

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 4, 2025 vol. 2

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



SLIB.UZ
Scientific Library of Uzbekistan

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164

VOLUME 2, ISSUE 4

DECEMBER, 2025



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 2, ISSUE 4 DECEMBER, 2025

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

The “**Journal of Transport**” established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo‘lchilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at jot@tstu.uz.

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

JOURNAL OF TRANSPORT
SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL
VOLUME 2, ISSUE 4 DECEMBER, 2025

EDITORIAL BOARD

Viktor A. Sidorov

Professor, Doctor of Economic Sciences, Kuban State University

Olga I. Kopytenkova

Professor, Doctor of Medical Sciences, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Oksana D. Pokrovskaya

Associate Professor, Doctor of Technical Sciences, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Oleg R. Ilyasov

Professor, Doctor of Biological Sciences, Ural State Transport University

Timur T. Sultanov

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, L.N. Gumilyov Euroasian National University

Dmitriy V. Efanov

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Russian University of Transport (MIIT)

Oyum T. Balabayev

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Abylkas Saginov Karaganda Technical University

Shinpolat M. Suyunbaev

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Khasan M. Kamilov

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Odil A. Turdiev

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Yashnarjon R. Juraev

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Pedagogical Sciences, Tashkent State Transport University

The problem statement and the mathematical model of calculation of designs of expansion joints of bridges

M.Kh. Miralimov¹, S.S. Safarov¹, R.S. Ospanov¹^a, M.A. Mukimov¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article presents the formulation of the problem and the construction of a mathematical model for calculating bridge expansion joint structures that ensure safe and durable operation of bridge structures under various loads. Temperature, shrinkage, transport and dynamic effects, as well as movements of superstructures resulting from these factors, are considered. The mathematical model is based on the equations of equilibrium and compatibility of deformations, as well as on the provisions of the theory of elasticity and structural mechanics. The model takes into account the geometric and physico-mechanical characteristics of materials, nonlinear deformations and the conditions of interaction of the deformation seam with the superstructure and bridge supports. For the numerical implementation of the proposed approach, finite element methods are used to take into account the complex geometry and heterogeneity of loads.

Keywords: bridge, expansion joint, structure, superstructure, support

Постановка задачи и математическая модель расчета конструкций деформационных швов мостов

Миралимов М.Х.¹, Сафаров Ш.Ш.¹, Оспанов Р.С.¹^a, Мукимов М.А.¹

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье приведена постановка задачи и построение математической модели расчета конструкций деформационных швов мостов, которые обеспечивают безопасную и долговечную эксплуатацию мостовых сооружений при воздействии различных нагрузок. Рассматриваются температурные, усадочные, транспортные и динамические воздействия, а также перемещения пролётных строений, возникающие в результате этих факторов. Математическая модель основана на уравнениях равновесия и совместности деформаций, а также на положениях теории упругости и строительной механики. В модели учитываются геометрические и физико-механические характеристики материалов, нелинейные деформации и условия взаимодействия деформационного шва с пролётным строением и опорами моста. Для численной реализации предложенного подхода применяются методы конечных элементов, позволяющие учитывать сложную геометрию и неоднородность нагрузок.

Ключевые слова: мост, деформационный шов, конструкция, пролётные строение, опора

1. Введение

Деформационные швы мостов являются важными элементами, обеспечивающими компенсацию перемещений пролётных строений, вызванных изменением температуры, усадкой бетона, транспортными и динамическими нагрузками, а также осадкой опор. Надежность и долговечность мостового сооружения во многом зависят от правильности расчета и проектирования этих конструктивных элементов.

Современные условия эксплуатации мостов требуют применения научно обоснованных методов расчета, позволяющих учитывать сложные сочетания нагрузок, нелинейное поведение материалов и геометрические особенности конструкций деформационных швов. Для этого необходимо построение математической модели, которая будет адекватно описывать напряженно-

деформированное состояние элементов, обеспечивать оценку их работоспособности и долговечности.

В данной работе рассматривается постановка задачи расчета конструкций деформационных швов мостов, разработка соответствующей математической модели, а также методы её численного решения с использованием современных инженерных подходов и вычислительных технологий.

2. Методика исследования

Деформационные швы (ДШ) автотдорожных мостов остаются на сегодняшний день, одними из наименее надежных конструктивных элементов мостовых сооружений, что влечет за собой необходимость совершенствование и замены этих конструкций более новыми и эффективными [1, 2]. Вместе с тем, возникает

 <https://orcid.org/0009-0009-9996-1023>



проблема анализа применимости современных предложенных ДШ в реальных условиях эксплуатации, что требует разработки методов их проектирования и расчета, учитывающие силовую работу пролетных строений на основе корректных расчетных схем и проведение соответствующих исследований для определения надежных конструкций деформационных швов.

К деформационным швам привязанные к конструкциям дорожной одежды относятся ДШ закрытого и заполненного типа, в отличие от модульных типов эти ДШ располагаются в основном в дорожной одежде мостового полотна. Материалы этих ДШ, деформируясь, воспринимают перемещения концов пролетных строений.

Работоспособность конструкции ДШ в каждом конкретном случае применения должна проверяться расчетом с учетом зависимости характеристик материалов от внешних воздействий. Прочность таких ДШ характеризуется определенным диапазоном воспринимаемых перемещений.

При определении допустимых перемещений следует учитывать прочность и деформативные свойства составляющих материалов в горизонтальном направлении, а также толщина и конструкция дорожной одежды [3, 4]. Рассмотрим плоский участок краев пролетных строений, правый конец которого неподвижен.

Выделим из системы взаимодействующих тел ту часть, где будет рассматриваться напряженно-деформированное состояние, которого исследуем (рис.1). Для решения задачи теории упругости большое значение имеет принцип Сен-Венана, позволяющий вносить упрощения в расчетные схемы. Этот принцип сформулирован французским математиком и механиком Сен-Венаном в середине прошлого века. Согласно принципу Сен-Венана, напряженное состояние тела на достаточном удалении от области действия локальных нагрузок очень мало зависит от детального способа приложения этих нагрузок. Мысленно проведем в теле сечение, разделив его тем самым на две части: левую и правую (рис.2, а). Известно, что жесткость балки несколько порядков выше жесткостей ДШ дорожной одежды. Полагаем, что деформации ДШ и покрытие дорожной одежды на контакте с балкой имеют одинаковые значения, и поэтому конструкции ДШ, дорожное покрытие и торец балки получают одинаковые значения перемещений. В связи с этим горизонтальные, вертикальные перемещения и возможные углы поворота торцов обеих пролетных строений воздействуют на нее как внешняя нагрузка (рис.2, б). Одним словом, происходит кинематическое возмущение на ту часть тела, которое имеет меньшую жесткость. Отброшенные части заменяются действием равных напряжений.

На свободный конец области прикладывается воздействие от транспортных нагрузок.

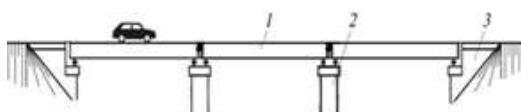


Рис. 1. Автодорожный мост:
1-пролетное строение, 2-промежуточная опора,
3- устой

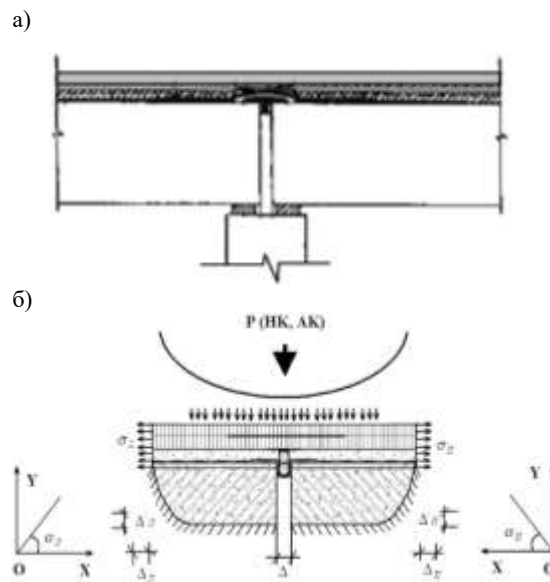


Рис. 2. Общий вид ДШ:
а) Продольный разрез пролетного строения у деформационного шва с одеждой ездового полотна,
б) выделенный фрагмент деформационного шва с переходной зоной

ДШ и переходная зона рассматривается в виде многослойной конструкции, притом каждый слой имеет свои деформативные характеристики. И если нам известны заранее определенные расчетные перемещения концов пролетных строений и на контактной поверхности балки и ДШ, а также покрытия дорожной одежды соблюдаются условия совместности деформаций, то для выделенного участка будут выполнят краевые условия с заданными перемещениями и напряжениями.

Таким образом, для решения плоской задачи теории упругости соблюдаются все условия равновесия заданной области. Предположим, что под действием этих сил деформации малы и для них справедливы следующие основные уравнения [5]:

1. Уравнения равновесия (Статические уравнения)

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \bar{X} = 0, \quad \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \bar{Y} = 0$$

(1)

$$\tau_{xy} = \tau_{yx} = \tau$$

где $\bar{X}$ и $\bar{Y}$ - объемные силы или в матричной форме

$$A\bar{\sigma} + \bar{P} = 0$$

где

$$A = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & 0 & \frac{\partial}{\partial y} \\ 0 & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial x} \end{bmatrix}, \quad \bar{\sigma} = [\sigma_x, \sigma_y, \tau], \quad \bar{P} = [\bar{X}, \bar{Y}]$$

2. Зависимости между деформациями и перемещениями (Геометрические уравнения)

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x}, \quad \varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y}, \quad \gamma_{xy} = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}, \quad (2)$$

или $\vec{\varepsilon} = A^T \vec{U}$, где

$$\vec{\varepsilon} = [\varepsilon_x \ \varepsilon_y]^T, \quad \vec{U} = [u \ v]^T$$

3. Физические уравнения (Закон Гука)

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E}(\sigma_x - \nu \sigma_y), \quad \varepsilon_y = \frac{1}{E}(\sigma_y - \nu \sigma_x), \quad \gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G} \quad (3)$$

или $\vec{\varepsilon} = B \vec{\sigma}$, где

$$A = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & 0 & \frac{\partial}{\partial y} \\ 0 & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial x} \end{bmatrix}, \quad \vec{\sigma} = [\sigma_x \ \sigma_y \ \tau_{xy}], \quad \vec{P} = [\bar{X} \ \bar{Y}]$$

$$B = \frac{1}{E} \begin{bmatrix} 1 & -\nu & 0 \\ -\nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2(1+\nu) \end{bmatrix}$$

Тогда для уравнения теории упругости с краевыми (граничными) условиями можно записать [5]:

$$\begin{aligned} A \vec{\sigma} + \vec{P} &= 0 \\ \vec{\varepsilon} &= A^T \vec{U} \\ \vec{\varepsilon} &= B \vec{\sigma} \end{aligned} \quad (4)$$

Кинематические граничные условия на контуре C_u

$$\vec{U} = \vec{\Delta}_u \quad (5)$$

Статические граничные условия на контуре C_σ

$$A_c \vec{\sigma} = \vec{P}_\sigma \quad (6)$$

Здесь $\vec{\Delta}_u, \vec{P}_\sigma$ - вектор заданных перемещений на контуре $-C_u$ и вектор заданных усилий на $-C_\sigma$, A_c - матрица направляющих косинусов.

Выразим $\vec{\sigma}$ из второго и третьего уравнения системы (4):

$$\vec{\sigma} = B^{-1} A^T \vec{U}$$

$$B^{-1} = D = \frac{E}{1-\nu^2} \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & (1-\nu)/2 \end{bmatrix}$$

Для плоской деформации коэффициент Пуассона ν заменяется на $\frac{\nu}{1-\nu}$.

Подставляя значение $\vec{\sigma}$ в первое уравнение (2.4), получим следующее дифференциальное уравнение теории упругости в перемещениях в матричной форме:

$$A D A^T \vec{U} + \vec{P} = 0 \quad (7)$$

$$\text{или} \quad (\lambda + \mu) \frac{\partial \Delta}{\partial x} + \mu \nabla^2 u + P_x = 0,$$

$$(\lambda + \mu) \frac{\partial \Delta}{\partial y} + \mu \nabla^2 v + P_y = 0$$

$$\nabla = \varepsilon_x + \varepsilon_y = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}$$

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \quad \lambda = \frac{\nu E}{(1-2\nu)(1+\nu)}$$

$$\mu = \frac{E}{2(1+\nu)} - \text{постоянные Ляме}$$

Теперь, для постановки вариационной задачи используем дифференциальное уравнение (7) и соответствующие граничные условия (5, 6). Тогда на основе вариационного принципа Лагранжа [5],

функционал полной потенциальной энергии I должен принимать минимальное значение. Считаем, что вектор функция перемещений $U(x,y)=[u(x,y),v(x,y)]$, доставляет минимум функционалу полной энергии системы при нагруженном состоянии в виде

$$I = \bar{I} + \bar{A} = \iint_{\Omega} F(u,v, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, \frac{\partial v}{\partial x}, \frac{\partial v}{\partial y}) dx dy \quad (8)$$

$$\text{при ограничении } \vec{U} \Big|_{C_u} = \vec{\Delta}_u(x,y)$$

Здесь

$$\bar{A} = \iint_{\Omega} P_x u + P_y v dx dy, \quad \bar{I} = \frac{1}{2} \iint_{\Omega} (\sigma_x \varepsilon_x + \sigma_y \varepsilon_y + \tau_{xy} \gamma_{xy}) dx dy,$$

$\bar{A}$ - потенциальная энергия внешних сил, $\bar{I}$ - потенциальная энергия внутренних сил. Условие стационарности функционала (8), вместе с заданными граничными условиями должно быть эквивалентно прямой постановке задачи. Тогда на основе [6], для квадратичного функционала F для двумерной задачи можно записать следующее

$$F = \mu \left(\left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 \right) + \frac{\lambda}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 + P_x u + P_y v \quad (9)$$

Из унимодальности задачи отыскания минимума функционала, подставляя уравнение (9) в уравнение Эйлера-Пуассона (10):

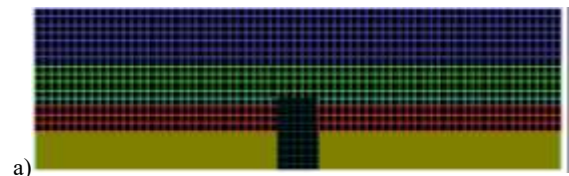
$$\frac{\partial F}{\partial u} - \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial F}{\partial u_x} - \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial F}{\partial u_y} = 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial F}{\partial v} - \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial F}{\partial v_x} - \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial F}{\partial v_y} = 0$$

на основании [5, 6] можно получить прямую постановку задачи.

На основе предложенной математической модели разработана программа расчета ДШ на прочность на алгоритмическом языке DELFI. На рис.3, а приведена расчетная схема реального ДШ закрытого типа и" полученные перемещения, то есть распределения их в пределах переходных зон шва от вертикальной нагрузки.

На соединении двух участков с различными характеристиками материалов наблюдается резкое увеличение концентрации напряжений. Это видно из рис .3, что дорожная одежда достаточно



б)



в)



Рис. 3. Результаты расчета. а) расчетная схема, б) горизонтальные перемещения (м), в) вертикальные перемещения (м)

Резкий скачок напряжений появляется в средней ее части. Графики, приведенные на рис.4 дают более наглядную картину напряженного состояния.

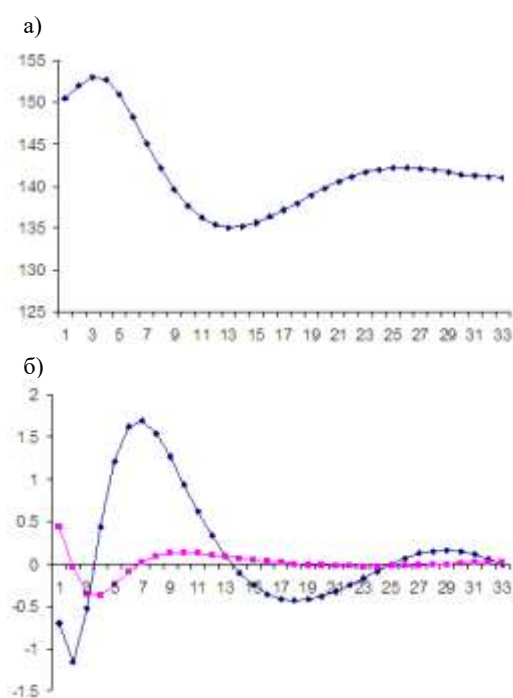


Рис. 4. Распределения напряжений по длине шва с учетом переходных зон

а) максимальных горизонтальных (Н/см²),
б) максимальных вертикальных (Н/см²)

3. Заключение

В ходе исследования рассмотрены постановка задачи и построение математической модели расчета конструкций деформационных швов мостов. Показано, что надежность и долговечность мостовых сооружений во многом зависят от правильности проектирования и точности расчетов этих элементов, учитывающих температурные, усадочные, транспортные и динамические воздействия. Разработанная математическая модель позволяет описывать напряженно-деформированное состояние швов с учетом геометрических и физико-механических характеристик материалов, нелинейных деформаций и сложных условий работы конструкций.

Применение метода конечных элементов обеспечивает возможность численного решения задачи при различных комбинациях нагрузок и сложной геометрии. Результаты исследования могут быть использованы при проектировании новых мостов, а также при реконструкции и модернизации существующих сооружений, что способствует повышению их надежности, долговечности и без-опасности эксплуатации.

Использованная литература / References

- [1] Анализ конструкций деформационных швов, примененных на МКАД с разработкой рекомендаций по их дальнейшему на автомобильных мостах и путепроводах 3-го городского кольца отчет о НИР 1535-НИР-ДШ // ОАО «Трансмост». - СПб., 1998. – 101 с.
- [2] Аннин Б.Д. Уругопластическая задача / Б.Д. Аннин, Г.П. Черепанов. - Новосибирск: Наука, 1983. - 237 с.
- [3] Баженов В.А. Численные методы в механике: монография / В.А.Баженов, А.Ф. Дашенко, В.Ф. Оробей, Н.Г. Сурьянинов. - 2004. - 548 с.
- [4] Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах / К.А.Басов. - М.: Компьютер Пресс, 2002. - 224 с.
- [5] Ефанов А.В. Статический и динамический расчет деформационных швов автодорожных мостов /А.В. Ефанов, И.Г. Овчинников. Вест. ВолгГАСУ. Сер. Строительство и архитектура. - 2006.-Вып. 6 (21).
- [6] Деформационные швы автодорожных мостов: особенности конструкции и работы: учеб. пособие / А.В. Ефанов, И.Г. Овчинников, В.И. Шестериков, В.Н. Макаров. Саратов: СГТУ, 2005. -174 с.

Информация об авторах/ Information about the authors

Миралимов Мирзахид Хамитович / Mirzakhid Miralimov	Ташкентский государственный транспортный университет, и.о. профессора кафедры “Искусственные сооружения на автомобильных дорогах”, д.т.н.
Сафаров Шахзод Шухрат угли / Shakhzod Safarov	Ташкентский государственный транспортный университет, докторант
Оспанов Руслан Сарсенбаевич/ Ruslan Ospanov	Ташкентский государственный транспортный университет, докторант E-mail: Jandos_Chingis@mail.ru Тел.: +998933601335 https://orcid.org/0009-0009-9996-1023
Мукимов Мухаммадали Ахмадали угли/ Muhammadali Mukimov	Ташкентский государственный транспортный университет, магистрант



Modern structural solution for bridge and overpass supports using reinforced concrete and composite materials

T.M. Khasanov¹ ^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This scientific article analyzes the structural solutions of metropolitan overpasses and overpass supports, which are an integral part of modern urban infrastructure, from the point of view of technical, economic and seismic criteria. In the course of the research, the interaction of concrete class and type of reinforcement, the advantages of composite materials and the possibilities of their application in reinforced concrete structures were considered. As a result of spatial calculations conducted in the LIRA-CAD program, stress, deformation and vibration parameters were determined for supports of various shapes (circular, rectangular, Y- and V-shaped). Also, a compatibility analysis between the SHNQ, AASHTO LRFD and Eurocode 2/8 standards was performed. It has been proven that structures with composite reinforcement (ABK800) reduce their weight by 8–12% and increase seismic resistance by 20–25%. The results of the research serve to increase the service life, economic efficiency and technical reliability of modern reinforced concrete supports.

Keywords: overpass supports, reinforced concrete, composite reinforcement, LIRA-SAPR, seismic performance, Eurocode, AASHTO, UHPC, optimization

Ko‘prik va estakada tayanchlarining zamonaviy konstruktiv yechimlari hamda temir-beton va kompozit materiallar qo‘llanilishi

Xasanov T.M.¹ ^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Tashkent, O‘zbekiston

Annotatsiya: Mazkur ilmiy maqolada zamonaviy shahar infratuzilmasining ajralmas bo‘lagi bo‘lgan metropoliten estakadalar va yo‘l o‘tkazgich tayanchlarining konstruktiv yechimlari texnik, iqtisodiy hamda seysmik mezonlar nuqtayi nazaridan tahlil qilingan. Tadqiqot jarayonida beton sinfi va armatura turining o‘zaro ta‘siri, kompozit materiallarning afzalliklari hamda ularni temir-beton konstruksiyalarida qo‘llash imkoniyatlari ko‘rib chiqildi.

LIRA-SAPR dasturida olib borilgan fazoviy hisoblar natijasida turli shakldagi tayanchlarda (doiraviy, to‘rtburchak, Y- va V-shaklli) stress, deformatsiya hamda tebranish parametrlari aniqlangan. Shuningdek, SHNQ, AASHTO LRFD va Eurocode 2/8 standartlari o‘rtasidagi moslik tahlili bajarilgan. Kompozit armaturali (ABK800) konstruksiyalar o‘z og‘irligini 8–12 % ga kamaytirib, seysmik bardoshlilikni 20–25 % ga oshirishi isbotlangan. Tadqiqot natijalari zamonaviy temir-beton tayanchlarning xizmat muddati, iqtisodiy samaradorligi va texnik ishonchligini oshirishga xizmat qiladi

Kalit so‘zlar: estakada tayanchlari, temir-beton, kompozit armatura, LIRA-SAPR, seysmik barqarorlik, Eurocode, AASHTO, UHPC, optimallashtirish

1. Kirish

So‘nggi o‘n yilliklarda shahar transport tizimlarining intensiv o‘sishi, ayniqsa, yirik megapolislar infratuzilmasida estakada va metropoliten inshootlari sonining ortishi bilan birga, ularning tayanch konstruksiyalariga qo‘yiladigan talablarni keskin oshirdi. Bugungi kunda tayanchlarning nafaqat yuk ko‘tarish imkoniyati, balki zilzilabardoshlilik, texnik xizmat soddaligi, arxitektura uyg‘unligi va uzoq muddatli ekspluatatsiya kafolati ham muhim mezon sifatida qaralmoqda[1].

