Zhukov A.V., Madyshev R.R. (2014) Perekhodnyye i chastotnyye kharakteristiki sistemy kompensatsii iznosa rezhushchego instrumenta. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra

Rossiyskoy akademii nauk, T. 16, №6, 204-208.

3. Sherov K.T., Mardonov B.T., Irzayev A. Vliyaniye rezhimov predvaritel'noy prirabotki na povysheniye stoykosti rezhushchego instrumenta / Vestnik TashGTU.- Tashkent: Izd-vo TashGTU, 2005.- №4.-S.68-71.

4. Sherov K.T., Mardonov B.T., Irzayev A., Karimov SH.A. Sposob povysheniya iznosostoykosti i nadozhnosti chervyachnykh frez / «Problemy mekhaniki» - Tashkent: Izd-vo «Fan» AN RUz, 2005.-№3.- S.100-103.

5. Sherov K.T., Irzayev A.I., Kim V. Povysheniye stoykosti rezhushchego instrumenta metodom prirabotki / «Gornyy vestnik» Uzbekistana.- Tashkent: Izd-vo DP «Poli-Press», 2004.-№1.-S.51-53.

6. Sherov K.T., Irzayev A.I., Karimov SH.A. Predvaritel'naya prirabotka zuboreznogo instrumenta // Materialy chetvertoy mezhdunarodnoy konferentsii. «Resursovosproizvodnyashchiye, malootkhodnyye i prirodookhrannyye tekhnologii osvoyeniya nedr».-Moskva–Navoiy: Izd-vo RUDN, 2005.-S.404-407.

7. Sherov K.T. Tekhnologiya uprochneniya kontaktnykh poverkhnostey zuborezhushchego instrumenta // Mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov. «Aktual'nyye voprosy v oblasti tekhnicheskikh i sotsial'no-ekonomicheskikh nauk». Vypusk 1.-Tashkent: Izd-vo TashGTU, 2006.-S. 24-25.

8. Mardonov B.T., Sherov K.T., Ravshanov ZH.R. Analiz intensivnosti predvaritel'no prirabotannogo instrumenta, a takzhe yego nadozhnosti, stoykosti i stabil'nosti. / Journal of Advances in Engineering Technology. Navoi: Izd-vo OOO «Science Algorithm», 2021. - №2(4) - S.33-39.

9. Mardonov B.T., Sherov K.T., Ravshanov ZH.R., Smaylova B.K. Issledovaniye vliyaniye tverdosti obrabatyvayemogo materiala na optimal'nyuyu skorost' predvaritel'noy prirabotki. / Nauchnyy zhurnal «Nauka i tekhnika Kazakhstana». Pavlodar: Izd-vo PGU, 2021.- №4. - S. 22-29.

Сведения об авторах:

Шеров К.Т. – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологические машины и оборудование», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

Сагитов А.А. – преподаватель кафедры «Технологические машины и оборудование», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

Усербаев М.Т. – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технологические машины и оборудование», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

Шеров А.К. – PhD, старший преподаватель кафедры «Технологические машины и оборудование», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

Тусупбекова Г.М. – докторант кафедры «Технологические машины и оборудование», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

Sherov K.T. - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technological Machines and Equipment, S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.

Sagitov A.A. - Lecturer of the Department of Technological Machines and Equipment, S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.

Userbaev M.T. - Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Technological Machines and Equipment, S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.

Sherov A.K. - Doctor PhD, Senior Lecturer of the Department of of Technological Machines and Equipment, S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.

Tusupbekova G.M. – Ph.D. student of the Department of Technological Machines and Equipment, S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.

Бас редакторы: **Б.Б. Тогизбаева**

Авторларға арналған нұсқаулықтар,
жарияланым этикасы журнал сайтында берілген: <http://bultech.enu.kz>

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.
Техникалық ғылымдар және технологиялар сериясы.
- 3(140)/2022 - Астана: ЕҰУ. - 150 б.
Шартты б.т. - 9,37. Таралымы - 17 дана.
Басуға қол қойылды: 30.09.2022 ж.
Ашық қолданыстағы электронды нұсқа: <http://bultech.enu.kz>

Мазмұнына типография жауап бермейді

Редакция мекен-жайы: 010008, Қазақстан Республикасы Астана қ.,
Сәтбаев көшесі, 2.

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: +7(71-72) 70-95-00 (ішкі 31-410)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында
басылды.