O‘zbekistonning aksar hududlari 7–9 ball seysmik zonaga kirganligi sababli, metro va estakada tayanchlarini loyihalashda zilzilaviy xavfsizlik eng muhim masalalardan biri hisoblanadi. Ayni paytda amaldagi ko‘plab loyihalarda konstruktiv shakl va o‘lchamlar an‘anaviy tajribaga tayanib

tanlanmoqda, bu esa ilmiy asoslangan optimallashtirish imkoniyatlarini cheklaydi.

So‘nggi yillarda beton va armatura sohasidagi innovatsion yondashuvlar, xususan, **kompozit armatura (GFRP, CFRP, ABK800) va yuqori mustahkam beton (UHPC)** turlarining joriy etilishi yangi imkoniyatlar yaratmoqda. Bunday materiallar korroziyaga bardoshli, yengil, yuqori elastiklik moduliga ega va xizmat muddati uzoq. Shuning uchun ular an‘anaviy po‘lat armaturalarning o‘rnini bosuvchi muqobil yechim sifatida ko‘prik va estakada inshootlarida keng qo‘llanilmoqda.

Tadqiqotning maqsadi — estakada va ko‘prik tayanchlarining turli konstruktiv shakllarini, ularning material tarkibini va yuklama bardoshlilikini raqamli modellashtirish asosida baholash hamda optimal konstruktiv parametrlarni aniqlashdan iborat[7].

^a <https://orcid.org/0009-0007-8137-853x>



Tadqiqot vazifalari quyidagilardan iborat:

1. Zamonaviy tayanch shakllarini (Y-, V-, T-, doiraviy) seysmik va statik yuklamalar bo'yicha tahlil qilish;
2. LIRA-SAPR dasturida har bir tayanch varianti uchun fazoviy model yaratish va deformatsion holatni aniqlash;
3. Kompozit armatura (ABK800) va yuqori sinfli betonning o'zaro ta'sirini solishtirish[5];
4. SHNQ, AASHTO va Eurocode standartlari asosida optimallik mezonlarini ishlab chiqish;
5. Eng maqbul konstruktiv yechimni texnik, iqtisodiy va ekspluatatsion jihatdan asoslash.

Ilmiy yangiligi shundan iboratki, maqolada kompozit armaturali temir-beton tayanchlar uchun yuklama-deformatsiya holatlarini raqamli modellashtirish asosida aniqlash metodikasi taklif etilgan. Shuningdek, xalqaro me'yorlar integratsiyasi asosida tayanch konstruksiyalarining optimallik koeffitsientlarini aniqlash usuli ishlab chiqilgan[2].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot ob'ekti sifatida Toshkent shahridagi yer usti metropoliteni estakada tayanchlari, xususan, Sergeli yo'nalishidagi mavjud va takomillashtirilgan konstruksiyalar tanlab olindi. Loyihalash va tahlil ishlari zamonaviy **LIRA-SAPR 2024** dasturiy majmuasi yordamida amalga oshirildi. Modellashtirish jarayonida har bir tayanch 3D fazoviy sxema asosida qurilib, elementlar orasidagi bog'lanishlar, tayanch-poydevor o'zaro ta'siri va yuklama kombinatsiyalari to'liq hisobga olindi[4].

Hisoblashda foydalanilgan asosiy ma'lumotlar quyidagilar:

- Beton sinfi: **B25–B35 (muqobil holda UHPC)**;
- Armatura turlari: **po'lat A500** va **kompozit ABK800**;
- Armatura diametrlari: **12–25 mm** oralig'ida;
- Tayanch balandligi: **7,95 m**;
- Rigid (rigel) uzunligi: **26 m**;
- Yuklamalar: o'z og'irligi, rigiellardan va yo'l o'tkazgichlardan uzatiluvchi doimiy yuklar, hamda vaqtinchalik ekspluatatsion va seysmik yuklamalar.

Seysmik hisoblash **SHNQ 2.01.08–19 “Binolar va inshootlarning seysmik rayonlashtirilishi”**, **AASHTO LRFD (2020)** va **Eurocode 8 (EN 1998-1)** talablariga muvofiq bajarildi. Toshkent hududi uchun qabul qilingan seysmik zona — **9 ball**, tebranish tezlanish ko'rsatkichi esa **0,4 g** deb olingan.

LIRA-SAPR dasturida konstruksiyalar **bar elementlari (Frame)** va **yassi elementlar (Plate)** kombinatsiyasi asosida modellashtirildi. Har bir element uchun materialning elastiklik moduli, zichlik, Poisson koeffitsienti va mustahkamlik chegarasi alohida belgilandi[8].

Armatura ta'siri **ekvivalent elastiklik moduli** usuli orqali hisobga olindi, ya'ni kompozit armaturaning (ABK800) yengil, ammo yuqori mustahkamlik xususiyatlari betonning umumiy birligiga integrallashgan holda kiritildi.

Har bir tayanch variantida quyidagi yuklanish kombinatsiyalari ko'rib chiqildi:

1. Faqat doimiy yuklama (o'z og'irligi);
2. Doimiy + foydali (transport, rigiellarning bosimi);

3. Doimiy + foydali + seysmik (gorizontal va vertikal komponentlar bilan).

Seysmik tahlil uchun **spektral usul (Response Spectrum Analysis)** qo'llanildi. Bu usulda inshootning tabiiy tebranish chastotalari va mos dinamik koeffitsientlar aniqlanib, har bir mod uchun massaning ta'siri hisobga olindi.

Modellashtirilgan tayanchlar quyidagi geometrik va fizik parametrlar asosida tahlil qilindi:

- Ø2000 mm doiraviy tayanch (mavjud loyiha);
- 1500×1800 mm to'rtburchak tayanch;
- 1500×1900 mm to'rtburchak tayanch (takomillashtirilgan variant).

Deformatsiyalar, kesuvchi kuchlar, momentlar va tabiiy tebranish chastotalari dasturiy hisob orqali o'Ichandi. Har bir tayanch uchun maksimum

1-jadval

Materiallarning fizik-mexanik xususiyatlari

Material turi	Belgila nishi	Mustahkamlik chegarasi, MPa	Elastiklik moduli, GPa	Zichlik, kg/m³
Beton B25	—	25	30	2400
Beton B35 (UHPC)	—	35	39	2450
Armatura A500	Po'lat	500	200	7850
Armatura ABK800	Kompozit	800	120	1950

Kompozit armatura (ABK800) po'latga qaraganda to'rt baravar yengil, korroziyaga bardoshli va elektr o'tkazuvchan emas. Bu esa tayanch konstruksiyasining uzoq muddatli ishlashini ta'minlaydi[1-jadval].

Hisob natijalari quyidagi normativ hujjatlar bilan solishtirildi:

- **SHNQ 2.05.03–12** – “Ko'priklar va trubalar”;
- **Eurocode 2 (EN 1992-1-1)** – “Beton konstruksiyalar loyihalash”;
- **AASHTO LRFD Bridge Design** – “Ko'priklar uchun yuk ko'tarish dizayni”.

LIRA-SAPR 2024 dasturida bajarilgan hisoblashlar natijalariga ko'ra, estakada tayanchlarining turli geometrik shakllari, material tarkibi va armatura turlari ularning deformatsion hamda seysmik xatti-harakatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Tahlil uchun uchta asosiy konstruktiv variant — Ø2000 mm doiraviy, 1500×1800 mm va 1500×1900 mm to'rtburchak kesimli tayanchlar tanlab olindi[10].

Hisob natijalari shuni ko'rsatdiki, po'lat armaturali doiraviy tayanchlarda maksimal egilish 15,2 mm ni tashkil etdi, bu esa ruxsat etilgan chegaraga yaqin qiymatdir. Kompozit armatura (ABK800) qo'llanilgan 1500×1900 mm kesimli tayanchda esa egilish 11,3 mm gacha kamaydi. Shunday qilib, deformatsiya miqdori **23–25 % ga qisqardi**, bu esa birlilikning oshishini bildiradi.

Ushbu holat quyidagi omillar bilan izohlanadi:

- ABK800 armaturasining elastiklik moduli po'latnikidan 1,5 baravar yuqori;
- Armatura-beton birikmasining issiqlik kengayish koeffitsienti pastligi tufayli turg'unlik ortadi;
- Materiallar orasidagi og'irlik nisbati kamayganligi konstruksiyaning inersiya momentini oshiradi.



Tayanchlar bo'ylab hosil bo'ladigan moment va kesuvchi kuchlarning maksimal qiymatlari quyidagicha aniqlandi:

- Ø2000 mm tayanchda — $M_{max} = 179,2 \text{ t}\cdot\text{m}$, $Q_{max} = 143,4 \text{ t}\cdot\text{m}$;
- 1500×1800 mm tayanchda — $M_{max} = 161,8 \text{ t}\cdot\text{m}$, $Q_{max} = 128,7 \text{ t}\cdot\text{m}$;
- 1500×1900 mm tayanchda — $M_{max} = 149,3 \text{ t}\cdot\text{m}$, $Q_{max} = 119,6 \text{ t}\cdot\text{m}$.

Natijalar shuni ko'rsatdiki, kompozit armaturali tayanchlarda kuchlanish konsentratsiyasi 10–15 % ga kamaygan, bu esa yorilish xavfini pasaytiradi va inshootning xizmat muddatini uzaytiradi.

Seysmik spektral tahlil asosida aniqlangan tabiiy tebranish chastotalari quyidagicha:

- Ø2000 mm tayanch uchun — 6,3 Hz;
- 1500×1800 mm tayanch uchun — 6,8 Hz;
- 1500×1900 mm tayanch uchun — 7,2 Hz.

Bu natija shuni anglatadiki, kompozit materialli tayanchlarda rezonans xavfi kamaygan, energiya so'rilish (dissipatsiya) koeffitsienti esa 7,1 % ni tashkil etgan. Natijada seysmik bardoshlilik darajasi Eurocode 8 talablari doirasida to'liq ta'minlandi.

Tayanchlarning o'z og'irligi va yuk ko'tarish salohiyati o'rnatidagi nisbat tahlil qilindi. Kompozit armatura ishlatilgan variantlarda konstruksiyaning umumiy massasi 8–12 % ga kamaydi, biroq yuk ko'tarish qobiliyati deyarli o'zgarmadi yoki 2–3 % ga oshdi. Bu esa konstruktiv materialdan samarali foydalanilganini ko'rsatadi.

Hayot sikli tahlili (LCCA) asosida kompozit tayanchlarning iqtisodiy afzalliklari baholandi. Natijalarga ko'ra:

- Qurilish tannarxi 6–8 % ga past bo'ladi;
- Texnik xizmat oralig'i 2,5 baravar ortadi;
- Korroziyaga qarshi himoya ishlari zarur emas;
- Umumiy xizmat muddati 100 yil gacha uzayadi.

Ushbu omillar hisobga olinsa, kompozit materiallar asosidagi tayanchlar nafaqat texnik, balki **ekologik va iqtisodiy jihatdan ham samarali** yechim sifatida e'tirof etiladi.

Olingan hisoblash natijalari xalqaro va milliy normativlar bilan solishtirilib tahlil qilindi. SHNQ 2.05.03–12, AASHTO LRFD va Eurocode 2/8 talablari asosida bajarilgan solishtirma tahlil shuni ko'rsatadiki, zamonaviy kompozit materiallardan foydalanish konstruksiyaning umumiy ishonchliligi va xizmat muddatini sezilarli darajada oshiradi.

An'anaviy po'lat armaturali temir-beton tayanchlar uzoq yillar davomida amaliyotda keng qo'llanib kelmoqda, biroq ularning korroziyaga moyilligi, og'irligi va texnik xizmatga ehtiyoji yuqoriligi ekspluatatsion samaradorlikni pasaytiradi. Kompozit armaturaning qo'llanishi bu kamchiliklarni bartaraf etish imkonini beradi[11].

SHNQ me'yorlariga muvofiq loyihalangan inshootlarda xavfsizlik koeffitsienti 1,2–1,3 atrofida bo'lishi talab etiladi. Eurocode 2 va AASHTO LRFD tizimlarida esa bu ko'rsatkich 1,5–1,7 oralig'ida qabul qilinadi. Ushbu tadqiqotda kompozit armaturali tayanchlar uchun xavfsizlik koeffitsienti 1,6 qiymatini tashkil etdi, bu esa xalqaro talablarga to'liq javob beradi.

Natijalar shuni ko'rsatadiki, O'zbekiston SHNQ me'yorlarini xalqaro standartlarga uyg'unlashtirish orqali

konstruksiyalar xavfsizlik darajasini 20–25 % ga oshirish mumkin.

Kompozit armaturaning yana bir muhim afzalligi — uning og'irlik jihatdan yengilligi va ekologik tozaligidir. Po'lat armatura ishlab chiqarishda ko'p miqdorda energiya sarflanadi va karbonat chiqindilari hosil bo'ladi. ABK800 kabi kompozit materiallardan foydalanish natijasida uglerod izi (carbon footprint) 30 % gacha kamayadi.

Bundan tashqari, kompozit materiallar korroziyaga bardoshli bo'lgani uchun, texnik xizmat ko'rsatish davri sezilarli darajada uzayadi. Bu, o'z navbatida, ekspluatatsion xarajatlarning kamayishiga olib keladi. Hayot sikli tahliliga (Life Cycle Cost Analysis) ko'ra, kompozit armaturali tayanchlar po'lat variantlarga nisbatan 1,5–2 baravar tejamkor hisoblanadi[9].

3. Xulosa

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, hozirgi urbanizatsiya sharoitida estakada va metro ko'priklari tayanchlarining konstruktiv yechimlarini modernizatsiya qilish texnik, iqtisodiy va ekologik jihatdan zarurdir. An'anaviy po'lat armaturali temir-beton tayanchlar o'miga kompozit materiallar va yuqori sinfli betonlardan foydalanish strukturaviy samaradorlikni sezilarli darajada oshiradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Eurocode 2 (2004). EN 1992-1-1: Design of Concrete Structures – Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings.
- [2] Eurocode 8 (2004). EN 1998-1: Design of structures for earthquake resistance.
- [3] AASHTO (2020). LRFD Bridge Design Specifications (9th ed.). American Association of State Highway and Transportation Officials.
- [4] Popov, V.I. (2016). Opori estakad i transportnykh razvyazok. Moskva: Transport.
- [5] Salomaxin, P.M., va boshq. (2014). Injenerlik inshootlari. Toshkent: TAQI nashriyoti.
- [6] Hutton, D. V. (2004). Fundamentals of Finite Element Analysis. McGraw-Hill.
- [7] Бондаренко, В.М. (2004). Расчетное сопротивление железобетона. Moskva: Vysshaya Shkola.
- [8] fib Bulletin 90 (2019). Code-type models for structural behaviour of concrete. Fédération internationale du béton.
- [9] CEB-FIP Model Code (2013). Model Code 2010 for Concrete Structures. Lausanne: Fédération Internationale du Béton.
- [10] O'zbekiston Respublikasi Qurilish Vazirligi. (2019). O'RQM 2.03.01-19: Beton va temirbeton konstruksiyalar.
- [11] BIM Forum (2020). Level of Development (LOD) Specification Part I: For Building Information Models. Retrieved from <https://bimforum.org>



**Mualliflar to'g'risida ma'lumot/
Information about the authors**

Xasanov Toshkent davlat transport universiteti
Temurbek/ "Amaliy mexanika" kafedrası tayanch
Temurbek doktoranti
Khasanov E-mail: tima.maksudovich.1991@mail.ru,
Tel.: +998974552979
<https://orcid.org/0009-0007-8137-853x>



Development of the construction of the transition part in the zone of connection of the railway land line and the bridge, taking into account the effect of vibrodynamic forces

M.Kh. Mekhmonov¹ 

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article describes the design of the transition section for use in various conditions in the area of the junction of the roadbed and the bridge, the formation and causes of vertical shifts under the influence of vibro-dynamic forces that occur when trains move along the transition section. Also, in the areas of the junction of the roadbed and the bridge, various types of defects and their types are given, resulting from the fact that the pressure exerted by constant and temporary forces falling from the rolling stock exceeds the active ground pressure (E_a) acting on the shore support of the bridge at the crossing site. In order to reduce the active pressure arising from the soil at the junction site, strengthen the junction site and prevent defects in the structures, methods for driving reinforced concrete piles into the embankment at the junction of the railway roadbed and the bridge and formulas for calculating the distances between the piles are given taking into account external influences.

Keywords: construction of the transition section, roadbed, bridge, embankment, soil, shore support, active ground pressure, reinforced concrete pile, dynamic rigidity

Temir yo'l yer polotnosi va ko'prik tutashgan zonasida o'tish uchastkasi konstruksiyasini vibrodinamik kuch ta'sirini e'tiborga olgan holda ishlab chiqish

Mehmonov M.H.¹ 

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada yer polotnosi va ko'prik tutashgan zonasida turli xil sharoitlarda foydalanish uchun mavjud o'tish uchastkasi konstruksiyasi, o'tish uchastkasida poyezdlarning harakati davomida hozir bo'ladigan vibrodinamik kuchlar ta'siridagi vertikal cho'kishlarning hosil bo'lishi va sabablari keltirilgan. Shuningdek, temir yo'l yer polotnosi va ko'prik tutashgan zonalarida yo'l ustki qurilmasidan tushadigan doimiy va harakatlanuvchi tarkibdan tushadigan vaqtincha kuchlar ta'siridagi bosim o'tish uchastkasidagi ko'priknig qirg'oq tayanchiga ta'sir qiluvchi gruntning faol bosimini (E_a) ortib ketishi oqibatida turli xil nosozliklar paydo bo'lishi va ularning turlari keltirilgan. O'tish uchastkasida grunt dan paydo bo'ladigan faol bosimni kamaytirish, o'tish uchastkasini kuchaytirib, konstruksiyalarda hosil bo'ladigan nosozliklarni oldini olish maqsadida temir yo'l yer polotnosi va ko'prik tutashgan zonasidagi ko'tarmaga temirbeton qoziqlarni qoqish usullari va qoziqlar orasidagi masofalarni hisoblash formulalari tashqi ta'sirlarni e'tiborga olgan holda keltirib chiqarilgan.

Kalit so'zlar: o'tish uchastkasining konstruksiyasi, yer polotnosi, ko'prik, ko'tarma, grunt, qirg'oq tayanchi, gruntning faol bosimi, temirbeton qoziq, dinamik birlilik

1. Kirish

Konstruksiyasi bo'yicha tayanchlar quyidagicha tasniflanishi mumkin: og'ir tayanchlar – toshli, butobetonli, betonli (monolit, yig'ma monolit yoki yig'ma). Ko'prik qurilishi davrining boshlanishida paydo bo'lgan va hozirgi vaqtgacha katta daryolarda intensiv muz ko'chish va boshqa murakkab sharoitlarda og'ir tayanchlar, hamda ustiga oraliq qurilmalar o'rnatiladigan sarrov (rigel) bilan tutashtirilgan, bitta yoki bir nechta qator qoziqlardan tashkil topgan konstruksiya ko'rinishidagi qoziqli tayanchlar qo'llanmoqda [1-2].

Qirg'oq tayanchlar ko'prik inshootlarining eng muhim elementlaridan bo'lib, oraliq qurilma konstruksiyasi va

kirish ko'tarmasi birikuvini ta'minlab beradi. Ko'priknig temir yo'l ko'tarmalari bilan birikuvini qirg'oq tayanchlar yordamida amalga oshiriladi. Bunday birikuvga qo'yiladigan asosiy talab – temir yo'l asosining birligi ravon o'zgarishi hisobiga ko'prikkas silliq kirib borish imkoniyatini yaratishdan iborat. Bunga, avvalambor, tayanch grunt vaznidan hamda tayanch orqasidagi ko'tarmaning vaqtincha yuklanishidan hosil bo'ladigan gorizontaal bosimni o'ziga qabul qilib, ustki qismida katta vertikal siljishlarga yo'l qo'ymasligi orqali erishiladi. Bundan tashqari, birlikning o'zgarishi tayanch orqasida maxsus o'tish plitalarini yotqizish bilan ta'minlanadi. Ko'tarmaning oraliq tomonga surilib ketmasligi o'zi ham

 <https://orcid.org/0000-0002-1230-5552>



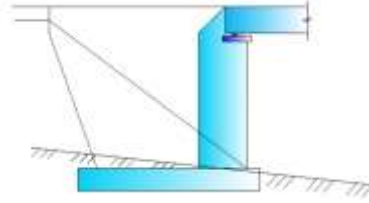
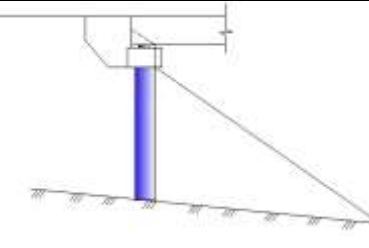
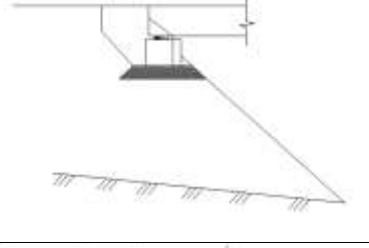
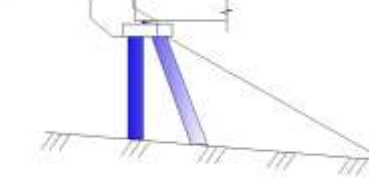
mustahkam bo'lishi kerak bo'lgan konus yordamida ta'minlanadi.

Metall va yog'och qoziqlardan iborat qoziqli tayanchlar vaqtincha ko'priklarda keng qo'llanmoqda. Qoziq qoqish texnikasi rivojlanishi bilan bunaqa tayanchlar temirbeton qoziqlardan barpo etilib, ulardan kichik suv havzalari ustida quriladigan doimiy ko'priklarda hamda yo'l o'tkazgichlarda foydalanilmoqda. 60-70-yillarda poydevorga tayangan va ustki qismi sarrov (rigel) yordamida biriktiriladigan, asosiy ko'taruvchi elementi temirbeton suyanchiqlar bo'lgan ustunsimon, hamda diametrlari 1.6 m va undan ortiq bo'lgan qobiqli qoziqlardan yoki burg'ulab qoqiladigan qoziqlardan iborat rostverssiz tayanchlar, monolit betondan yoki ko'pincha to'g'riburchakli kesimga ega bir-biriga yopishtirilgan va turli xil tipdagi poydevorlarga o'rnatilib, tepasi yaxlit kesimli temirbeton plita bilan tutashtiriluvchi beton bloklardan ishlanadigan ichi bo'sh tayanchlar kabi tayanchlarning xilma-xil turlari paydo bo'lib, ular tez orada quruvchilar tomonidan e'tirof etildi. Ichi bo'sh tayanchlar betonli (vertikal armaturasiz) yoki zo'riqtirilgan va zo'riqtirilmagan armaturali temirbeton tayanchlar ko'rinishida loyihalalanadi. Hozirda bunaqa ustunlar konstruksiyalarning asosiy turi bo'lib, eng samarali texnik yechimlar – qoziqli va ustunli tayanchlardan foydalanishga imkon beradi [3].

Hozirgi kunda o'tish uchastkalaridagi ko'priklarda foydalanib kelinayotgan qirg'oq tayanchlarning asosiy to'rtta turi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

O'tish uchastkasidagi qirg'oq tayanchlarining turlari

Qirg'oq tayanchlari (qiyalik qanoatlilari yoki tirgovuch devori ko'rinishidagi)	
Qoziqli yoki ustun tipidagi yig'ma ustoy (bir qatorli)	
Gorizontal to'sinli tayanch ko'rinishidagi ustoy	
Qoziqli yoki ustun tipidagi yig'ma ustoy (ikki qatorli yoki chorpoyali)	

2. Tadqiqot metodologiyasi

Mavzuning dolzarbligi. Bunda asosan qirg'oq tayanchi harakatlanuvchi tarkibning tebranish kuchi keltirib chiqaruvchi gruntning faol bosimini (E_a) o'ziga qabul qilish va asosga uzatish, hamda inshootning xavfsiz ishlashini ta'minlashi lozim [4-6].

Gruntlarni to'siqlarga ko'rsatadigan bosim masalalari muhandislik hisob-kitoblarda eng muhimlaridan bo'lib, ular gruntlarning chekli zo'riqish holati nazariyasi va oldiga qo'yilgan masalalarni umumiy yechish usullari asosida topiladi: analitik, grafo-analitik, grafik.

Hozirgi vaqtda tirgovuch devorlari va boshqa to'siqlarga gruntlarning bosimi masalalariga bayoni va tahliliga ko'plab tomlardan iborat sermehnat ishlarning katta qismi (300 ortiq) bag'ishlangan. Bunaqa masalani oldimizga qo'ymasdan turib, gruntlarni to'siqlarga bosimi nazariyasining eng muhim qonunlarini, hamda ularni tirgovuch devorlariga ta'sir etuvchi grunt bosimini gruntlar mexanikasidagi eng yangi ma'lumotlar asosida hisoblash ishlariga tatbiq etilishini ko'rib chiqamiz.

Bularning barchasi ayni konstruksiyaning yechilishiga puxtalik bilan ilmiy yondashish hamda ko'priklarning qirg'oq tayanchini tutashish uzeline qo'shimcha tarzda hisoblash zaruratini keltirib chiqaradi.

Temir yo'l izlarining eng ko'p shikastlangan uchastkalari: Har bir transport tizimiga qo'yiladigan asosiy talablarning biri – bu ularning funksiyasidan kelib chiqqan holda ekspluatatsiya davrida ulardan foydalanishdir. Temir yo'l O'zbekiston Respublikasining asosiy transport tizimi bo'ladi. Temir yo'l transportini ishonchli va xavf-xatarsiz ishlashi uchun temir yo'lning asosiy qismlari bo'lib hisoblanadigan ustki va ostki qurilmalari, temiryo'l ko'prigiga tutash joylar me'yorlarga muvofiq saqlanishi kerak.

Qurilayotgan zamonaviy transport inshootlari tezyurar poyezdlarning harakat xavfsizligiga ta'sir etmasligi zarur. Bundan tashqari, temir yo'l ob'ektlarining ekspluatatsiyasini soddalashtirishga va xizmat muddatini oshirishga alohida e'tibor qaratish lozim.

Zilzila kuchlarining ta'siri natijasida temir yo'lning ustki va ostki qurilmasiga hamda ko'priklarga kirish joylariga ta'sir etuvchi kuchlarni ancha ko'p oshishi kuzatiladi, bu esa turli deformatsiyalarni kelib chiqishiga sabab bo'ladi.

Yer polotnosi gruntlarining xususiyatiga ko'ra asosiy maydonchasini kuchaytirishga doir tegishli ishlarni amalga oshirish kerak, aks holda bu zilzilalar hamda vibro-dinamik kuchlar ta'siri natijasida inshootlarni buzilishiga olib keladi.

Respublikamiz hududidagi, Toshguzar-Boysun-Qumqo'rg'on temir yo'l uchastkalaridagi temir yo'l va ko'priklarga tutashgan joylarida davriy takrorlanib turadigan temir yo'l izlarining vertikal cho'kishlarini xosil bo'lishi, buning natijasida yo'l ustki qurilmasi elementlariga shikastlar yetishi oqibatida poyezdlarning harakat tezligiga cheklavlar qo'yilishi bundan tashqari Qarshi-Termiz temir yo'lning Dehqonobod-Boysun uchastkasida temir yo'lga tosh tushishi bilan bog'liq salbiy ta'sirlarni ko'ramiz bu esa xarakat xavfsizligiga o'z ta'sirini o'tkazadi.

O'tish uchastkalarida yer polotnosi gruntlarini tebranish jarayonlari: O'tish uchastkalarida temiryo'l yer polotnosini soz holatda saqlash yo'l sozlovchilardan juda katta mas'uliyat talab etuvchi ishlardan biridir. Yo'lning ayni shu joylarida ko'priklarga tayanchiga yaqinlashgan sari yer polotnosining deformatsiyalanuvchanlik xususiyati oshib ketadi. Deformatsiyalar miqdorini oshishi ko'tarmadan

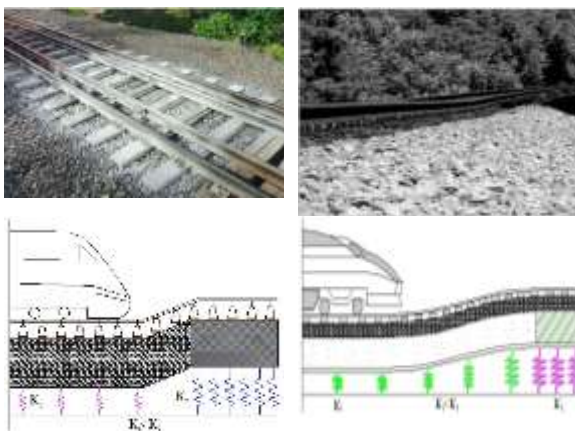
ko'priknining qatnov qismiga o'tish jarayonida yo'l bikrligini keskin darajada oshib ketishi kabi omillarga bog'liq.

Bikrligni bunday keskin darajada ko'tarilishi natijasida g'ildirakni relslarga bo'ladigan dinamik ta'siri ham oshadi. Bu esa, o'z navbatida, ballast qatlamida tebranishlarni kattalashishiga va oqibatda yer polotnosi gruntlariga ancha katta ta'sir ko'rsatadi. Yuqori darajali vibrodinamik ta'sirlar grunting mustahkamlik xususiyatlarini pasaytirib yuboradi, bu esa yer polotnosining ko'taruvchanlik qobiliyatini yo'qolib ketishiga olib kelishi mumkin.

Shu bilan birga ma'lumki, harakat tezliklari oshgan sari yer polotnosidagi tebranishlar amplitudalari harakat tezligiga to'g'ri proporsional tarzda oshadi. Poyezdning harakat tezligi oshishi bilan yer polotnosi jismida tebranishlar amplitudasi kattalashadi, buning natijasida yer polotnosining barqarorligi kamayadi.

Shunday qilib, tezyurar poyezdlarning harakatlanishi jarayonida vibrodinamik ta'sir darajasi ancha katta. Va bu, shubhasiz, ayniqsa o'tish uchastkalarida yo'l qo'yib bo'lmaydigan deformatsiyalarga olib keladi.

Tezyurar harakatdagi poyezdlarning dinamik yuklanishlari yo'lni ishdan chiqishiga katta ta'sir ko'rsatadi. O'tish zonasidagi rels izlari sifatini yomonlashuv jarayoni yo'l konstruksiyasi har xil (kirish joyidagi ballastli va ko'prikdagi ballastsiz) bo'lgan hollarda yaqqol ko'rinadi (1-rasm).

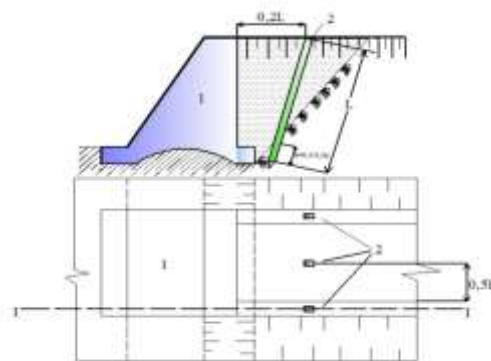


1-rasm. O'tish uchastkasida ballastni maydalanib ketishi natijasida ko'prikdagi chuqurni hosil bo'lishi

Ma'lum vaqt o'tishi bilan qirg'oq tayanchidan 1-3 m uzoqlikda tagida 8 mm li lyuftlar bo'lgan bir nechta shpalalar paydo bo'ladi. Lyuftlarning hosil bo'lishi yer polotnosi va ballastning namlik rejimini o'zgarishiga olib keladi (ayniqsa bahor faslida).

3. Natija va muhokamalar

Material tahlili. Yer polotnosini ko'priknining qirg'oq tayanchi oldidagi ko'tarma qismini qoziqlar yordamida mustahkamlash grunting inshootga faol bosimi ta'sirini kamaytiradi, hamda harakatlanuvchi transportdan tushadigan zarba kuchlarining bir qismi bevosita asos gruntinga uzatiladi. Qoziqlarni qoqishda ko'tarma grunting qo'shimcha tarzda zichlanadi, va bu kuchlanishlarni inshoot kesimiga yanada tekisroq taqsimlanishiga olib keladi (2-rasm).



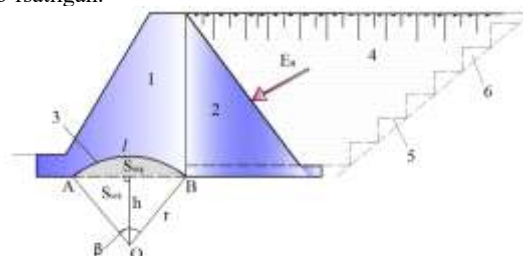
2-rasm. Ko'priknining qirg'oq tayanchi oldidagi (o'tish uchastkasida) yer polotnosining ko'tarma qismini qoziqlar bilan mustahkamlash: 1 – ko'priknining qirg'oq tayanchi; 2 – temirbeton qoziqlar; L – qoziqlar uzunligi

Poyezdlarni tezyurar harakati liniyalarida yer polotnosining nisbatan zaif grunt asoslarida joylashgan baland ko'tarmalar barqarorligini ta'minlanishiga oid shunga o'xshash usul ishlab chiqib keltirib o'tilgan.

1. Yer polotnosini mustahkamlashda, qoziqlardan foydalanish butun inshootning zilzilarga qarshi barqarorligini ta'minlaydi, chunki bu konstruksiya nisbatan elastik bo'lib, ko'tarma gruntingni buzilib ketmasdan deformatsiyalanishiga imkon yaratadi (bu haqida tegishli ma'lumot batafsil ishda keltirilgan).

2. Eng samarali temirbeton qoziqlar – bu qo'shtavrlar qoziqlardir, ular to'g'riburchakli qoziqlarga nisbatan ancha yengil va grunt bilan tutashish maydoni katta bo'ladi. Bir izli temir yo'llar uchun – 2 ta, ikki izlilar uchun esa 3 ta qoziqlarning o'zi yetarli.

Qirg'oq tayanchining botiq holatida ishqalanish kuchi oshadi, shu bilan uning barqarorligi ta'minlanadi. Matematik nuqtai nazardan qirg'oq tayanchning botiq asosini loyihalashda ishqalanish yuzasini ortishi 3-rasmida ko'rsatilgan:



3-rasm. Qirg'oq tayanchining botiq asosini grunt bilan qo'shimcha kesishish maydonini hisoblash:

1 – tayanch devor; 2 – kontroforlar; 3 – tirgak devorning botiq tayanch yuzasi; 4 – yo'lning yer polotnosi; 5 – o'yiqli joylar; 6 – ko'chish grunting massasi; E_a – grunting faol bosimi

Botiq tayanchni doiraviy sektor va segmentga ajratamiz. Sektor maydoni quyidagi ifodadan topiladi:

$$S_{\text{sek}} = \frac{\pi r^2 \beta}{360^\circ}, \quad (1)$$

Segment maydoni quyidagi ifodadan topiladi:

$$S_{\text{seg}} = \frac{\pi r^2 \beta}{360^\circ} - S_{\text{AOB}}, \quad (2)$$

bu yerda r – aylana radiusi;

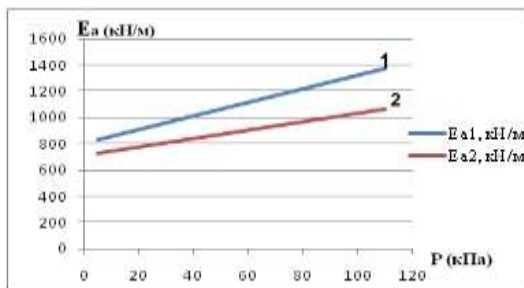
β – markaziy burchak;

S_{AOB} – uchburchakning sektordagi maydoni;



$\pi=3,14$.

Temir yo'l yer polotnosi va ko'priklarni tutashgan zonasidagi ko'tarmaga temirbeton qoziq qoqish orqali ko'priklarni qirg'oq tayanchiga ko'tarma gruntning faol bosimini tarqalishi grafida ifodalaymiz (4-rasm).



4-rasm. Gruntning faol bosimini bir tekis taqsimlangan kuchga bog'liqligi: 1 – gruntning qirg'oq tayanchiga ta'sir etuvchi faol bosimi; 2 – qoziqlar qoqilgandan so'ng gruntning qirg'oq tayanchiga ta'sir etuvchi faol bosimi

Ko'priklarga yaqinlashuv joyida gruntlarning dinamik bikrligini oshirish maqsadida ko'tarma balandligi 7 m bo'lganda, gilli gruntlarda qoqiladigan temirbeton qoziqlar orasidagi masofani aniqlaymiz: I izli uchastkalarda yer polotnosi asosiy maydonchasi kengligi 7,6 m, II izli uchastkalarda asosiy maydoncha kengligi 11,7 (ShNK 2.05.01-19. 1520 mm izli temir yo'llar. Loyihalash me'yorlari).

$$L = \frac{B^2 \cdot K}{H \cdot \tan \varphi} + h \cdot \tan \alpha; \quad (3)$$

$$L = \frac{7,6^2 \cdot 1,0}{7 \cdot \tan 20} + 7,74 \cdot \tan 20 = 25,7 \text{ m.}$$

bunda L – temirbeton qoziqlar orasidagi masofa, m;

B – asosiy maydoncha kengligi, $B=7,6$ m;

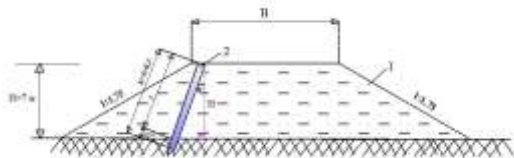
H – ko'tarma balandligi, $H=7$ m;

φ – grunt xususiyatlarini hisobga oluvchi dinamik koeffitsiyent, Gilli gruntlar uchun $\varphi=20$;

K – poyezdlarning harakat tezligini hisobga oluvchi koeffitsiyent;

α – qoziqlarning og'ish burchagi; $\alpha=20^\circ \div 40^\circ$ oraliqda bo'lishi maqsadga muvofiq $\alpha = 20^\circ$.

h – temirbeton qoziqlar uzunligi, m. Temirbeton qoziqlar uzunligini geometrik usulda hisoblaymiz (5-rasm).



5-rasm. Temirbeton qoziq uzunligini aniqlash sxemasi:

1 – temir yo'lning yer polotnosi; 2 – temirbeton qoziq

$$\cos \alpha = \frac{H}{l}, \text{ bundan } l = \frac{H}{\cos \alpha}.$$

$$h = l + 0,3 = \frac{H}{\cos \alpha} + 0,3 = \frac{7}{\cos 20} + 0,3 = 7,74 \text{ m.}$$

Gilli gruntдан barpo qilingan I izli uchastkada ko'tarmaga qoqilgan temirbeton qoziqlar orasidagi hisoblangan masofalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Gilli gruntдан barpo qilingan ko'tarmaga qoqiladigan temirbeton qoziqlar orasidagi masofa

I izli uchastkada ko'tarma balandligi 7 m, asosiy maydoncha kengligi 7,6 m	
$L=12,6$ m	$K=1,0$
$L=12,1$ m	$K=0,95$
$L=11,6$ m	$K=0,90$
$L=11,1$ m	$K=0,85$
$L=10,6$ m	$K=0,80$
$L=10,4$ m	$K=0,78$

Gilli gruntдан barpo qilingan II izli uchastkada ko'tarmaga qoqilgan temirbeton qoziqlar orasidagi hisoblangan masofalar 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Gilli gruntдан barpo qilingan ko'tarmaga qoqiladigan temirbeton qoziqlar orasidagi masofa

II izli uchastkada ko'tarma balandligi 7 m, asosiy maydoncha kengligi 11,7 m	
$L=26,1$ m	$K=1,0$
$L=24,9$ m	$K=0,95$
$L=23,7$ m	$K=0,90$
$L=22,6$ m	$K=0,85$
$L=21,4$ m	$K=0,80$
$L=20,9$ m	$K=0,78$

4. Xulosa

1. Nazariy hisob-kitoblarga asoslangan holda yuqoridagi grafikdagi 80 kPa bosimdagi nuqtada, o'tish uchastkasiga tavsiya etilayotgan qoziqlarni qoqish natijasida ko'priklarni qirg'oq tayanchiga grunt qatlamini o'z vazni hamda harakatlanuvchi tarkibning vibrodinamik kuchi natijasida vujudga keladigan faol bosim ta'sirini 23% ga kamaytirishga erishiladi.

2. Elastikli yuqori bo'lgan temirbeton qoziqlarni ko'tarmaga qoqish orqali yer polotnosini dinamik bikrligi ortadi, grunt zichlanadi va gruntning ichki ishqalanish burchagi esa sezilarli ortishi aniqlandi. Buning natijasida o'tish uchastkasida yer polotnosi asosiga vertikal yuklamalarning 25% ni o'tkazilishi hisobiga, yer polotno ko'tarmasi gruntida zo'riqish zonasining chuqurligi kamayadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Абдужабаров А.Х., Мехмонов М.Х. Вибрационные воздействия от движущегося транспорта на береговую опору моста. Проблемы механики. Ташкент, 4/2019.с 94-98.

[2] Абдужабаров А.Х., Захаров И.Б. Повышение надежности и снижение стоимости искусственных сооружений железных дорог в горной местности. КАЗ.АТК. Алматы, 2004.с 90-92.

[3] Mashkhurbek Mekhmonov, Shukhratjon Makhamadjonov and Akmal Uralov. Efficiency of reinforcement of transition sections on the railroad by the



developed constructions. E3S Web of Conferences, Vol. 508, No. 9, 08017 (2024), International Conference on Green Energy: Intelligent Transport Systems - Clean Energy Transitions. 05 April 2024. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450808017>

[4] Mashkhurbek Mekhmonov, Shukhratjon Makhamadjonov and Akmal Uralov. Stabilization of embankments and coastal bridges with reinforced concrete piles. E3S Web of Conferences, Vol. 508, No. 9, 08018 (2024), International Conference on Green Energy: Intelligent Transport Systems - Clean Energy Transitions. 05 April 2024. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450808018>

[5] Mashkhurbek Mekhmonov, and Shukhratjon Makhamadjonov. Investigation of the period of natural oscillations of the embankment on approaches to bridges // E3S Web of Conferences, Vol. 401, 05032 (2023), V International Scientific Conference "Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering" (CONMECHYDRO - 2023). Tashkent, Uzbekistan, April

26-28, 2023, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340105032>

[6] Ланис, А. Л. Сопряжение подходов насыпей с мостами и путепроводами / А. Л. Ланис, Д. А. Разуваев, П. О. Ломов // Вест. Сиб. гос. автомобильно-дорож. акад. - 2016. - № 2 (48). - С. 110-120.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Mehmonov Mashhurbek Husen o'g'li / Mekhmonov Mashkhurbek Khusen ugli	Toshkent davlat transport universiteti, "Temir yo'l muhandisligi" kafedrası dotsenti, t.f.f.d. (PhD), dotsent E-mail: m.mehmonov90@mail.ru Tel.: +998943621900 https://orcid.org/0000-0002-1230-5552
---	--



A method for assessing the strength of the supply chain

M.S. Burikhodjaeva¹^a, G.A. Samatov¹, Sh.R. Sharapova¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This research is dedicated to developing a method for assessing supply chain resilience, taking into account various factors that influence its resistance to external influences. The study analyzes the key characteristics of a supply chain, such as flexibility, adaptability, robustness to disruptions, and recovery speed. The proposed method is based on the use of a comprehensive system of indicators that includes financial, operational, and logistical parameters.

Keywords: supply chain, resilience, assessment, indicators, risks, stability, adaptability, flexibility

Yetkazib berishlar zanjirining mustahkamligini baholash usuli

Burixodjayeva M.S.¹^a, Samatov G.A.¹, Sharapova Sh.R.¹

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot tashqi ta'sirlarga chidamliligiga ta'sir qiluvchi turli omillarni hisobga olgan holda ta'minot zanjirining mustahkamligini baholash usulini ishlab chiqishga bag'ishlangan. Ishda ta'minot zanjirining egiluvchanlik, moslashuvchanlik, nosozliklarga chidamlilik va tiklanish tezligi kabi asosiy xususiyatlari tahlil qilingan. Taklif etilayotgan usul moliyaviy, operatsion va logistik parametrlarni o'z ichiga olgan kompleks ko'rsatkichlar tizimidan foydalanishga asoslangan.

Kalit so'zlar: ta'minot zanjiri, mustahkamlik, baholash, ko'rsatkichlar, xatarlar, barqarorlik, moslashuvchanlik, egiluvchanlik

1. Kirish

Relyasion tahlil qilish (kelgusida GRA) kulrang tizimlar nazariyasining (Grey System Theory) bir bo'lgan bo'lib, birinchi marta 1982 yilda professor Den Djulon tomonidan taklif qilingan [1]. Nazariyaning nomi ranglarning tizim to'g'risidagi axborotning tushunarlik darajasiga mosligi asosida tanlangan: qora – noma'lum axborotni belgilaydi; oq – to'liq ma'lum axborotni belgilaydi; kulrang – faqat qisman ma'lum bo'lgan axborotni belgilaydi. Bunday yondashuv tizim (uning elementlari, chegaralari, parametrlari), to'g'risidagi, shuningdek tizimning o'zini qanday tutishi to'g'risidagi axborot aniq va to'liq bo'lmaganda qarorlar qabul qilishda noaniqlikni hisobga olish imkonini beradi [2].

2. Tadqiqot metodologiyasi

GRA dan turli omillar va ularning o'zgarishlari oralig'ida dinamik o'zaro bog'lanishni tadqiq qilish, mazkur omillarning tadqiq qilinadigan tizimga ta'sirini baholash va omillarning tizimning maqsadlariga ta'sirini qanchalik muhimligini aniqlash uchun foydalaniladi [3]. Relyasion koeffitsientlarni hisoblash va korrelyasiyaning ijobiy metrikasi bo'lib hisoblanadigan kulrang relyasion darajani tahlil qilish asosida tegishli omilning tizimda qanchalik muhimligi aniqlanadi [4].

Relyasion tahlil qilishdan foydalanish bilan yetkazib berishlar zanjirlarining barqarorligi omillarini baholash uslubiyati bir nechta bosqichdan tashkil topadi.

1. Ekspertlarning fikrlariga muvofiq yetkazib berishlar zanjirlarining barqarorligini baholashning X_i boshlang'ich matrisasini shakllantirish, u p ta mezon bilan tavsiflanadigan m ta omillarni o'z ichiga oladi va quyidagi formula bo'yicha shakllantiriladi:

$$X_i = [x_{ij}]_{nm} \quad (1)$$

Bu yerda x_{ij} – i - omilning j -mezon bo'yicha bahosining qiymati.

2. Maqsad funksiyasining turli qiymatlari bilan tavsiflanadigan “foйда” va “xarajatlar” mezonlarini hisobga olish orqali yetkazib berishlar zanjirlarining barqarorlik omillarini baholashning boshlang'ich matrisasini normallashtirish amalga oshiriladi. “Foyda” (benefit) mezonlar uchun maqsad funksiyasining qiymati maksimumga qarab, “xarajatlar” (cost) mezonlari uchun esa – minimumga qarab intiladi.

X_i^* normallashtirilgan matrisa quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$X_i^* = [x_{ij}^*]_{nm} \quad (2)$$

Bu yerda “foйда” mezonlari uchun x_{ij}^* qiymatlar quyidagi formula bo'yicha aniqlanishi mumkin:

$$1. \quad x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \max\{x_{ij}\}}{\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\}} \quad (3)$$

“Xarajatlar” mezonlari esa – quyidagi aniqlanadi:

$$2. \quad x_{ij}^* = \frac{\max\{x_{ij}\} - x_{ij}}{\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\}} \quad (4)$$

^a <https://orcid.org/0000-0002-9396-4428>



(3) yoki (4) formulalardan foydalanish mezonlarining o'rnatilgan maqsadli qiymatlariga bog'liq bo'ladi. Masalan, "foйда" ko'rsatkichi uchun maqsad funksiyasining qiymati maksimumga qarab intiladi va bunda (3) formuladan foydalaniladi, "operation sarflar" ko'rsatkichi uchun esa – minimumga qarab intiladi va bunda (4) formuladan foydalaniladi.

3. Omillar bahosining etalon qiymatini aniqlash va normalashtirilgan matrisaning har bir omil bahosining x_{ij}^* qiymatini x_{ij} ning etalon qiymati bilan solishtirish yo'li bilan Δ farqlar matrisasi quriladi.

$$\Delta = [\Delta_{ij}]_{nm} \quad (5)$$

$$\Delta_{ij} = |x_{0j} - x_{ij}^*| \quad (6)$$

Olingan Δ_{ij} farqlar matrisasidan minimal va maksimal qiymatlar tanlanadi

$$\Delta_{min} = \{\Delta_{ij}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n\} \quad (7)$$

$$\Delta_{max} = \{\Delta_{ij}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n\} \quad (8)$$

4. Quyidagi formula bo'yicha barcha omillar uchun kulrang relyasion koeffitsient hisoblanadi:

$$\gamma\{x_{0ij}, x_{ij}\} = \frac{\Delta_{min} + \Delta_{max}}{\Delta_{ij} - \varphi \Delta_{max}} \quad (9)$$

Bu yerda φ - minimal va maksimal baholarning qiymatlarining nisbatini ko'rsatuvchi farqlash koeffitsienti. Koeffitsientning qiymati qaror qabul qiluvchi shaxslar tomonidan $\varphi \in [0,1]$ intervalda o'rnatiladi. Odatda φ ning qiymati 0,5 ga teng deb qabul qilinadi [5].

5. m ta omillar uchun kulrang relyasion baholarni hisoblash amalga oshiriladi.

Relyasion baho quyidagi formula bo'yicha kulrang relyasion koeffitsientlarning o'rtacha qiymati sifatida hisoblanadi: $\delta_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n w_j \{x_{0ij}, x_{ij}\}, i = 1, 2, \dots, m$ (10)

$$\sum w_j = 1 \quad (11)$$

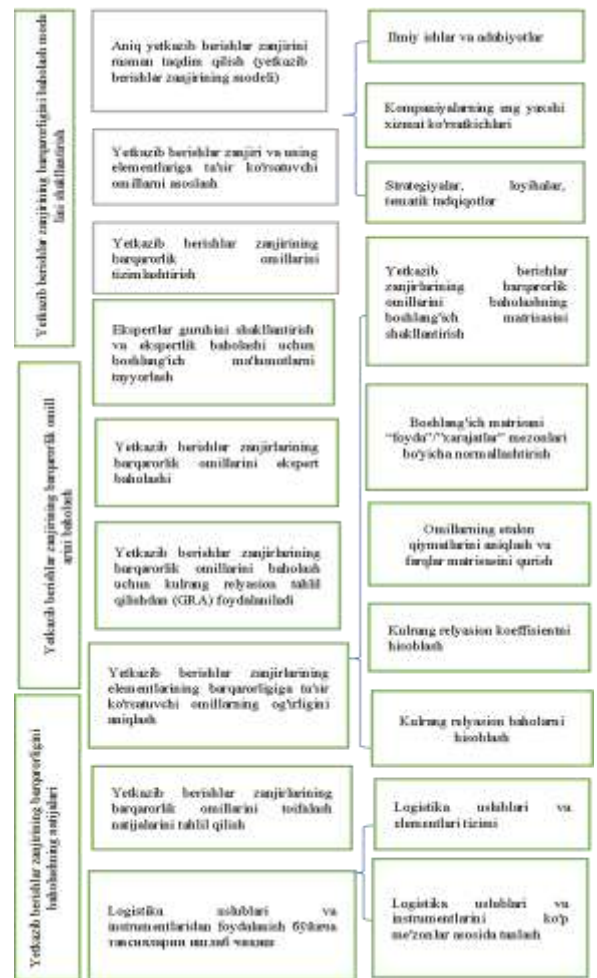
Bu yerda w_j - j--mezonning og'irlik koeffitsienti.

Murakkab tizimlarda –yetkazib berishlar zanjirlarini baholash tizimi kiradi – og'irlik koeffitsientlarini aniqlash subyektiv va obyektiv tortish uslublaridan foydalanish orqali mumkin bo'ladi. Og'irlikni aniqlashning subyektiv uslublari ekspert baholash uslublariga asoslanadi, ya'ni qaror qabul qiluvchi shaxsning (QQQSH) berilgan mezonlar to'g'risidagi mulohazalari asosida aniqlanadi. MCDM da SMART, AHP, SIMOS kabi uslublar va Delphi uslubi eng keng tarqalishga ega bo'lgan uslub hisoblanadi. Obyektiv tortish uslublarida og'irlik har bir mezon bo'yicha to'plangan ma'lumotlarni matematik algoritmlar va modellardan foydalanish bilan va QQQSH ning ishtirokisiz tahlil qilish natijasida aniqlanadi. Eng keng tarqalgan uslublar eng kichik o'rtacha kvadratlar uslubi (LMS), minimal va maksimal chetlashish, entropiya, TOPSIS va ko'p mezonli optimallashtirish bo'lib hisoblanadi [6].

6. Omillarni ranglash.

Omillarni ranglash δ_i kulrang relyasion baholarning qiymatlarining kamayib borishi tartibida amalga oshiriladi. Kulrang relyasion bahoning eng katta qiymatiga ega bo'lgan omil eng ahamiyatli omil deb hisoblanadi, ya'ni uning qiymati barcha mezonlar bo'yicha etalon qiymatga eng yaqin bo'ladi.

Taklif qilinayotgan kulrang relyasion tahlil qilish uslubidan foydalanish orqali yetkazib berishlar zanjirlarining barqarorlik omillarini baholashning prinsipial sxemasi 1-rasmda berilgan.



1-rasm. Yetkazib berishlar zanjirlarining barqarorlik omillarini baholash uslubiyatining sxemasi

Uslubiyatning asosiy elementlari:

I bosqich. Logistik oqimlarning ilgarilanma harakati va qayta ishlash bo'yicha o'ziga xos funksiyalar va operatsiyalarni ajratish bilan zanjirni elementlarga dekompozitsiyalash yo'li bilan barqaror yetkazib berishlar zanjirining modeli shakllantiradi [7]. Barqaror yetkazib berishlar zanjirlarida bunday funksiyalar quyidagilar bo'lib hisoblanadi [8]: ta'minlash va yetkazib berish (kirituvchi element); ishlab chiqarish (qayta ishlovchi element); omborlarga joylashtirish (to'plovchi element); tashish (transport elementi); sotish va distributsiya (chiqaruvchi element) va boshqarish (boshqaruvchi element). Sanab o'tilgan funksiyalarning bajarilishi barqaror rivojlanish maqsadlariga erishishga yo'naltiriladi [8].

II. Yetkazib berishlar zanjirlarining barqarorlik omillarini baholash. Yetkazib berishlar zanjirining har bir elementining barqarorligiga ta'sir ko'rsatuvchi omillarni tanlangan barqarorlik mezonlariga muvofiq baholashni amalga oshiradigan ekspertlar guruhi shakllantiriladi. Baholashni turli shkalalardan foydalanish, jumladan noaniq sonlardan foydalanish bilan amalga oshirishga yo'l qo'yiladi. So'ngra GRA dan foydalanish bilan ((1)-(11) formulalar) kulrang relyasion baholar hisoblanadi, ularning qiymatlari yetkazib berishlar zanjirlarining u yoki bu barqarorlik omilining qanchalik ahamiyatga molikligini ko'rsatadi.



III. GRA ning natijalaridan foydalanish bilan omillarning yetkazib berishlar zanjirlarining elementlariga ta'sir darajasini baholash. Olingan natijalar yetkazib berishlar zanjirlarining elementlariga nisbatan "yashil" logistikaning elementlarini qo'llash bo'yicha tavsiyalarni ishlab chiqish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Instrumentlarni ranglash va tanlash uchun ko'p mezonli qarorlar qabul qilish uslublaridan foydalanish tavsiya qilinadi [9].

Yetkazib berishlar zanjirlarining barqarorligini oshirish bo'yicha ilmiy adabiyotlar, loyihalar, dasturlar, shuningdek "yashil" tamoyillar va texnologiyalarni amalga oshirish bo'yicha eng yaxshi amaliyotlarni tahlil qilish asosida yetkazib berishlar zanjirlarining barqarorlik omillari tizimi asoslanadi. 3.2-rasmda taklif qilinayotgan tizim keltirildi. Tizimlashtirishning asosiy alomati sifatida yetkazib berishlar zanjirlarining elementlarini ushlab turadigan funksiyalardan foydalanildi [10].

Ishlab chiqilgan tizim 28 ta omilni o'z ichiga oladi: kirituvchi elementning 7 ta omili (Ye1...Ye7); qayta ishlovchi elementning 7 ta omili (E8...E14); boshqaruvchi elementning 8 ta omili (E15...E22); transport elementining 6 ta omili (E23...E28). Yetkazib berishlar zanjirlarining barqarorligini baholash mezonlari sifatida parametrlar va ko'rsatkichlarning turli tizimlaridan foydalanish mumkin, ularning sharhi [11] da keltirilgan. Turli baholash tizimlarining umumiy alomati parametrlar va ko'rsatkichlarning barqaror rivojlanish konsepsiyasining uchta jihatiga – iqtisodiy, ijtimoiy-madaniy va ekologik jihatlariga mos kelishi asosiy omil hisoblanadi. Mazkur ishda uchta umumlashtirilgan mezonlardan foydalaniladi: iqtisodiy barqarorlik (K1), ijtimoiy barqarorlik (K2) va ekologik barqarorlik (K3).

3. Xulosa

Iqtisodiy barqarorlik yetkazib berishlar zanjirining barcha turdagi resurslaridan foydalanishning samaradorligini, shuningdek yetkazib berishlar zanjirining iqtisodiy jihatdan yashashga qobiliyatlilik darajasini tavsiflaydi. Bu barqaror rivojlanishning maqsadlarini yetkazib berishlar zanjirlarini shakllantirish va ularning faoliyat ko'rsatishining maqsadlariga – foyda olish, iqtisodiy o'sish, raqobatbardoshlikni oshirish va hokazolarga muvofiqlashtirishdan iborat bo'ladi. Ijtimoiy barqarorlik turmush darajasini oshirish, transport xavfsizligini ta'minlash, aholiga transport va logistika xizmatlari ko'rsatishning erishiluvchanligini oshirish va sifatini yaxshilashga yo'naltirilgan maqsadlarga erishish imkoniyatini tavsiflaydi. Ekologik barqarorlik logistik oqimlarning harakati va qayta ishlash jarayonida yetkazib berishlar zanjirlarining atrof-muhitga ta'sirini aks ettiradi. Bu ekologik omillarni, loyihaviy va investision tahlil qilish uchun, hududlarni rivojlantirishni strategik rejalashtirish, uchun transport va logistik infratuzilmani rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlarini asoslash uchun zarur bo'ladigan resurs cheklavlarini baholash va hisobga olishda namoyon bo'ladi [10].

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Ju-Long D. Control problems of grey systems // Sys-tems & Control Letters. 1982, vol. 1, no. 5, pp. 288-294. DOI: 10.1016/S0167-6911(82)80025-X.
- [2] Liu S., Lin Y. Grey Information. London: Springer-Verlag, 2006, 508 p. DOI: 10.1007/1-84628-342-6.
- [3] Cao X., Deng H., Lan W. Use of the grey relational analysis method to determine the important environ-mental factors that affect the atmospheric corrosion of Q235 carbon steel // Anti-Corrosion Methods and Ma-terials. 2015, vol. 62, no. 1, pp. 7-12. DOI: 10.1108/ACMM-10-2013-1308.
- [4] Fan L., Yi H. The influence factors analysis on response speed of agile supply chain // Advanced Mate-rials Research. 2012, vol. 472-475, pp. 3269-3272. DOI: 10.4028/www.scientific.net/amr.472-475.3269.
- [5] Javed S.A., Gunasekaran A., Mahmoudi A. DGRA: Multi-sourcing and supplier classification through Dynamic Grey Relational Analysis method // Com-puters & Industrial Engineering. 2022, vol. 173, p. 108674. DOI: 10.1016/j.cie.2022.108674.
- [6] Zardari N. H., Ahmed K., Shirazi S. M., Yusop Z. B. Weighting Methods and their Effects on Multi-Criteria Decision Making Model Outcomes in Water Resources Management. Cham: Springer International Publishing, 2015. 166 p. DOI: 10.1007/978-3-319-12586-2.
- [7] Корнилов С., Рахмангулов А., Шаульский Б. Основы логистики. М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. 302 с.
- [8] Осинцев Н. Концепция системы управления логи-стическими потоками в «зелёных» цепях поставок // Вестник Уральского государственного универ-ситета путей сообщения. 2020. №2. С. 81-92. DOI: 10.20291/2079-0392-2020-2-81-92.
- [9] Осинцев Н. Многокритериальные методы принятия решений в «зелёной» логистике // Мир транспорта. 2021. № 5. С. 105-114. DOI: 10.30932/1992-3252-2021-19-5-13.
- [10] Осинцев Н.А., Казармщикова Е.В. Факторы устойчивого развития транспортно-логистических систем // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2017. Т. 7. № 1. С. 13-21. DOI: 10.18503/2222-9396-2017-7-1-13-21.
- [11] Osintsev N., Rakhmangulov A., Baginova V. Evalua-tion of logistic flows in green supply chains based on the combined DEMATEL-ANP method // Facta Uni-versitatis, Series: Mechanical Engineering. 2021, vol. 19, no. 3, pp. 473-498. DOI: 10.22190/FUME2105050610
- [12] Буриходжаева М.С. (2022). МЕТОДЫ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ. Экономика и социум, (12-1 (103)), 488-495
- [13] Бурихаджаева, М.С. (2023). МАМЛАКАТ ИҚТISODIЁТИДА АВТОМОБИЛ ТРАНСПОРТИ КОРИДОРЛАРИНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 3 (1-2), 338-345.
- [14] Бурихаджаева, М.С. Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences



(E)ISSN:2181-1784 www.oriens.uz 3(4/2), April, 2023
МАРКЕТИНГОВЫЙ ПОДХОД В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЯ. с. 653-661

[15] M. S. Burixojayeva. Oriental Renaissance:
Innovative, educational, natural and social sciences.
(E)ISSN: 2181-1784 4(8), Sep., 2024. YETKAZIB
BERISHLAR ZANJIRIDA OQIM JARAYONLARINI
BOSHQARISHDA TIZIMLI YONDASHUV. с. 254-266.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Burixodjayeva Tashkent davlat transport universiteti,
Maloxat "Transport tizimlarini boshqarish"
Sabitovna/ fakulteti "Transport logistikasi"
Malokhat kafedrasida katta o'qituvchi
Burikhodjaeva maloxatburixadjaeva@gmail.com
Tel.: +998900710030
<https://orcid.org/0000-0002-9396-4428>

Gaffor
Allaqulovich
Samatov

Tashkent davlat transport universiteti,
"Transport tizimlarini boshqarish"
fakulteti "Transport logistikasi"
kafedrasida professori
Tel.: +998908269056

Shoxzoda
Rafshan qizi
Sharapova/
Shokhzoda
Sharapova

Tashkent davlat transport universiteti,
"Transport tizimlarini boshqarish"
fakulteti "Transport logistikasi"
kafedrasida assistent
Tel.: +99897005245



Optimization of the geometric parameters of the vibrating planetary mechanism

U.A. Ziyamukhamedova¹^a, Sh.I. Mamaev¹^b, J.H. Nafasov¹^c, E.T. Turgunaliev¹^d,
E.A. Rakhmatov²^e

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O'zbekiston

Abstract: The subject of the research is optimizing the operation of the vibro-planetary mechanism. Based on the closure condition of contours, the article constructs projection equations of the links onto their corresponding coordinate axes. A functional relationship has been established between the kinematic parameters characterizing the movement of the mechanism's input and output links. The numerical calculations obtained are presented in the form of graphical relationships. The aim of the work is to optimize the geometric parameters of the vibro-planetary mechanism. The conclusions presented in the article can be applied in improving and designing modern technological equipment with mechanisms similar to the vibro-planetary mechanism.

Keywords: vibroplanetary mechanism, kinematic diagram, analytical study of the mechanism, mathematical model, condition of closed contours, metric synthesis of the mechanism, kinematic analysis of the mechanism, optimization, crank, slider, slider stone

Vibroplanetar mexanizmning geometrik parametrlarini optimallashtirish

Ziyamuxamedova U.A.¹^a, Mamayev Sh.I.¹^b, Nafasov J.H.¹^c, Turg'unaliyev E.T.¹^d,
Raxmatov E.A.¹^e

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

²University of Economics and Pedagogy, Karshi, Uzbekistan

Annotatsiya: Tadqiqot predmeti vibro-planetar mexanizmning ishlashini optimallashtirishdir. Maqolada konturlarning yopiqlik shartiga asoslanib, bo'g'inlarning tegishli koordinata o'qlariga proyeksiya tenglamalari tuzilgan. Mexanizmning kirish va chiqish bo'g'inlari harakatini tavsiflovchi kinematik parametrlar o'rtasidagi funksional bog'liqlik aniqlangan. Olingan sonli hisob-kitoblar grafik bog'lanishlar shaklida ifodalangan. Ishning maqsadi vibro-planetar mexanizmning geometrik parametrlarini optimallashtirishdan iborat. Maqolada keltirilgan xulosalardan vibro-planetar mexanizmga o'xshash mexanizmlar zamonaviy texnologik uskunalarni takomillashtirish va loyihalashda foydalanish mumkin.

Kalit so'zlar: vibroplanetar mexanizm, kinematik sxema, mexanizmning analitik tadqiqi, matematik model, konturlarning yopiqlik sharti, mexanizmning metrik sintezi, mexanizmning kinematik tahlili, optimallashtirish, krivoship, kulisa, kulisa toshi

1. Kirish

Bugungi kunda mashinasozlikda materialshunoslik sohasining rivojlanishida, zamonaviy materiallarni olishda qo'llaniladigan mexanizmlarning o'rni beqiyos. Materiallarni olish texnologiyalarini takomillashtirish bilan detallarning ekspluatatsion ishonchligini ta'minlash mumkin. Ayniqsa, polimer asosli kompozitsion materiallar to'ldiruvchilarini kompozitsiya tarkibiga kiritishdan avval ularni faollashtirish, kompozitsiyaning strukturaviy tuzilishini yaxshilashligi ushbu sohada olib borilgan tadqiqotlardan ma'lum [1-4]. Ammo shuni ta'kidlash kerakki materiallar to'ldiruvchilarini faollashtirishda

mavjud usullarni [5-7] takomillashtirish bilan mavjud materiallardan mexanik jihatdan mustahkamroq materiallar olish imkonini mavjud. To'ldiruvchilarni faollashtirishda taklif qilinayotgan vibro planetar faollashtirgich faollashtirish jarayonida bir vaqtning o'zida ham aylanma, ham ilgariylanma qaytma harakatlanib faollashtirganligi hisobiga zarrachalarning sirt faolligini boshqa usullarga nisbatan yaxshiroq faollashtirishi aniqlangan [8].

To'ldiruvchi zarrachalarni mexanik faollashtirish, kompozit materiallarda strukturalar shakllanishi va materialning fizik mexanik va ekspluatatsion xossalarning yaxshilanishi va strukturalararo mustahkam bog'lar hosil qilishda muhim rol o'ynaydi. Tabiiy minerallar tarkibi

^a  <https://orcid.org/0000-0001-5005-0477>

^b  <https://orcid.org/0009-0002-6073-747X>

^c  <https://orcid.org/0000-0002-0415-2584>

^d  <https://orcid.org/0000-0003-3257-5434>

^e  <https://orcid.org/0009-0002-1362-7892>



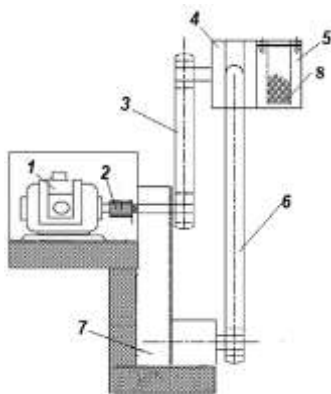
asosan ion bog'li oksidlardan iborat bo'lib, mexanik faollashtirish jarayonida musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalar hosil bo'lishida ta'sir etayotgan kuchlar va harakat traektoriyasi materialning xossalari belgilab beruvchi asosiy omillardan hisoblanadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Mexanokimyoviy hodisa ikkita asosiy komponentni o'z ichiga oladi: mexanik energiyani kimyoviy moddaga aylanishini belgilaydigan mexanokimyoviy va kimyoviy reaksiyalar jarayoni tufayli mexanik energiyani chiqaradigan mexanokimyoviy jarayon [9-10]. Bugungi kunda polimer kompozit materiallarning dispers to'ldiruvchilarini mexanik faollashtirish jarayonida hosil bo'ladigan manfiy va musbat zaryadlar strukturani shakllangishida qatlamlar orasida sodir bo'layotgan fizik va kimyoviy jarayonlarda ishtirok etib materialning ekspluatatsion parametrlariga ta'sir ko'rsatadi. Mexanik faollashtirilayotgan to'ldiruvchi zarrachalarini bir vaqtning o'zida ikki xil, turli yo'nalishda ta'sir etuvchi kuchlar bilan faollashtirish, to'ldiruvchi sifatining yaxshilanishiga sabab bo'ladi.

Vibro-planetar mexanizm (1-rasm) ilgari qaytma harakatni, tayanchga mahkamlangan yo'naltiruvchi richag (6) va tosh (4), aylanma harakatni esa elektrodvigatel valiga mahkamlangan aylantiruvchi richag (3) ta'minlaydi. Mexanoaktivator (5) toshga ajraladigan birikma ko'rinishida mahkamlangan. Mexanoaktivator ichiga solinngan maydalovchi sharlar (2), mexanoaktivator hajmining 0.8 qismini to'ldirib turadi.

Stend ko'rinishida yasalgan vibro planetar maydalanichimiz, aylanishlar chastotasini 750 ayl/ minutdan 3000 ayl/ minutgacha o'zgartirish mumkin bo'lgan elektrodvigatel (1) bilan jihozlangan. Bu esa aylanishlar chastotasining turli qiymatlarida natijalar olib, optimal chastotani tanlab olish imkonini beradi.



1- rasm. Vibro planetar faollashtirgichning umumiy ko'rinishi:

- 1 - elektrodvigatel; 2 –mufta; 3- krivoship; 4- tosh;
5 - mexanoaktivator; 6 - yo'naltiruvchi richag;
7 – maydalagich korpusi; 8 – maydalovchi sharlar

Vibro-planetar mexanizmda ishlash prinsipi kulisal mexanizm harakatiga asoslangan bo'lib, mexanizmdagi kulisa toshiga faollashtirish bunker - mexanoaktivator o'rnatilgan. Mexanoaktivator ichidagi to'ldiruvchilarni faollashtiruvchi sharlarning to'ldiruvchi zarrachalariga urilish kuchi natijasida zarrachalar faolligi ortib boradi. Demak mexanoaktivator ichidagi sharlarning zarrachalarga

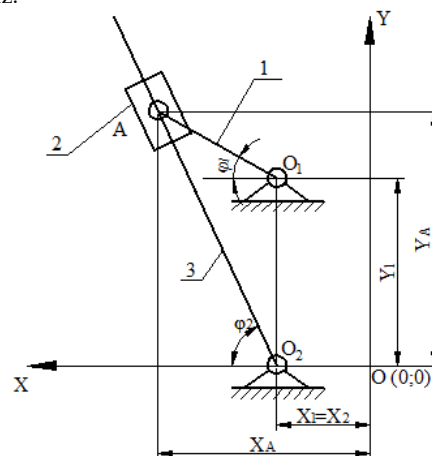
urilish kuchi qanchalik katta bo'lsa faollashtirish vaqti kam, hamda zarrachalarning faollik darajasi shuncha yuqori bo'ladi.

Mexanoaktivator ichidagi sharlarning urilish kuchi, mexanizmda kulisa toshida hosil bo'layotgan korolis kuchiga bog'liq bo'lib, b kuch ortsa unga to'g'ri proporsional ravishda ortib boradi. Kulisa toshida hosil bo'layotgan korolis kuchining optimal qiymatini topish uchun vibro-planetar mexanizm krivoshipning uzunligini va burchak tezligini optimallashtirish talab etiladi.

3. Tahlil va natijalar

Vibroplanetar faollashtirgichning asosiy ish bajaruvchi mexanizmi sanalgan krivoship-kulisali mexanizmda zvenolar uzunligi tayanchlar orasidagi masofaning uzunligi o'lchamlarini optimal qiymatini aniqlashda asosan mexanizm chiqish zvenosi burchak tezlanish qiymatlarining ratsional oraliq bo'yicha aniqlash lozim bo'ladi.

2-rasmda keltirilgan krivoship-kulisali mexanizmda kinematik tahlil qilish uchun dekart kordinata tizimida joylashtiriladi. Kinematik juftlarning obsissa va ordinata o'qlari bo'yicha kordinatalari o'tkazilib, ularning proeksichlari bo'yicha tosh va kulisa hosil qilgan kinematik juft A nuqtasi uchun quyidagi tenglamalar tuzilishini hosil qilamiz.



2-rasm. Vibro planetar mexanizmning strukturaviy sxemasi

$$X_A = X_1 + O_1 A \cos \varphi_1 = X_2 + O_2 A \cos \varphi_2 \quad (1)$$

$$Y_A = Y_1 + O_1 A \sin \varphi_1 = Y_2 + O_2 A \sin \varphi_2 \quad (2)$$

Yuqoridagi keltirilgan 1 va 2 tenglamalar tizimida keltirilgan kattaliklarni quyidagicha belgilab olaylik:

$$O_1 A = l_1; X_1 = X_2 + O_1 O_2; y_1 = a; y_2 = 0; O_2 A = B.$$

U holda, 1 va 2 tenglamalar tizimi quyidagicha ko'rinishni hosil qiladi:

$$X_A = X_1 + l_1 \cos \varphi_1 = X_2 + B \cos \varphi_2 \quad (3)$$

$$Y_A = a + l_1 \sin \varphi_1 = B \sin \varphi_2 \quad (4)$$

Tenglamalar tizimidan foydalanib, kulisaning burilish burchagi φ_2 uchun quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$\cos \varphi_2 = b_1 \cos \varphi_1 \quad (5)$$

$$\sin \varphi_2 = c_1 + b_1 \sin \varphi_1 \quad (6)$$

$$\text{bu yerda, } b_1 = \frac{l_1}{B}, c_2 = \frac{a}{B}.$$



5 va 6 tenglamalar tizimlarini o'ng va chap tomonlarini kvadratga oshirib qo'shib chiqamish natijasida quyidagi tenglikni hosil qilamiz:

$$\sin \varphi_1 = \frac{1-c_2^2 b_1^2}{2c_2 b_1} \quad (7)$$

$$\varphi_1 = \arcsin \varphi_1 \left(\frac{1-c_2^2 b_1^2}{2c_2 b_1} \right) \quad (8)$$

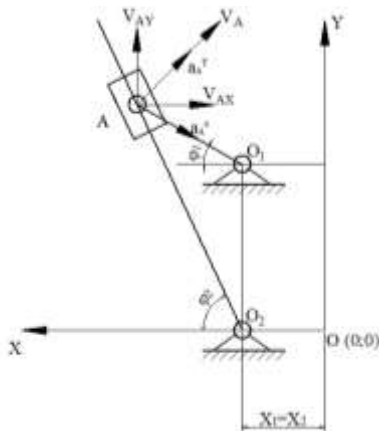
φ_1 burilishida "B" qiymatni o'zgarishini va tayanchlar orasidagi "a" masofa qiymatigacha bog'liqligini ifodalaydi. Shuning uchun krivoshipning burchak tezligi ω_1 va burchak tezlanishlarini ε_1 larni aniqlashda quyidagi o'zgarish funksiyalarini kirgizishimiz lozim:

$X_1 = X_1(t)$; $X_2 = X_2(t)$; $Y_1 = Y_1(t)$; $Y_2 = Y_2(t)$; va $B = B(t)$.

Yuqoridagi funksiya qiymatlarini 8 tenglikka qo'yib va ularni vaqt bo'yicha differensiallash orqali quyidagilarni qosil qilamiz:

$$\varepsilon_1 = \frac{d^2 \varphi_1}{dt^2} = \frac{2\sqrt{4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2} + 4B(B^2 - (a^2 + l_1^2))^2}{4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2} \frac{d^2 B}{dt^2} = \frac{2(4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2) + 4B(B^2 - (a^2 + l_1^2))^2}{[4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2]^{3/2}} \frac{d^2 B}{dt^2} \quad (11)$$

Kulisali mexanizmning "A" nuqtasining tezlik va tezlanishlarini kordinata o'qlariga proeksiyalash lozim bo'ladi.



3-rasm. Kulisaga ta'sir etuvchi tezliklar

3-rasmda keltirilgan tezlik va tezlanishlarni kordinata o'qi bo'yicha proeksiyalarini quyidagicha aniqlaymiz:

$$V_A = \omega_1 l_1 = \frac{2B l_1}{\sqrt{4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2}} \frac{dB}{dt} \quad (12)$$

12 tenglamadagi funksiya qiymatini absissa va ordinata o'qlari bilan proeksiyalash natijasida quyidagi tengliklarni hosil qilamiz:

$$a_A^{\tau} = \varepsilon_1 l_1 = \frac{2l_1(4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2) + 4B(B^2 - (a^2 + l_1^2))^2}{[4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2]^{3/2}} \frac{d^2 B}{dt^2} \quad (20)$$

$$a_{AX}^{\tau} = -a_A^{\tau} \sin \varphi_1 = -\frac{2l_1(4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2) + 4B(B^2 - (a^2 + l_1^2))^2 \sin \varphi_1}{[4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2]^{3/2}} \frac{d^2 B}{dt^2} \quad (21)$$

$$a_{AY}^{\tau} = a_A^{\tau} \cos \varphi_1 = -\frac{2l_1(4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2) + 4B(B^2 - (a^2 + l_1^2))^2 \cos \varphi_1}{[4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2]^{3/2}} \frac{d^2 B}{dt^2} \quad (22)$$

Hosil bo'lgan (10), (11) tenglamalar tizimidan ω_1 va ε_1 larning vaqt birligi ichida o'zgarish qiymatlari O_1 va O_2

$$\omega_1 = \frac{d\varphi_1}{dt} \quad \text{ba} \quad \varepsilon = \frac{d^2 \varphi_1}{dt^2}$$

Bu tenglamalarni yechishni O_1 va O_2 kinematik juftlar qo'zg'almas etib belgilab olish lozim, u holda ular orasidagi masofa:

$O_1 O_2 = a = \text{const}$ ga teng bo'ladi. U holda, 8 tenglamaga barcha o'zgaruvchi funksiyalarini qiymatini qiymatini qo'yib chiqamiz:

$$\varphi_1 = \arcsin \left[\frac{1 - \frac{a^2}{B^2} \frac{l_1^2}{B^2}}{\frac{2a l_1}{B^2}} \right] = \arcsin \left[\frac{B^2 - (a^2 + l_1^2)}{2a l_1} \right] \quad (9)$$

Krivoshipning burchak tezligi ω_1 va burchak tezlanishi ε_1 larni aniqlashda 9 tenglamani alohida holatda diffrensiallash orqali aniqlaymiz:

$$\omega_1 = \frac{d\varphi_1}{dt} = \frac{2B}{\sqrt{4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2}} \frac{dB}{dt} \quad (10)$$

$$V_{AX} = -V_A \sin \varphi_1 = \frac{2B l_1 \sin \varphi_1}{\sqrt{4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2}} \frac{dB}{dt} \quad (13)$$

$$V_{AY} = V_A \cos \varphi_1 = \frac{2B l_1 \cos \varphi_1}{\sqrt{4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2}} \frac{dB}{dt} \quad (14)$$

Krivoship – pol'zunli mexanizmning "A" nuqtasining tezlanishini ham proeksiyalash orqali quyidagilarni aniqlaymiz:

$$\vec{a}_A = \vec{a}_A^n + \vec{a}_A^{\tau}; \quad a_A = \sqrt{a_A^n + a_A^{\tau}} \quad (15)$$

$$\vec{a}_X = \vec{a}_{AX}^n + \vec{a}_{AX}^{\tau} \quad (16)$$

$$\vec{a}_Y = \vec{a}_{AY}^n + \vec{a}_{AY}^{\tau}$$

15 – formulada keltirib o'tilgan a_A^n – normal tezlanishni qiymatini quyidagi tenglama orqali aniqlaymiz:

$$a_A^n = \omega_1^2 l_1 = \frac{4B^2 l_1}{4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2} \left(\frac{dB}{dt} \right)^2 \quad (17)$$

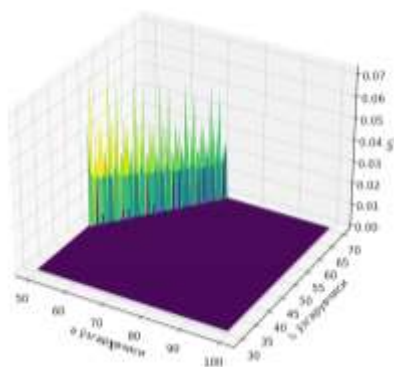
$$a_{AX}^n = -a_A^n \cos \varphi_1 = -\frac{4B^2 l_1 \cos \varphi_1}{4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2} \left(\frac{dB}{dt} \right)^2 \quad (18)$$

$$a_{AY}^n = a_A^n \sin \varphi_1 = -\frac{4B^2 l_1 \sin \varphi_1}{4a^2 l_1^2 - (B^2 - (a^2 + l_1^2))^2} \left(\frac{dB}{dt} \right)^2 \quad (19)$$

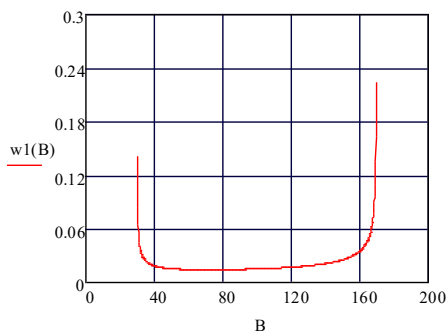
A nuqtaning tangensial tezlanishini esa quyidagicha aniqlaymiz:

tayanchlar orasidagi masofa "a" ning qiymati va krivoshipning uzunligi bo'yicha MathCat-20 dasturi asosida tadqiqodlar o'tkaziladi.

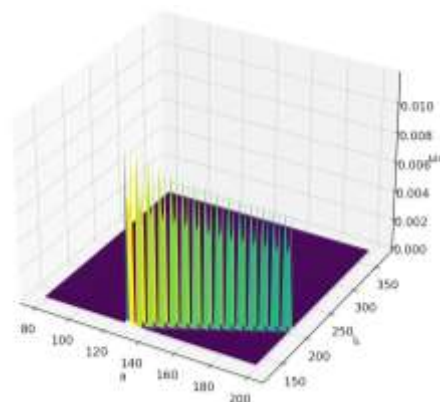




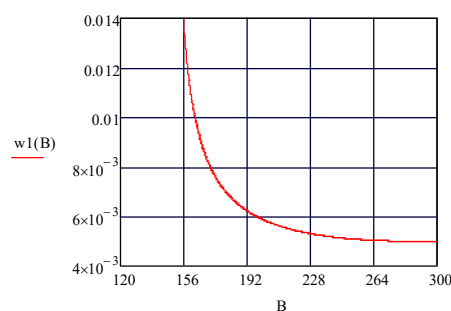
$y_1 = a$ ning qiymati 50 mm dan 100mm gacha,
 $O_1A = l_1$ ning qiymati 30 mm dan 70mm gacha oraliqdagi,
 xamda V o'zgarish bo'lganda



$y_1 = a = 100\text{mm}; O_1A = l_1 = 70\text{mm}$
 va V ning o'zgarish qiymati 0 dan 200 oralig'ida bo'lganda

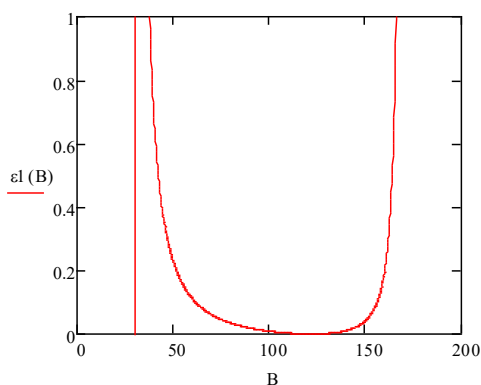


$y_1 = a$ ning qiymati 80 mm dan 200mm gacha,
 $O_1A = l_1$ ning qiymati 150 mm dan 350mm gacha oraliqdagi,
 xamda V o'zgarish bo'lganda

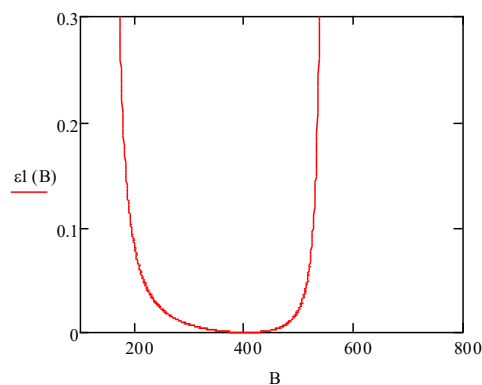


$y_1 = a = 200\text{mm}; O_1A = l_1 = 350\text{mm}$
 va V ning o'zgarish qiymati 0 dan 200 oralig'ida bo'lganda

4-rasm. Mexanizm krovoship zvenosining burchak tezligini zvenolar va tayanchlar oralig'i orasidagi masofaga bog'liklik grafigi



$y_1 = a = 100\text{mm}; O_1A = l_1 = 70\text{mm}$
 va V ning o'zgarish qiymati 0 dan 200 oralig'ida bo'lganda



$y_1 = a = 200\text{mm}; O_1A = l_1 = 350\text{mm}$
 va V ning o'zgarish qiymati 200 dan 800 oralig'ida bo'lganda

5-rasm. Mexanizm krovoship zvenosining burchak tezlanishi zvenolar va tayanchlar oralig'i orasidagi masofaga bog'liklik grafigi

5 va 6 tenglamalar tizimidan foydalanib kulisaning
 burilish burchagi φ_2 ning o'zgarishini ko'rib chiqaylik:

$$\cos\varphi_1 = b_2\cos\varphi_2 \quad (23)$$

$$\sin\varphi_1 = -c_3 + b_2\sin\varphi_2 \quad (24)$$

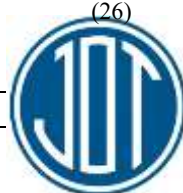
Bu yerda, $b_2 = \frac{B}{l_1}$; $c_3 = \frac{a}{l_1}$.

23 va 24 tenglamalarning o'ng va chap tomonlarini
 kvadratga oshirib, qo'shish orqali quyidagi tenglikni hosil
 qilamiz:

$$\sin\varphi_2 = \frac{b_2^2 + c_3^2 - 1}{2c_3b_2} \quad (25)$$

U holda φ_2 ning qiymati quyidagiga teng bo'ladi:

$$\varphi_2 = \arcsin \left[\frac{b_2^2 + c_3^2 - 1}{2c_3b_2} \right] \quad (26)$$



26 tenglamadagi b_2 va c_3 koefitsientlarning qiymatlarini qo'yish orqali kulisaning umumiy burulish burchagi φ_2 ni hisoblash tenglamasini hosil qilamiz:

$$\varphi_2 = \arcsin \left[\frac{B^2 + a^2 - l_1^2}{2Ba} \right] \quad (27)$$

Krivaship-kulisaning burchak tezligi ω_2 va burchak tezlanishi ε_2 larning qiymatlarini aniqlash uchun $X_1 = X_1(t)$; $X_2 = X_2(t)$; $Y_1 = Y_1(t)$; $Y_2 = Y_2(t)$; va $B = B(t)$ funksiyalarning o'zgarish qonuniyatlaridan foydalanamiz.

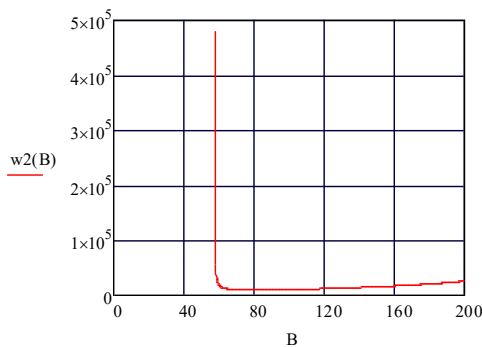
$$\left. \begin{aligned} \omega_2 &= \frac{d\varphi_2}{dt} \\ \varepsilon_2 &= \frac{d^2\varphi_2}{dt^2} \end{aligned} \right\} \quad (28)$$

27 tenglamani birinchi va ikkinchi tartibli differensiallash orqali quyidagi tenglamalarni hosil qilamiz:

$$\omega_2 = \frac{d\varphi_2}{dt} = \frac{\frac{B}{a}}{\sqrt{\frac{4B^2a^2 - (B^2 + a^2 - l_1^2)^2}{4B^2a^2}}} \frac{dB}{dt} = \frac{2B^2a^2}{\sqrt{4B^2a^2 - (B^2 + a^2 - l_1^2)^2}} \frac{dB}{dt} \quad (29)$$

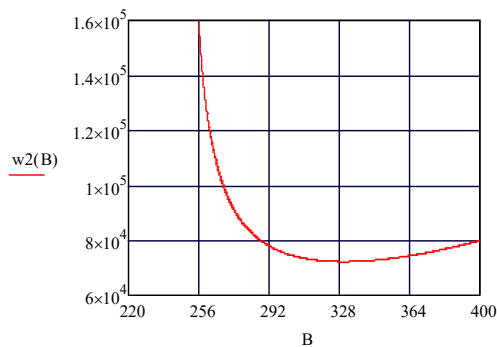
$$\varepsilon_2 = \frac{d^2\varphi_2}{dt^2} = \frac{4Ba \sqrt{4B^2a^2 - (B^2 + a^2 - l_1^2)^2} - 8Ba^2 - 2(B^2 + a^2 - l_1^2)2B}{\sqrt{4B^2a^2 - (B^2 + a^2 - l_1^2)^2}} \frac{d^2B}{dt^2} = \frac{4Ba(4B^2a^2 - (B^2 + a^2 - l_1^2)^2) - 2a^2 - (B^2 + a^2 - l_1^2)}{4B^2a^2 - (B^2 + a^2 - l_1^2)^{3/2}} \frac{d^2B}{dt^2} \quad (30)$$

Yuquridagi 29 va 30 tenglamalar tizimini MathCad-20 dasturida hisoblash orqali quyidagilarni aniqlaymiz:



$$y_1 = a = 100\text{mm}; O_1A = l_1 = 70\text{mm}$$

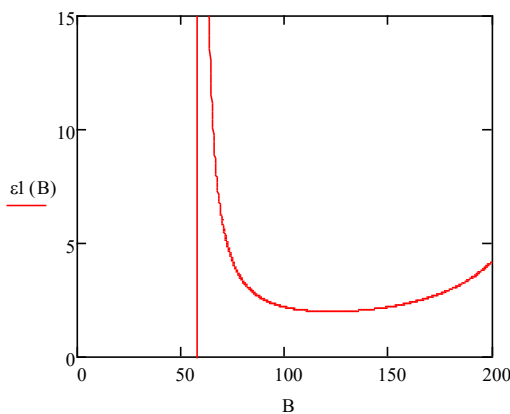
va V ning o'zgarish qiymati 0 dan 200 oralig'ida bo'lganda



$$y_1 = a = 200\text{mm}; O_1A = l_1 = 350\text{mm}$$

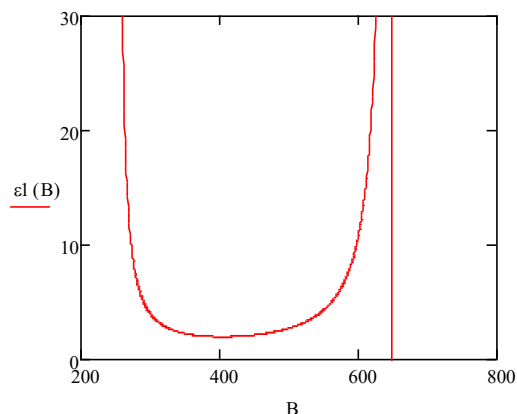
va V ning o'zgarish qiymati 220 dan 400 oralig'ida bo'lganda

6-rasm. Mexanizm kulisa zvenosining burchak tezligini zvenolar va tayanchlar oralig'i orasidagi masofaga bog'liklik grafifi



$$y_1 = a = 100\text{mm}; O_1A = l_1 = 70\text{mm}$$

va V ning o'zgarish qiymati 0 dan 200 oralig'ida bo'lganda



$$y_1 = a = 200\text{mm}; O_1A = l_1 = 350\text{mm}$$

va V ning o'zgarish qiymati 200 dan 800 oralig'ida bo'lganda

7-rasm. Mexanizm kulisa zvenosining burchak tezlanishi zvenolar va tayanchlar oralig'i orasidagi masofaga bog'liklik grafifi

4. Xulosa

Polimer kompozit materiallarning dispers to'ldiruvchilarini mexanik faollashtirish jarayonida qo'llash mumkin bo'lgan mexanik aktivatorni loyihalashda geometrik parametrlarini optimallashtirish lozim. Shuning uchun xam yuqorida keltirib o'tilgan birinchi va ikkinchi tartibli differensial tenglamalar ustida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, mexanik aktivator tayanchlari orasidagi, krivoship va kulisa uzunliklarini optimal ko'rsatgichlarini aniqlash imkonini beradi. Bu bora, asosan mexanik aktivatorga qo'yilgan talablar asosida, ularning geometrik parametrlarini optimal ko'rsatgichlarini aniqlash imkonini mavjud. Bunda, asosan kelgusi tadqiqot ishlarida polimer kompozit materiallarning dispers to'ldiruvchilarini mexanik faollashtirishda qanday tezlik, tezlanish va qanday markazdan qochma kuch ta'siri faollashtirish lozimligini aniqlash lozim bo'ladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Mamayev, S., Avdeeva, A., Ablyalimov, O., & Nigmatova, D. (2023). Optimization of the operation of the mechanism of the cross planer. In E3S Web of Conferences (Vol. 401, p. 05026). EDP Sciences.
- [2] Mamayev, S., Ibadullayev, A., Teshabayeva, E., Tursunaliyev, M., & Ikromov, M. A. (2023). Creation of elastomer-based compositions with special characteristics for the wheel-engine block of thermal locomotives. In E3S Web of Conferences (Vol. 452, p. 04013). EDP Sciences.
- [3] Evlen, H., Ziyamukhamedova, U., Juraev, D., & Abdurkarimov, M. (2023). Additive manufacturing of bionanomaterials for biomedical applications based on Ti6Al4V and PLA: a systematic review. In E3S Web of Conferences (Vol. 401, p. 03040). EDP Sciences.
- [4] Ziyamukhamedova, U., Bakirov, L., Donaev, S., Miradullaeva, G., & Turgunaliyev, E. (2023). Study of structure formation processes in matrices of mixed components with reinforcing natural fillers. In E3S Web of Conferences (Vol. 401, p. 05074). EDP Sciences.
- [5] Ziyamukhamedova, U., Rakhmatov, E., Dustqobilov, E., Nafasov, J., & Ziyamukhamedov, J. (2023, June). Development of protective coating compositions for process tanks. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2789, No. 1). AIP Publishing.
- [6] Ziyamukhamedova, U. A., Almataev, T. O., Dzhumabaev, A. B., & Bakirov, L. Y. (2022, June). Improvement of methods and means of testing non-conventional tribosystems. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2432, No. 1, p. 030031). AIP Publishing LLC.
- [7] Nurkulov, F., Ziyamukhamedova, U., Rakhmatov, E., & Nafasov, J. (2021). Slowing down the corrosion of metal structures using polymeric materials. In E3S web of conferences (Vol. 264, p. 02055). EDP Sciences.
- [8] Miradullaeva, G., Rakhmatov, E., Bozorov, O., Ziyamukhamedova, U., & Shodiev, B. (2021). Mathematical modeling of rheological properties during structure

formation of heterocomposite potting materials and coatings and their application. In Proceedings of EEECE 2020: Energy, Environmental and Construction Engineering 3 (pp. 346-355). Springer International Publishing.

[9] Ziyamukhamedova, U., Evlen, H., Nafasov, J., Jalolova, Z., Turgunaliyev, E., & Rakhmatov, E. (2023). Modeling of the process of mechano activation of filler particles in polymer composites. In E3S Web of Conferences (Vol. 401, p. 05027). EDP Sciences.

[10] Khalimov, S., Nishonov, F., Begmatov, D., Mohammad, F. W., & Ziyamukhamedova, U. (2023). Study of the physico-chemical characteristics of reinforced composite polymer materials. In E3S Web of Conferences (Vol. 401, p. 05039). EDP Sciences.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Ziyamuxamedova Umida Alijonovna/ Umida Ziyamukhamedova	Toshkent davlat transport universiteti, "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası professori. t.f.d., professor E-mail: z.umida1973@yandex.ru Tel.: +998911915665 https://orcid.org/0000-0001-5005-0477
Mamayev Sherali Ibroximovich/ Sherali Mamayev	Toshkent davlat transport universiteti, "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası professori v.v.b. t.f.f.d. (PhD) E-mail: mamayevsherali@gmail.com Tel.: +99890 968 74 27 https://orcid.org/0009-0002-6073-747X
Nafasov Jasurbek Himmat o'g'li/ Jasurbek Nafasov	Toshkent davlat transport universiteti, "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası dotsenti v.v.b. t.f.f.d. (PhD) E-mail: nafasovz@mail.ru Tel.: +99877 020 88 57 https://orcid.org/0000-0002-0415-2584
Raxmatov Erkin Abdihafizovich/ Erkin Abdihafizovich	Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, O'quv ishlari bo'yicha prorektor. t.f.d., dotsent. E-mail: erkinraxmatov@rambler.ru Tel.: +998906775444 https://orcid.org/0000-0003-3113-1962
Turg'unaliyev Elbek To'xtanazar o'g'li/ Elbek Turgunaliyev	Toshkent davlat transport universiteti. "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası dotsenti v.v.b. t.f.f.d. (PhD) E-mail: elbekturgunaliyev@gmail.com https://orcid.org/0000-0003-3257-5434



Lines used in mechanical engineering enterprises and their training methodology

S.A. Kucharov¹ ^a

¹Termez State Pedagogy Institute, Termez, Uzbekistan

Abstract: The article presents information about the important role of robotic mechanisms in the development of modern technology and their special mechanical and electronic systems for performing various tasks. The article also describes in detail the technological lines widely used in the organization of production processes at mechanical engineering enterprises, their types, structure and ways to increase their efficiency. Production lines are a set of machines, machines, vehicles and control systems that are sequentially located in mechanical engineering branches and perform certain technological operations. These lines allow for the mechanization and automation of the production process, improving product quality, increasing labor productivity, and reducing production costs. The work analyzes continuous, discrete, and combined lines found in mechanical engineering enterprises and their technological advantages. It also provides information about the components of modern automated lines - robots, transport systems, sensors, and control modules. The importance of digital technologies and the concept of Industry 4.0 in optimizing the operation of lines is also shown. The methodological part of the study is devoted to the development of effective pedagogical methods for teaching production lines for students studying mechanical engineering. It recommends such methods as modeling, virtual laboratories, interactive learning technologies, a project approach, and integration of practical training with production in the educational process. These methodological approaches serve to develop students' skills in analyzing technological processes, designing production lines, and managing them. Recommendations are also made on linking the training process with production practice and using modern software tools (CAD/CAM/CAE systems).

Keywords: robot, mechanism, manipulator, sensor, control, energy, transmission, technology, automation, wheel, mechanical arm, reducer, innovation, system

Mashinasozlik korxonalarida qo'llaniladigan liniyalar va ularni o'rgatish metodikasi

Kucharov S.A.¹ ^a

¹Termiz davlat pedagogika instituti, Termiz, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada Robotlarning mexanizmlari zamonaviy texnika taraqqiyotida muhim o'rin tutishi va ularning turli vazifalarni bajarish uchun maxsus mexanik va elektron tizimlari haqida ma'lumotlar keltirilgan. Shuningdek maqolada mashinasozlik korxonalarida ishlab chiqarish jarayonlarini tashkil etishda keng qo'llaniladigan texnologik liniyalar, ularning turlari, tuzilishi hamda samaradorligini oshirish yo'llari batafsil yoritilgan. Ishlab chiqarish liniyalari — bu mashinasozlik tarmoqlarida ketma-ket joylashtirilgan va muayyan texnologik operatsiyalarni bajaruvchi mashina, dastgoh, transport vositalari hamda boshqaruv tizimlarining majmuasidir. Ushbu liniyalar ishlab chiqarish jarayonini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish, mahsulot sifatini oshirish, mehnat unumdorligini ko'paytirish va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish imkonini beradi. Ishda mashinasozlik korxonalarida uchraydigan uzluksiz (kontinual), diskret (bo'linma) va kombinatsiyalashgan liniyalar hamda ularning texnologik afzalliklari tahlil qilingan. Shuningdek, zamonaviy avtomatlashtirilgan liniyalarning tarkibiy qismlari — robotlar, transport tizimlari, sensorlar va boshqaruv modullari haqida ma'lumot berilgan. Liniyalar ishini optimallashtirishda raqamli texnologiyalar va sanoat 4.0 konsepsiyasining ahamiyati ham ko'rsatib o'tilgan. Tadqiqotning metodik qismi mashinasozlik yo'nalishida tahsil olayotgan talabalar uchun ishlab chiqarish liniyalarini o'rgatishning samarali pedagogik usullarini ishlab chiqishga bag'ishlangan. Unda o'quv jarayonida modellashtirish, virtual laboratoriyalar, interaktiv o'qitish texnologiyalari, loyihaviy yondashuv va amaliy mashg'ulotlarni ishlab chiqarish bilan integratsiyalash kabi metodlar tavsiya etilgan. Mazkur metodik yondashuvlar talabalarda texnologik jarayonlarni tahlil qilish, ishlab chiqarish liniyalarini loyihalash va ularni boshqarish ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Shuningdek, o'qitish jarayonini ishlab chiqarish amaliyoti bilan uzviy bog'lash, zamonaviy dasturiy vositalardan (CAD/CAM/CAE tizimlari) foydalanish bo'yicha tavsiyalar berilgan.

 <https://orcid.org/0000-0002-8954-9731>



Kalit so'zlar: robot, mexanizm, manipulyator, sensor, boshqaruv, energiya, uzatma, texnologiya, avtomatlashtirish, g'ildirak, mexanik qo'l, reduktor, innovatsiya, tizim

1. Kirish

Mashinasozlik sanoati zamonaviy iqtisodiyotning eng muhim tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Unda yuqori texnologiyalarni joriy etish, ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish orqali ishlab chiqarish samaradorligini oshirish mumkin. Hozirgi kunda dunyo bo'ylab mashinasozlik korxonalarida avtomatik liniyalardan keng foydalanilmoqda. Bu jarayon ishlab chiqarishning sifatini oshiradi, mehnat unumdorligini ko'paytiradi va iqtisodiy samaradorlikni ta'minlaydi. Ushbu maqola mashinasozlik korxonalarida qo'llaniladigan avtomatik liniyalar, ularning afzalliklari, qo'llanish sohasi hamda iqtisodiyotga ta'sirini ilmiy jihatdan tahlil qilishga bag'ishlanadi.

Shuningdek, mashinasozlik sohasida avtomatik liniyalar ishlab chiqarish unumdorligini keskin oshirish uchun muhim texnologik yechim sifatida qaralmoqda. Zamonaviy korxonalarda qo'llanilayotgan avtomatlashtirish texnologiyalari inson omilining xatoliklarini kamaytirib, mahsulot sifatini barqaror saqlashga xizmat qiladi. Avtomatlashtirilgan liniyalar qo'llanilishi nafaqat ishlab chiqarish jarayonini tezlashtiradi, balki energiya va xomashyo sarfini optimallashtirish imkonini beradi. Shu bilan birga, ularning keng joriy etilishi mehnat resurslaridan oqilona foydalanishga ham yordam beradi. Korxonalar raqobatbardoshligini ta'minlash uchun avtomatik liniyalarga sarmoya kiritmoqda. Bu yo'nalish ilmiy-texnikaviy taraqqiyotning amaliy ifodasi bo'lib, yangi ish o'rinlari yaratish va iqtisodiy samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi. Kelajakda bunday tizimlarning intellektual boshqaruv vositalari bilan uyg'unlashuvi yanada muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, avtomatik liniyalar to'g'risidagi ilmiy izlanishlar asosan ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga qaratilgan. Masalan, xorijiy olimlarning ishlarida robototexnika va kompyuterlashtirilgan boshqaruv tizimlari bilan bog'liq jihatlar chuqur o'rganilgan. Mahalliy tadqiqotlarda esa avtomatik liniyalarning iqtisodiy samarasi va ularni joriy etish masalalari ustuvor yo'nalish sifatida ko'riladi. So'nggi yillarda raqamli texnologiyalarni integratsiya qilishga oid ishlar ham kengaymoqda. Bunda, ayniqsa, IoT va sun'iy intellekt texnologiyalarining qo'llanilishi yangi imkoniyatlarni ochib bermoqda. Ilmiy adabiyotlarda ta'kidlanishicha, avtomatik liniyalarning kelajagi yuqori darajada intellektuallashtirilgan ishlab chiqarish tizimlari bilan chambarchas bog'liq. Bu esa ularni yanada samarali va moslashuvchan qiladi.

Ilmiy adabiyotlarda avtomatik liniyalarning mashinasozlik korxonalarida qo'llanilishi keng yoritilgan. Masalan, Popov (2018) o'z tadqiqotida ishlab chiqarish liniyalarining avtomatlashtirilishi mahsulot sifati va ishlab chiqarish tezligini sezilarli darajada oshirishi haqida ma'lumot beradi. Xaydarov (2021) esa O'zbekistondagi mashinasozlik korxonalarida avtomatlashtirish jarayonlarini bosqichma-bosqich amalga oshirish zarurligini ta'kidlaydi. Shuningdek, German Engineering Federation (VDMA, 2021) hisobotida Germaniya sanoatida avtomatik liniyalar yalpi ishlab chiqarish hajmining 60 foizidan ortig'ini tashkil etishi qayd etilgan. Xorijiy tajriba shuni ko'rsatadiki,

avtomatlashtirish sanoat rivojining asosiy drayverlaridan biridir.

Bugungi kunda sanoatning jadal rivojlanishi, raqamli texnologiyalar va avtomatlashtirish tizimlarining keng joriy etilishi mashinasozlik tarmog'ida ishlab chiqarish jarayonlarini yangi bosqichga olib chiqmoqda. Mashinasozlik korxonalarida zamonaviy texnologik jarayonlarni samarali tashkil etish uchun turli xil ishlab chiqarish liniyalaridan foydalanadi. Ushbu liniyalar ishlab chiqarishning uzluksizligini ta'minlash, mehnat unumdorligini oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishda muhim rol o'ynaydi.

Mazkur maqolada mashinasozlik korxonalarida qo'llaniladigan liniyalar, ularning turlari, ishlash prinsiplari va samaradorligi, shuningdek, ushbu yo'nalish bo'yicha kadrlar tayyorlashda qo'llaniladigan o'qitish metodikasi haqida so'z yuritiladi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu tadqiqotda metodologik yondashuv sifatida tizimli tahlil, taqqoslash, eksperimental kuzatuv va statistik qayta ishlash usullaridan foydalanildi. Tizimli yondashuv ishlab chiqarish jarayonlarini butun kompleks sifatida ko'rib chiqish imkonini beradi. Taqqoslash usuli yordamida turli xil avtomatik liniyalarning samaradorligi o'rganildi. Eksperimental kuzatuvda real korxona sharoitida avtomatik liniyalar ishlashining natijalari qayd etildi. Statistik qayta ishlash esa olingan natijalarni matematik asoslash imkonini berdi. Shu bilan birga, ilmiy metodologiyada amaliy tavsiyalar ishlab chiqish uchun iqtisodiy tahlil usullaridan ham keng foydalanildi. Metodologiyaning to'g'ri tanlanishi tadqiqotning ilmiy natijalarini ishonchli va amaliyotga tatbiq etish imkonini beradi.

Mashinasozlik korxonalarida avtomatik liniyalar qo'llanilishi ishlab chiqarish samaradorligini 30-40 foizgacha oshirishi mumkin. Natijalar, shuningdek, mehnat samaradorligini sezilarli darajada yuksaltirishini isbotladi. Xususan, bir nechta zavodlarda olib borilgan tajriba natijalari ishlab chiqarish sikllarining qisqarishini ko'rsatdi. Energiya sarfi va xomashyo isrofi kamaygani qayd etildi. Bu esa umumiy xarajatlarning kamayishiga olib kelmoqda. Shuningdek, avtomatlashtirish mahsulot sifatining barqarorligini ta'minlashga xizmat qilmoqda. Natijalar shuni ko'rsatadiki, avtomatik liniyalarni qo'llash orqali xalqaro standartlarga mos sifat darajasiga erishish mumkin. Olingan ilmiy natijalar ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirishda katta amaliy ahamiyat kasb etadi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, avtomatik liniyalar mashinasozlik korxonalarida ishlab chiqarish samaradorligini bir necha barobar oshiradi. Mexanik ishlov berish, yig'ish, sirtni ishlov berish va sifat nazorati jarayonlari avtomatlashtirilishi natijasida mahsulot sifati barqarorlashadi, ishlab chiqarish tannarxi kamayadi va mehnat unumdorligi ortadi.

Quyidagi jadvalda avtomatik liniyalarning samaradorligi an'anaviy usullar bilan solishtirilgan:

Ko'rsatkichlar
An'anaviy usul



Avtomatik liniya	O'sish (%)
Mehnat unumdorligi	100 birlik230 birlik+130%
Ishlov berish aniqligi	$\pm 0.1 \text{ mm} \pm 0.01 \text{ mm}$ 10 baravar
Mahsulot tannarxi	100% 75% -25%
Ishchilar soni	20 kishi 6 kishi -70%

Shuningdek, tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, avtomatik liniyalar qo'llanilganda inson omiliga bog'liq xatoliklar keskin kamayadi. Natijada detallar yuqori aniqlikda ishlab chiqariladi. Ammo dastlabki sarmoya xarajatlari yuqori bo'lib, bu korxonalar uchun muayyan iqtisodiy yuk bo'lishi mumkin.

Yuqoridagi natijalar asosida xulosa qilish mumkinki, mashinasozlik korxonalarida avtomatik liniyalarni joriy etish dolzarb vazifadir. Tavsiyalar sifatida, birinchi navbatda, korxonalarda avtomatlashtirish tizimlarini bosqichma-bosqich joriy etish zarur. Ikkinchi tavsiya – ishlab chiqarish jarayonlariga zamonaviy raqamli texnologiyalarni integratsiya qilish. Uchinchidan, malakali kadrlar tayyorlashga e'tibor qaratish lozim. To'rtinchidan, avtomatik liniyalarning texnik xizmat ko'rsatish tizimini yo'lga qo'yish talab qilinadi. Beshinchidan, innovatsion texnologiyalarni mahalliy sharoitga moslashtirish muhimdir. Bu tavsiyalarni amalga oshirish orqali mashinasozlik sanoati yanada rivojlanadi va mamlakat iqtisodiyotiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, avtomatik liniyalar korxonalarda ishlab chiqarish sikllarini qisqartirishi natijasida ishlab chiqarish tannarxini pasaytiradi. Ularning qo'llanilishi inson mehnatini yengillashtirib, xavfsizlik darajasini oshiradi. Avtomatlashtirish jarayonlari mahsulot sifatini nazorat qilishni ancha takomillashtiradi. Shu sababli avtomatik liniyalar barqaror ishlab chiqarishning kafolati sifatida qaraladi. Ilmiy tadqiqotlar bunday tizimlarning iqtisodiy samaradorligi yuqoriligini tasdiqlaydi. Kelgusida mashinasozlikda avtomatik liniyalar bilan birgalikda sun'iy intellektdan foydalanish dolzarb bo'ladi. Shuningdek, raqamli monitoring tizimlari ishlab chiqarishni real vaqt rejimida kuzatishga imkon beradi. Avtomatik liniyalarning samarali ishlashi uchun texnik xizmat ko'rsatish infratuzilmasi muntazam rivojlantirilishi zarur. Bu esa korxonalarning uzoq muddatli raqobatbardoshligini ta'minlaydi. Shunday qilib, avtomatik liniyalarning keng joriy etilishi mashinasozlik sanoati taraqqiyotida strategik omil bo'lib xizmat qiladi.

1. Mashinasozlik liniyalarining mohiyati va turlari

Ishlab chiqarish liniyasi — bu mashina va mexanizmlar, transport vositalari hamda boshqaruv tizimlarining texnologik jarayonni ketma-ket amalga oshiruvchi majmuasidir. Liniyalar yordamida ishlab chiqarish jarayoni mexanizatsiyalashadi va avtomatlashtiriladi.

Mashinasozlik korxonalarida ishlab chiqarish liniyalari quyidagi asosiy turlarga bo'linadi:

Uzluksiz (kontinual) liniyalar – mahsulot ishlab chiqarish jarayoni to'xtovsiz amalga oshiriladi. Bu turdagi liniyalar ko'p miqdorda bir xil mahsulot ishlab chiqarishda ishlatiladi (masalan, avtomobil motorlarini yig'ish liniyasi).

Diskret (bo'linma) liniyalar – alohida detallar yoki mahsulot qismlarini bosqichma-bosqich tayyorlashga mo'ljallangan.

Kombinatsiyalashgan liniyalar – uzluksiz va diskret liniyalar elementlarini birlashtiradi, bu esa ishlab chiqarish jarayonini moslashuvchan qiladi.

Har bir liniya ishlab chiqarish jarayonining o'ziga xos talablariga ko'ra loyihalanadi. Uning asosiy qismlari quyidagilardan iborat:

texnologik dastgohlar va mexanizmlar;
transport tizimlari (konveyer, lift, manipulyatorlar);
avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari (sensorlar, PLC, SCADA);

xavfsizlik va nazorat qurilmalari.

2. Liniyalarning ahamiyati va samaradorligini oshirish yo'llari

Mashinasozlik korxonalarida ishlab chiqarish liniyalarini joriy etish quyidagi afzalliklarni beradi:

Ishlab chiqarish vaqtini qisqartiradi;

Mahsulot sifatining barqarorligini ta'minlaydi;

Mehnat unumdorligini oshiradi;

Inson omilining ta'sirini kamaytiradi;

Ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytiradi.

Liniyalarning samaradorligini oshirish uchun quyidagi choralar qo'llaniladi:

Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etish;

Sensorli nazorat va raqamli monitoring;

Robotlashtirilgan texnologiyalarni qo'llash;

Ishlab chiqarish jarayonlarini modellash va optimallashtirish;

Sanoat 4.0 konsepsiyasiga asoslangan raqamli tvinning (digital twin) qo'llanilishi.

3. Mashinasozlik liniyalarini o'qitishning metodik asoslari

Mashinasozlik yo'nalishidagi talabalarga ishlab chiqarish liniyalarini o'rgatishda nazariy bilimlar bilan bir qatorda amaliy ko'nikmalarni shakllantirish muhim ahamiyatga ega. Shu bois, o'qitish jarayonida innovatsion pedagogik texnologiyalardan foydalanish zarur.

O'qitish jarayonida quyidagi metodik yondashuvlar samarali hisoblanadi:

Modellashtirish usuli – talabalar ishlab chiqarish liniyalarining sxemalarini chizish, ularni CAD/CAM/CAE dasturlari yordamida modellash orqali texnologik jarayonlarni chuqur o'rganadilar.

Virtual laboratoriyalar – raqamli muhitda ishlaydigan simulyatorlar yordamida liniyalarning ishlash jarayonini tahlil qilish imkoniyati yaratiladi.

Loyihaviy ta'lim (project-based learning) – talabalar amaliy topshiriq sifatida real yoki virtual liniya loyihasini ishlab chiqadilar.

Amaliy o'quv bazalari va ishlab chiqarish amaliyoti – talabalarning korxonalarda to'g'ridan-to'g'ri liniya ustida ishlash tajribasini shakllantiradi.

Integratsiyalashgan yondashuv – o'quv fanlarini ishlab chiqarish texnologiyalari bilan bog'lash, nazariy va amaliy mashg'ulotlarni uyg'unlashtirish.

4. O'qitish jarayonida zamonaviy texnologiyalarni qo'llash

Mashinasozlik liniyalarini o'rgatishda quyidagi zamonaviy texnologiyalardan foydalanish o'quv jarayonini yanada samarali qiladi:

3D modellashtirish dasturlari (AutoCAD, SolidWorks, Siemens NX);

Virtual va kengaytirilgan haqiqat (VR/AR) texnologiyalari yordamida liniya ishini simulyatsiya qilish;

Raqamli o'quv platformalari (Moodle, Google Classroom, Edmodo) orqali masofaviy ta'lim;

Interaktiv darslar va ko'rgazmali multimedia vositalari.

Bu usullar talabalarda muhandislik fikrlashni rivojlantiradi, texnologik jarayonlarni mustaqil tahlil qilish va boshqarish ko'nikmalarini shakllantiradi.



3. Tahlil va natijalar

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalar va tavsiyalar ilgari surildi:

1. Avtomatik liniyalar mehnat unumdorligini 2-3 barobar oshiradi.

2. Mahsulot sifatini barqaror yuqori darajada ta'minlaydi.

3. Korxonalarda ishlab chiqarish tannarxini 20-30 foizgacha kamaytiradi.

4. Ishchi kuchiga bo'lgan talabni kamaytirib, yuqori malakali mutaxassislarni jalb qilishni talab qiladi.

5. O'zbekistonda mashinasozlik korxonalarini bosqichma-bosqich avtomatlashtirish strategiyasini ishlab chiqish zarur.

Shu sababli, avtomatik liniyalarni joriy etish nafaqat texnologik, balki iqtisodiy va ijtimoiy jihatdan ham katta ahamiyatga ega.

Mashinasozlik korxonalari — bu turli mashinalar, uskunalar va ehtiyot qismlarni ishlab chiqaruvchi sanoat birlashmalari bo'lib, ular quyidagi yo'nalishlarda ishlaydi:

Qishloq xo'jaligi texnikasi

Transport vositalari

Maxsus uskunalar

Metall kesish stanoklari

Ularning faoliyati ko'plab texnologik jarayonlardan iborat bo'lib, bu jarayonlar maxsus liniyalar asosida tashkil etiladi.

Texnologik liniyalar tushunchasi va turlari

Texnologik liniya — bu mahsulotni ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan uskunalar, stanoklar, konveyerlar va boshqaruv tizimlari yig'indisidir. Ular ishlab chiqarishning uzluksizligini, tezligini va sifatini ta'minlaydi.

1. Mexanik yig'uv liniyalari

Ushbu liniyalar yordamida mahsulotning alohida qismlari yig'ilib, yakuniy mahsulotga aylantiriladi. Odatda konveyer tizimlarida tashkil qilinadi.

2. Presslash va quyma ishlab chiqarish liniyalari

Metallni shakllantirish, quyish va presslash liniyalari mashinasozlikning asosiy texnologiyalaridan hisoblanadi.

3. Payvandlash va montaj liniyalari

Dastlabki qismlarni birlashtirish, karkas yasash va yakuniy yig'uv jarayonlari uchun mo'ljallangan.

4. Avtomatlashtirilgan liniyalar

PLC tizimlari, robotlar va sensorlar yordamida boshqariladi. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirish ish unumdorligini sezilarli darajada oshiradi.

Texnologik liniyalarni loyihalash quyidagilarni o'z ichiga oladi:

Mahsulot spetsifikatsiyasi asosida uskunalar tanlash

Ishlab chiqarish quvvatini hisoblash

Tashkiliy-texnik chizmalarni ishlab chiqish

Xavfsizlik va mehnat muhofazasi talablariga rioya qilish.

Bugungi kunda ko'plab mashinasozlik korxonalarida quyidagi ilg'or texnologiyalar qo'llaniladi:

CNC (Computer Numerical Control) – dasturlashtirilgan stanoklar

Robototexnika – sanoat robotlari yordamida avtomatik yig'uv

IoT (Internet of Things) – ishlab chiqarish jarayonini real vaqt monitoring qilish

MES tizimlari – ishlab chiqarish boshqaruv tizimlari.

O'zbekiston mashinasozlik sanoatida qo'llanilayotgan liniyalar misolida tahlil

O'zbekistonda mashinasozlik sanoatida quyidagi korxonalarda zamonaviy texnologik liniyalar mavjud:

"UzAuto Motors" AJ – avtomobil yig'uv liniyalari, robototexnik tizimlar

"Tashkent Mechanical Plant" – mexanik qayta ishlash liniyalari

"Texnopark" loyihasi doirasida – yangi avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish liniyalari

Bu liniyalar ishlab chiqarish hajmini oshirish va eksport salohiyatini kuchaytirishda muhim rol o'ynaydi.

Mashinasozlik korxonalarida ishlab chiqarish liniyalari ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, bu liniyalarni o'rgatish metodikasini to'g'ri tashkil etish kelajak muhandis kadrlarning kasbiy tayyorgarligini oshiradi.

O'quv jarayonida zamonaviy o'qitish usullarini, raqamli texnologiyalarni va amaliy tajribalarni uyg'unlashtirish mashinasozlik sohasida malakali mutaxassislarni tayyorlashning eng muhim shartidir.

Misol uchun qog'oz ishlab chiqarish liniyasini oladigan bo'lsak:

Qog'oz ishlab chiqarish jarayonida liniyalarni va konveyrlarni nazorat tizimini avtomatlashtirish juda muhimdir, chunki bu jarayonlar qog'oz mahsulotlarining sifatini, ishlab chiqarish samaradorligini va resurslardan foydalanishni ta'minlaydi. Quyida ushbu mavzu bo'yicha asosiy ma'lumotlar keltirilgan:

1. Qog'oz ishlab chiqarish jarayoni

Qog'oz ishlab chiqarish jarayoni odatda bir necha bosqichlarni o'z ichiga oladi:

• Xom ashyo tayyorlash: Qog'oz ishlab chiqarishda foydalaniladigan xom

ashyo (masalan, daraxt yoki qog'oz chiqindilari) tayyorlanadi.

• Pulp tayyorlash: Xom ashyo mashinalarda maydalab, pulpaga aylantiriladi.

• Formala olish: Pulpa suyuqligini ekranda tarqatish va qog'oz shaklini berish jarayoni.

• Qurug'lik: Shaklga keltirilgan pulpani quritish.

• Qoplash va qadoqlash: Tayyor qog'ozni qoplash va qadoqlash jarayonlari.

2. Liniyalar va konveyrlar

Liniyalar va konveyrlar jarayonning avtomatik harakatlanuvchi qismlaridir. Ular:

• Materiallarni tashish: Xom ashyo va tayyor mahsulotlarni bir joydan boshqa joyga transport qilish uchun xizmat qiladi.

• Jarayonlarni samarali tashkil etish: Ular ishlab chiqarish jarayonini tezlashtirish va samaradorligini oshirish uchun kerak.

3. Avtomatlashtirish tizimlari.

Liniyalar va konveyrlarni nazorat qilish uchun quyidagi avtomatlashtirish tizimlari qo'llaniladi:

• Sensorlar: Harakatni, tezlikni va yukni monitoring qilish uchun ishlatiladi.

• Programmable Logic Controllers (PLC): Jarayonlarni avtomatik ravishda boshqarish uchun dasturlashtirilgan mantiqiy nazorat qurilmalari.

• SCADA tizimlari: Nazorat va ma'lumotlarni yig'ish uchun ishlatiladi, real vaqt rejimida jarayonni nazorat qilish imkonini beradi.

4. Foydalar

Avtomatlashtirish quyidagi afzalliklarni taqdim etadi:



• Sifatni oshirish: Jarayonning to'liq nazorati orqali mahsulot sifatini ta'minlash.

• Tezlik va samaradorlik: Ishlab chiqarish jarayonining tezligi va samaradorligini oshirish.

• Xarajatlarni kamaytirish: Energiya va resurslardan foydalanishni optimallashtirish orqali xarajatlarni kamaytirish.

• Inson omilini minimallashtirish: Xatoliklarni kamaytirish va ishchilar xavfsizligini oshirish.

5. Innovatsiyalar

Qog'oz ishlab chiqarish sohasida yangi texnologiyalar va yechimlar, masalan, sun'iy intellekt va big data analitikasi, jarayonlarni yanada samarali boshqarish imkoniyatlarini taqdim etadi. Umuman olganda, qog'oz ishlab chiqarish jarayonida linyalarni va konveyrlarni nazorat tizimini avtomatlashtirish nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, balki mahsulot sifatini ta'minlaydi va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytiradi. Qog'oz ishlab chiqarish – bu qog'oz va karton ishlab chiqarish bo'lib, ko'plab maqsadlar qatorida chop etish, yozish va qadoqlash uchun keng qo'llanadi. Bugungi kunda deyarli barcha qog'ozlar sanoat mashinalari yordamida ishlab chiqariladi, qo'lda ishlangan qog'oz esa ixtisoslashgan hunarmandchilik va badiiy ifoda vositasi hisoblanadi va hozirda qadimiy qog'ozlar muzeylarda eksponat shaklida saqlanib qolgan. Dastlabki ishlab chiqarilgan qog'ozlar umummilliy ahamiyatga ega.

Qog'oz ishlab chiqarishda, asosan, suvdagi alohida selluloza tolalaridan tashkil topgan suyultirilgan suspenziya elakka o'xshash moslama orqali drenajlanadi va tasodifiy to'qilgan tolalar to'shagi yotqiziladi. Suv bug'lari bu varaqdan bosim orqali, ba'zan esa assilyatsiya yoki vakuum shunungdek isitish orqali chiqariladi. Quritgandan so'ng, odatda tekis, bir xil va kuchli qog'oz varog'i ishlab chiqariladi. Ixtiro qilinishidan va avtomatlashtirilgan mashinalarning keng qo'llanishidan oldin, barcha qog'ozlar qo'lda tayyorlangan, maxsus ishchilar tomonidan bir vaqtning o'zida har bir varoq tayyorlangan. Hatto bugungi kunda ham qo'lda qog'oz yasaydiganlar, dastlab Xitoyda va Osiyoning boshqa mintaqalarida ishlab chiqilgan yoki Yevropada keyinchalik o'zgartirilgan yuz yillar oldin mavjud bo'lgan asboblardan foydalanadilar. Qo'lda ishlangan qog'oz hali ham o'zining o'ziga xos xususiyati va har bir varoqni tayyorlashda ishtirok etgan malakali hunarmandchilik uchun qadrlanadi, sanoat mahsulotlari orasida erishilgan arzon narxlardagi, tipik bir xillik va odatiylikdan farqli ravishda qadimgi davr qog'ozlarining o'lchamlari ham hilma xil bo'lgan.

4. Xulosa

Xulosa qilib aytganda, avtomatik liniyalar mehnat unumdorligini 2-3 barobar oshiradi. Mahsulot sifatini barqaror yuqori darajada ta'minlaydi. Korxonalarda ishlab

chiqarish tannarxini 20-30 foizgacha kamaytiradi. Ishchi kuchiga bo'lgan talabni kamaytirib, yuqori malakali mutaxassislarni jalb qilishni talab qiladi. O'zbekistonda mashinasozlik korxonalarini bosqichma-bosqich avtomatlashtirish strategiyasini ishlab chiqish zarur.

Mashinasozlik korxonalarida texnologik liniyalar ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Ularning to'g'ri loyihalanganligi, zamonaviy texnologiyalar bilan uyg'unlashuvi va avtomatlashtirilganligi sanoatning raqobatbardoshligini ta'minlaydi. O'zbekistonda bu yo'nalishda sezilarli yutuqlarga erishilmoqda, ammo hali yanada rivojlantirish uchun salohiyat mavjud.

Shu sababli, avtomatik liniyalarni joriy etish nafaqat texnologik, balki iqtisodiy va ijtimoiy jihatdan ham katta ahamiyatga ega.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] G'ulomov N. "Mashinasozlik asoslari", Toshkent, 2021.
- [2] Mashinasozlik asoslari. O'quv qo'llanma. Toshkent: O'zbekiston Milliy Universiteti, 2019.
- [3] Xaydarov, A. "Avtomatlashtirish va mashinasozlik tizimlari". Toshkent: Fan, 2021.
- [4] Popov, V. "Avtomatizatsiya proizvodstvennyx liniy". Moskva: Mashinostroenie, 2018.
- [5] International Journal of Machine Tools & Manufacture, Elsevier, 2022.
- [6] O'zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish vazirligi hisobotlari, 2023.
- [7] German Engineering Federation (VDMA) – Annual Report, 2021.
- [8] Bekmurodov, A. "Mashinasozlikda innovatsion texnologiyalar". Toshkent: Innovatsiya, 2020.
- [9] Ulug'ov, S. "Mashinasozlikda avtomatik boshqaruv tizimlari". Samarqand: Zarafshon, 2017.
- [10] Ivanov, P. "Modern Manufacturing Automation". Berlin: Springer, 2019.

Mualliflar haqida ma'lumot / Information about the authors

Kucharov Termiz davlat pedagogika instituti,
Sardorbek "Texnologiya va geografiya" kafedrasi
Akmalovich/ o'qituvchisi.
Sardorbek E-mail: sardor@mail.com
Kucharov Tel.: +99897-785-94-48
<https://orcid.org/0009-0001-6386-1209>



Selection of optimal forecasting models in road transport freight planning

Z.Y. Yusufkhonov¹ ^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article discusses the issues of selecting optimal forecasting models in road freight planning. The selection of optimal forecasting models for the studied time series for road transport is carried out in two ways: In the first option, forecasting models are built based on dynamic series, and in the second, multifactor forecasting models are developed. Comparing the results of these options made it possible to determine whether forecasting using a multifactor model is closer to realistic results when choosing the optimal model.

Keywords: forecasting, multivariate, modeling, regression analysis, time series, optimal model

Avtomobil transportida yuk tashishni rejalashtirishda optimal bashoratlash modellarini tanlash

Yusufxonov Z.Y.¹ ^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Tashkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada avtomobil transportida yuk tashishni rejalashtirishda optimal bashoratlash modellarini tanlash masalalari muhokama qilinadi. Avtomobil transporti uchun o'rganilgan vaqt qatorlari uchun optimal bashoratlash modellarini tanlash ikki variantda amalga oshiriladi: birinchi variantda dinamika qatorlari bo'yicha bashoratlash modellari quriladi, ikkinchisida esa ko'p omilli bashoratlash modellari ishlab chiqiladi. Ushbu variantlarning natijalarini taqqoslash, optimal modelni tanlashda ko'p omilli model yordamida bashoratlash qilishning real natijalarga yaqinroq ekanligini aniqlashga imkon berdi.

Kalit so'zlar: bashoratlash, ko'p omilli, modellashtirish, regressiya tahlili, vaqt qatorlari, optimal model

1. Kirish

Respublika iqtisodiyotini rejalashtirish va boshqarishning dolzarb muammolarini hal qilish zarurati iqtisodiy tahlil va axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish uchun matematik usullarni qo'llashni talab qiladi. Ushbu vazifalardan biri malakali mutaxassislarning axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalangan holda reja variantlarini tahlil qilish jarayonida bevosita ishtirok etish usullarini ishlab chiqishdir. Bu muammoni hal qilish iqtisodiy jarayonlarning yetarlicha aniq matematik modellarini va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari doirasini chuqurlashtirishni talab qiladi.

Iqtisodiyotda ko'pincha bashoratlashlashtirish va matematik dasturlash usullari qo'llaniladi. Kompyuter texnologiyalari va iqtisodiy-matematik usullar yordamida amalga oshiriladigan bashoratlash hisob-kitoblari ko'p variantli bo'lib, bu transportni boshqarishning muhim masalalarini eng yaxshi tarzda hal qilish imkonini beradi. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari katta operativ xotiraga va yuqori ma'lumotlarni qayta ishlash tezligiga ega bo'lib, qisqa vaqt ichida matematik model bo'yicha zarur hisob-kitoblarni amalga oshiradi va keyingi tahlil uchun qulay shaklda javob beradi. O'z navbatida, kompyuter texnologiyalarining javob berish tezligi bashoratlash tizimlari bloklarining matematik ishlab chiqilganlik

darajasiga, ya'ni tizimning ichki algoritmik va dasturiy ta'minotiga bog'liq.

Tashuvchilar oldida turgan dolzarb vazifalardan biri yuk oqimlari rivojlanishini xarakterlovchi bashoratlash axborotining ishonchlik darajasini iqtisodiy baholash usullarini ishlab chiqishdir. Bu usullar natijalarning ishonchligini kafolatlashi, bashoratlash axborotidan rejalashtirish jarayonida va ushbu iqtisodiyot sohasini takomillashtirishda foydalanishning maqsadga muvofiqligini ta'minlashi kerak.

Optimal rejani tuzish uchun dastlabki axborotning noaniqligi oqibatlarini bartaraf etishga qaratilgan qo'shimcha kapital investitsiyalarga teng keladigan bashoratlash axborotidan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Biroq, faqat tekshiruv natijasida haqiqiy ma'lumotlarga nisbatan yetarlicha ishonchli deb topilgan bashoratlash axborotidan foydalanish mumkin.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Avtomobil transportida o'rganilgan vaqt davrlari uchun yuk tashish hajmini bashoratlash qilish uchun optimal modellar tanlovi ikki variantda amalga oshirildi, bu esa olingan bashoratlash natijalarining ishonchligini aniqlashga xizmat qildi [2]. Shunday qilib, birinchi variantda bashoratlash modellari eksponensial tekislash usuli

^a <https://orcid.org/0000-0003-4233-9304>



yordamida dinamika qatorlari bo'yicha quriladi, ikkinchisida esa ko'p omilli bashoratlash modellari.

BIRINCHI VARIANT. Yuk tashish hajmini ekstrapolyatsiya orqali bashoratlash qilishda asosiy o'rinni vaqt qatorini eng yaxshi yaqinlashtiradigan $y(t)$ funksiyasini tanlash egallaydi. Bu tanlovning to'g'riligi modelning o'rganilayotgan hodisaga mosligini katta darajada belgilaydi.

O'rganilayotgan ko'rsatkichlarning umumiy tendensiyasini aniqlash uchun ishda uchta funksiya ishlatildi:

- to'g'ri chiziqli

$$y = a_0 + a_1 t \quad (1)$$

- ikkinchi darajali (parabolik)

$$y = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 \quad (2)$$

- darajali funksiya

$$y = a_0 * a_1^t \quad (3)$$

Bashoratlash funksiyalari parametrlari eng kichik kvadratlar usuli yordamida hisoblanadi, bu usul iqtisodiy tadqiqotlarda keng qo'llaniladi. Eng yaxshi funksiyani tanlash quyidagi mezonlar asosida amalga oshirildi:

- o'rtacha mutlaq og'ish;
- o'rtacha kvadratik og'ish;
- variatsiya koeffitsienti;
- korrelyatsiya koeffitsienti.

Standart dastur yordamida "yuk tashish hajmi" ko'rsatkichi uchun quyidagi hisoblash modellari tuziladi (1-jadval).

1-jadval

Yuk tashish hajmini bashoratlash qilish uchun hisoblash modellari

Ko'rsatkich	Modellar	Me'zonlar			
		A	σ	$v, \%$	R^2
Yuk tashish hajmi	$Y_{qt} = 144,02 + 12,245t$	0,00 1	16,3 7	11,3 7	0,946 4
	$Y_{qt} = 126,822 + 12,245t + 0,469t^2$	0,00 1	4,32	3,0	0,996 9
	$Y_{qt} = 2,0941 * 0,0397^t$	1,78	6,07	4,2	0,993 9

Mezonlarni tahlil qilgandan so'ng, "yuk tashish hajmi" ko'rsatkichi uchun quyidagi bashoratlash modellari tanlandi (2-jadval).

2-jadval

Avtomobil transportida yuk tashish hajmini bashoratlash qilish modellari

Ko'rsatkich	Modellar	RMS xatolik	
		%	Holatlar birligi
Yuk tashish hajmi	$Y_{qt} = 126,822 + 12,245t + 0,469t^2$	3,0	4,32

Yuk tashish hajmining yaqinlashtirishdagi o'rtacha xatosi 3,0 foizni tashkil etdi.

Biroq, tendensiya usullari har doim ham qoniqarli natijalar bermaydi. Ehtimol, eksponensial tekislash yordamida haqiqiy ma'lumotlarni tekislash orqali yuk tashish hajmini belgilovchi va shakllantiruvchi omillarning ta'sirini kuzatish va hisobga olish mumkin emas, chunki ularning barchasi bir umumiy omil – vaqtga birlashadi.

IKKINCHI VARIANT. Yuk tashish hajmi modellari qurish uchun ko'p bosqichli regressiya tahlili qo'llanildi, uning mohiyati shundaki, har bir keyingi bosqichda t-kriteriyaga muvofiq statistik jihatdan ahamiyatsiz omillar chiqarib tashlanadi.

Iqtisodchilar uchun tanlangan ko'p regressiya tenglamasi orqali aniqlangan samarali ko'rsatkich qiymatlari eng yaxshi, o'zaro bog'liq bo'lmagan va ko'rib chiqilgan vaqt davrida barqaror samarali baholar bo'lishi juda muhimdir. Yuk tashishning ko'p omilli modelini qurishda to'g'ri chiziqli bog'lanish bilan cheklanish mumkin, chunki chiziqli modellar oddiy bo'lib, nisbatan kam hisob-kitob talab qiladi va ularni hal qilish metodologiyasi yetarlicha yaxshi ishlab chiqilgan.

Avtomobil transporti yuk tashishni reja asosida amalga oshiradi, bu esa transportning texnik rejasining qolgan bo'limlarini ishlab chiqish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Tabiiyki, savol tug'iladi: tanlangan transport reja varianti avtomobil transporti parkidan eng to'liq va oqilona foydalanishni, asosiy texnik va ekspluatatsion ko'rsatkichlarning eng yaxshi qiymatlarini, maksimal foyda va rentabellikni ta'minlaydimi?

Ushbu muammoni hal qilishning samaradorligi aniqlikka bog'liq, aniqlik darajasi esa o'z navbatida avtomobil transporti korxonalari, sanoat va butun iqtisodiyot tomonidan ko'riladigan yo'qotishlar miqdorini belgilaydi.

3. Tahlillar va natijalar

Avtomobil transporti faoliyatini tahlil qilish va rejalashtirishning mavjud usullari funksional munosabatlar va ko'rib chiqilayotgan har bir alohida omilning izolyatsiyalangan ta'siri haqidagi taxminlarga asoslanadi. Aslida, faqat barcha omillarning kompleks miqdoriy bahosi avtomobillar va tirkamalardan foydalanish darajasini, ularning ish natijalarini ko'rsatishi mumkin. Shuning uchun respublika avtomobil transporti tomonidan yuk tashish hajmini modellashtirishda quyidagi texnik va ekspluatatsion ko'rsatkichlar asosiy o'zgaruvchilar sifatida qabul qilindi:

$A_{o'r}$ – o'rtacha avtomobillar soni, dona;

AK_{ish} – ishda bo'lgan avtomobil-kunlar, ming avtomobil-kun;

$q_{o'r}$ – o'rtacha yuk ko'tarish qobiliyati, tonna;

$l_{o'r}$ – o'rtacha kunlik masofa, km;

$l_{o'r.yuk}$ – bir qatnovda o'rtacha yukli masofasi, km;

α_{ish} – avtomobilning ishga chiqish koeffitsienti;

β – masofadan foydalanish koeffitsienti;

γ – yuk ko'tarish qobiliyatidan foydalanish koeffitsienti;

T_m – avtomobilning marshrutda bo'lish o'rtacha vaqti, soat;

V_e – ekspluatatsion tezlik, km/soat.

Respublika avtomobil transporti tomonidan yuk tashish hajmini bashoratlash qilish uchun ko'p omilli modellar qurishda omil-argumentlarni yo'naltirilgan tanlash usuli qo'llanildi, bu yaxshi natijalar beradi [2,4].

Avtomobil transporti uchun ushbu usul yordamida yuk tashish hajmini bashoratlash qilishda barcha iqtisodiy va matematik talablarga javob beradigan 3 ta model olindi [3]:

$$1. y_q = -898,07 + 709,1\alpha_{ish} + 681,63\beta + 225,02\gamma - 3,55V_e + 0,843 l_{o'r} + 4,144 l_{o'r.yuk};$$

$$2. y_q = -1010,86 + 0,045AK_{ish} + 312,28\beta + 172,93\gamma + 25,3 T_m + 21,437V_e - 4,55l_{o'r};$$



$$3. y_q = -714,14 + 0,034AK_{ish} + 216,89\beta + 66,65\gamma + 7,454 V_e - 1,86 l_{o'r} + 2,06 l_{o'r,yuk};$$

Ushbu modellar uchun ko'p korrelyatsiya koeffitsienti ancha yuqori: 0,9971 dan 0,9996 gacha, ya'ni avtomobil transporti tomonidan tashish hajmining 99,4% dan 99,9% gacha ko'rib chiqilgan modellar tarkibiga kiritilgan omillarga bog'liq.

Har bir modelni baholash uchun qisman koeffitsientlar t - Student qiymatlarini hisoblash kerak. Natijalarni ishonchligini asoslash uchun qoldiq dispersiya aniqlanadi, ya'ni guruhlash asosini tashkil etmaydigan omillarga bog'liq xususiyat qiymatining o'zgarishi bilan aniqlanadi. Har bir model uchun quyidagilar hisoblanadi: Fisher me'zoni (F) va jadvaldagi (F_{jad}) bilan taqqoslanadi; korrelyatsiya koeffitsienti R; o'rtacha kvadratik xato; determinatsiya koeffitsienti R^2 ; Student kriteriyasi t_R , u ham jadval bilan taqqoslanadi.

Agar qisman regressiya koeffitsientlari t_R jadvaldagi qiymatlarini qoniqtirmasa, ya'ni qoldiq dispersiya oshmasa, eng kichik koeffitsient qiymatiga ega omil-argument modeldan chiqarib tashlanadi [5].

Bu har bir ko'p omilli modelning ishonchligini baholash metodologiyasi bo'lib, u kompyuter texnologiyasidagi dastur algoritmiga kiritilgan. Uchta model uchun keltirilgan qiymatlar 3-jadvalda berilgan.

3-jadval

Avtomobil transportida yuk tashish hajmi modellarining xususiyatlari

Regressiya tenglamasining statistik xarakteristikalar	Modellar		
	1	2	3
$t_{AK_{ish}}$	-	1188,8	907,45
$t_{\alpha_{ish}}$	67,26	-	-
t_{β}	10,56	11,31	8,04
t_{γ}	2,41	5,27	2,8
t_{T_m}	-	15,89	-
t_{V_e}	2,32	225,61	38,79
$t_{l_{o'r}}$	1,82	2,68	2,42
$t_{l_{o'r,yuk}}$	368,74	-	17,38
$\sigma_{o'r}^2$	48,0	9,3	6,8
F	113,73	589,09	808,97
F_{jad}	6,04	6,04	6,04
R	0,9971	0,9994	0,9996
R^2	99,4	99,9	99,9
σ_R	0,003	0,0006	0,0004
t_R	342,2	1768,3	2427,9

3-model eng kichik σ qiymatiga ega, unda ko'p korrelyatsiya koeffitsienti $R = 0,9996$ va $t_R = 2427,914$. Qolgan modellar ham barcha talablarga javob beradi va tahlil uchun qabul qilinishi mumkin (ayniqsa, ular turli omil-argumentlarni o'z ichiga olganligi sababli). Faqat 1-modelda qisman koeffitsient qiymatlari 1,82; 5% ahamiyat darajasida jadvaldagi qiymatlarni qondirmaydi (3-jadval), lekin umuman olganda model amaliy maqsadlar uchun mos keladi.

Statistik tahlil uchun 2-model olinadi, unda ko'p determinatsiya koeffitsienti $R^2 = 0,998$, ya'ni avtomobil transporti tomonidan yuk tashish hajmining 99,8% omillarga bog'liq:

- AK_{ish} - ishda bo'lgan avtomobil-kunlar, avtomobillarga xizmat ko'rsatish va ta'mirlashni tashkil qilishni, korxonalarni haydovchilar bilan ta'minlashni, transportni rejalashtirish sifatini xarakterlaydi;

- β - yugurishdan foydalanish koeffitsienti, avtomobil transporti korxonasiining nisbiy joylashuvi, yuk olib keluvchi va qabul qiluvchi punktlar, oqilona yo'nalishlarni amalga oshirish darajasi, yuk tashishni tashkil qilishni xarakterlaydi;

- γ - yuk ko'tarish qobiliyatidan foydalanish koeffitsienti, tashiladigan yuklarning turi va hajmini, transport parkining turi va yuk ko'tarish qobiliyatini aks ettiradi;

- T_m - marshrutda bo'lish vaqti, modelga kiritilmagan omillarning ta'sirini hisobga oladi;

- $l_{o'r}$ - yuk tashishning o'rtacha masofasi, transportni boshqarish darajasini, ishlab chiqilgan yo'nalishlar sifatini, mijozlar geografiasini va ularni avtomobil transporti korxonalariga oqilona taqsimlashni aks ettiradi;

- V_e - ekspluatatsion tezlik, liniyadagi bo'sh vaqtni hisobga oladi.

Regressiya koeffitsientlariga ko'ra, tashish hajmiga eng katta ta'sir ko'rsatadigan omillar aniqlandi. Masalan, agar AK_{ish} 100 kunga oshirilsa, tashish hajmi Q, 4,5 ming tonnaga oshadi. β ni atigi 0,01 ga oshirish Q ni 3,12 ming tonnaga oshiradi; γ ni 0,01 ga oshirish Q ni 1,73 ming tonnaga oshiradi. T_m ni 1 soatga oshirish Q ni 25,32 ming tonnaga oshiradi. V_e ni 0,1 km/soatga oshirish Q ni 2,1 ming tonnaga oshiradi, $l_{o'r}$ ni 0,1 km ga qisqartirish esa Q ni 0,45 ming tonnaga oshiradi.

Yuk tashish hajmini bashoratlash qilish modelning parametrlari va omillarning qiymatlarini bilgan holda, kelajakda avtomobil transporti rivojlanish darajasini hisoblash mumkin. Ushbu muammoni hal qilish uchun ushbu omillarning bashoratlash qiymatlari eksponensial tekislash usuli yordamida aniqlanadi [6, 7].

Quyida har bir ko'rsatkich (omillar) uchun bashoratlash modellari keltirilgan:

$$\begin{aligned} - AK_{ish} &= 5482,27 + 237,3t + 14,5t^2; \\ - \beta &= 0,658 + 0,008t; \\ - \gamma &= 0,562 + 0,003t; \\ - T_m &= 1,052 + 0,00053t + 0,00014t^2; \\ - l_{o'r} &= 9,918 + 0,053t; \\ - V_e &= 18,19 + 0,064t; \\ - q_{o'r} &= 202,4 + 3,375t; \\ - l_{o'r,yuk} &= 20,41 + 0,202t. \end{aligned}$$

Omllarning bashoratlash qiymatlarini regressiya tenglamalariga qo'yish respublikada avtomobil transporti rivojlanishining umumiy tendensiyasini aniqlaydi. Avtomobil transporti tomonidan yuk tashish hajmining yaqinlashtirishdagi o'rtacha xatosi 2% ni tashkil etdi. Bu bashoratlash natijalarining yuqori ishonchligini ko'rsatadi.

Muhokamalar. Boshqa bashoratlashlashtirish usullaridan foydalanish, ularning soddaligiga qaramay, yomonroq natijalarga olib keladi. Bu avtomobil transporti tomonidan yuk tashish hajmining ko'p omilli bashoratlashlashtirish usuli va eksponensial tekislash usuli yordamida dinamika qatorlari bo'yicha olingan bashoratlashning taqqoslanishi bilan tasdiqlanadi (4-jadval).



4-jadval

Avtomobil transportida yuk tashish hajmini
bashoratlash qilish uchun optimal modelni tanlash
(shartli birliklar)

Haqiqiy qiymatlar	Bashoratlash modeli		Bashorat qilingan va haqiqiy qiymatlar o'rtasidagi farq	
	1- variant	2- variant	1- variant	2- variant
293,7	296,2	294,1	2,5	0,4
328,6	318,3	326,0	-10,3	2,6
343,5	341,3	343,5	-2,2	-
359,3	365,3	363,2	6,0	3,9
372,0	390,2	386,0	18,2	14,0

Yuk tashish hajmini bashoratlash qilishda har bir dastlabki ma'lumotlarga eng yaxshi yaqinlashtirishni eng kichik kvadratik og'ishga (σ) ega funksiya berishi asosida aniqlanadi.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n-1}} \quad (4)$$

Ikkala variantning natijalarini taqqoslash avtomobil transporti yuk tashish hajmini ko'p omilli model yordamida bashoratlash qilish real natijalarga yaqinroq ekanligini aniqlashga imkon berdi [8]. Bu qurilgan modellar haqiqiy hisobot ma'lumotlariga qo'llanilganda tasdiqlandi (4-jadval).

4. Xulosa

Ko'p omilli bashoratlash usuli, bizning fikrimizcha, eng mukammal hisoblanadi. Vaqt va omil xususiyatlaridagi o'zgarishlarni, shuningdek, model parametrlarini, hatto ular ancha murakkab rivojlanishga ega bo'lsa ham, hisobga olish imkonini beradi va yaxshi natija beradi, rejalashtirish organlari uchun avtomobil transportining asosiy ko'rsatkichlarini rivojlantirish istiqbollari aniqlashning ishonchli vositasidir.

Yuk tashish hajmini aniqlash uchun bashoratlash muammolarini hal qilish uchun korrelyatsiya-regressiya tenglamalariga asoslangan iqtisodiy-matematik model sanoat rejasini shakllantirishga ta'sir qiluvchi o'zaro bog'liq omillarni to'liq tahlil qilish asosida uzoq muddatli rejalar sifatini asoslash imkonini beradi.

Taklif qilingan bashoratlash metodologiyasi (ko'p omilli model) texnik va tashkiliy omillarning yuk tashish darajasiga ta'sirini aniqroq baholash, omillar o'rtasidagi munosabatlarning xarakteri va aloqasini aniqlash imkonini beradi, bu esa o'z navbatida texnik va tashkiliy omillarning kombinatsiyalarini amalga oshirish, yuk hosil bo'lishini aniqlash va ushbu yuklarni avtomobil transportlarida tashishda aniq harakatlar rejasini tuzish imkonini beradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Marupov M., Yusufkhonov Z. – CHOICE OF THE OPTIMUM FORECASTING MODEL IN DIFFERENT VALUE OF INITIAL INFORMATION. UNIVERSUM. pp. 23-26.
- [2] Ceder A. – Public-Transport Automated Timetables using Even Headway and Even Passenger Load Concepts Transportation, 32nd Australasian Transport Research Forum. 2009. pp.1-17.
- [3] Жураев М. Н., Ахмедов Д. Т., Мустанов О. Г., Юсуфхонов З. Ю. – Оценка влияния состояния дорожной инфраструктуры на характер координационной модели. Universum: технические науки. 2022. стр. 2-3, 19-24.
- [4] Kosimov M. – PECULIARITIES OF THE ORGANIZATION OF LOGISTICS SERVICES IN INTERNATIONAL FREIGHT. In ECONOMIC ASPECTS OF INDUSTRIAL DEVELOPMENT IN THE TRANSITION TO A DIGITAL ECONOMY. 2020. pp. 44-49.
- [5] Giyasidinov A. Sh., Maxmudov J., Samatov G. A., Sarvirova N. S. – E-CMR-an impulse to innovative development of the transport industry. International Engineering Journal For Research & Development. 2020. pp 5-6.
- [6] Саматов Г. А., Сарвирова Н. С. – Эффективность создания экономической системы цифровых транспортных коридоров. Транспорт в интеграционных процессах мировой экономики. 2020. стр. 77-78.
- [7] Атаджанова З. С., Мурадов А. С. – Пути развития логистической инфраструктуры железнодорожного транспорта. Логистика-евразийский мост. 2019. pp. 22-26.
- [8] Murodov A., Atajanova Z., Yusufkhonov Z. – DETERMINATION OF THE MAIN CRITERIA WHEN SELECTING CARGO TRANSPORTATION. UNIVERSUM. pp 27-29.
- [9] Jyraev M., Yusufkhanov Z., Akhmedov D. – Modeling the system of vehicle and driver activity. Universum: технические науки, 2022 (1-3 (94)), pp. 71-73.
- [10] Urokovich K. A., Axmedovich M. I., Dostmurodovich S. O. XALQARO MARSHRUTLARDA YUK OQIMLARINI O'Z MUDDATIDA YETKAZIB BERISHNI REJALASHTIRISH. Eurasian Journal of Academic Research. 2024. 4(2-2), 73-78.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Yusufxonov Toshkent davlat transport universiteti,
Zokirxon Transport logistika kafedrasida katta
Yusufxon o'qituvchisi (PhD).
o'g'li / E-mail: zyusufxonov1991@gmail.com
Zokirxon Tel.: +998909761120
Yusufkhonov <https://orcid.org/0000-0003-4233-9304>



Ways to improve the calculation of current assets based on international standards and accounting

B.K. Bobobekov¹

¹Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzakh, Uzbekistan

Abstract: This article analyzes the calculation of current assets based on International Financial Reporting Standards (IFRS) and ways to improve the accounting system. In the research process, national practice was compared with international experience, statistical data were analyzed, and the importance of current assets in ensuring the financial stability of enterprises was revealed. Also, scientifically based proposals for the modernization of the accounting system in Uzbekistan have been developed.

Keywords: current assets, international financial reporting standards, IFRS, accounting, financial stability, investment attractiveness, liquidity, asset management

Joriy aktivlarning xalqaro standartlar asosida hisoblanishi va buxgalteriya hisobini takomillashtirish yo‘llari

Bobobekov B.K.¹

¹Jizzax politexnika instituti, Jizzax, O‘zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada joriy aktivlarning xalqaro moliyaviy hisobot standartlari (IFRS) asosida hisoblanishi va buxgalteriya hisobi tizimini takomillashtirish yo‘llari tahlil qilingan. Tadqiqot jarayonida milliy amaliyot xalqaro tajriba bilan qiyoslangan, statistik ma‘lumotlar tahlil qilinib, korxonalar moliyaviy barqarorligini ta‘minlashda joriy aktivlarning ahamiyati ochib berilgan. Shuningdek, O‘zbekistonda buxgalteriya hisobi tizimini modernizatsiya qilish bo‘yicha ilmiy asoslangan takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: joriy aktivlar, xalqaro moliyaviy hisobot standartlari, IFRS, buxgalteriya hisobi, moliyaviy barqarorlik, investitsiya jozibadorligi, likvidlik, aktivlarni boshqarish

1. Kirish

Bozor iqtisodiyoti sharoitida har bir xo‘jalik yurituvchi subyektning moliyaviy holatini barqaror ushlab turishi bevosita joriy aktivlardan samarali foydalanishga bog‘liq [1]. Joriy aktivlar qisqa muddatli moliyaviy resurslar bo‘lib, ular korxona aylanma mablag‘larini tashkil etadi va ishlab chiqarish hamda tijorat jarayonlarida tezkor pul oqimiga aylanishi mumkin [2]. Mazkur aktivlarning samarali boshqarilishi nafaqat korxonaning likvidligini ta‘minlaydi, balki uning kreditorlar va investorlar oldidagi ishonchligini ham oshiradi [3].

Bugungi kunda xalqaro moliyaviy hisobot standartlari (IFRS) moliyaviy axborotning shaffofligi, taqqoslanuvchanligi va ishonchligini ta‘minlashda muhim vosita hisoblanadi [4]. Xususan, IFRSning “Inventories” (IAS 2) standarti joriy aktivlarning asosiy qismini tashkil etuvchi tovar-moddiy zahiralarni baholash va hisobga olish tartibini belgilab beradi [5]. Ushbu standartlar asosida hisobot yuritish korxona faoliyatining oshkorligini ta‘minlab, xorijiy investorlar uchun yanada qulay investitsiya muhitini yaratadi [6].

Shu bois, O‘zbekiston sharoitida joriy aktivlarning xalqaro standartlarga muvofiq hisobini yuritish dolzarb masalalardan biri bo‘lib qolmoqda. Milliy amaliyotda ayrim kamchiliklar mavjud bo‘lsa-da, xalqaro tajribani joriy etish orqali buxgalteriya hisobi tizimini yanada takomillashtirish

imkoniyati kengdir [7]. Mazkur maqolada joriy aktivlarning nazariy asoslari, xalqaro standartlar doirasidagi hisob yuritish tamoyillari, amaliy muammolar va ularning yechimlari hamda buxgalteriya hisobini takomillashtirish bo‘yicha ilmiy takliflar yoritiladi.

Adabiyotlar sharhi

Ilmiy adabiyotlarda joriy aktivlarning nazariy asoslari va amaliy ahamiyati keng yoritilgan bo‘lib, ular moliyaviy barqarorlikni ta‘minlashning muhim elementi sifatida qaraladi. Jumladan, IFRS 2-sonli standarti (IAS 2 “Inventories”) tovar-moddiy zahiralarni baholash va hisobini yuritish tartibini belgilaydi [5]. Ushbu standart bo‘yicha zahiralar ishlab chiqarish tannarxi yoki so‘f realizatsiya qiymatining eng kichigi bo‘yicha baholanadi, bu esa moliyaviy hisobotning adolatli va ishonchli bo‘lishini ta‘minlaydi [4].

Xalqaro tajribada ko‘plab davlatlar ushbu standart asosida moliyaviy hisobot tizimini shakllantirgan bo‘lib, bu ularning investitsion jozibadorligini oshirgan hamda xalqaro kapital bozorlariga chiqish imkoniyatlarini kengaytirgan [2]. Masalan, Yevropa Ittifoqida IFRS majburiy qo‘llanilishi natijasida korxonalarning moliyaviy shaffofligi oshgan va investitsiya oqimlari hajmi sezilarli darajada ko‘paygan [6]. Shuningdek, AQShda GAAP tizimida ham joriy aktivlar hisobini yuritishda qat‘iy qoidalar mavjud bo‘lib, ular aktivlarning likvidligi va pul oqimlariga ta‘sirini aniq ko‘rsatib beradi [8].

 <https://orcid.org/0000-0002-1230-5552>



O'zbekistonlik olimlar ham ushbu masalaga alohida e'tibor qaratgan. Rustamov N. (2021) o'z tadqiqotlarida korxonalarda joriy aktivlarning samarali boshqaruvi moliyaviy barqarorlikka bevosita ta'sir qilishini asoslab bergan [1]. Xudoyberdiyev A. (2022) esa buxgalteriya hisobining xalqaro standartlarga moslashtirilishi milliy iqtisodiyotning global integratsiyasini jadallashtirishini ta'kidlab o'tgan[3]. Qodirov A. (2022) tomonidan olib borilgan izlanishlarda esa erkin iqtisodiy zonalarida faoliyat yurituvchi korxonalarda joriy aktivlarni boshqarish uslublari xalqaro tajribaga yaqinlashgani va bu ularning moliyaviy samaradorligini oshirayotganini ko'rsatib bergan [7].

Shu bois, mavjud adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, joriy aktivlarning xalqaro standartlar asosida hisoblanishi nafaqat moliyaviy natijalarni yaxshilash, balki milliy iqtisodiyotning xalqaro tizimga integratsiyasini jadallashtirishda ham muhim omil hisoblanadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot metodologiyasi bir nechta bosqichlarni o'z ichiga oladi va ularning har biri joriy aktivlarning xalqaro standartlar asosida hisoblanishini tahlil qilishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Birinchi bosqich – adabiyotlar va normativ-huquqiy hujjatlarni tahlil qilish. Ushbu bosqichda xalqaro moliyaviy hisobot standartlari (IFRS), xususan IAS 2 “Inventories” hamda boshqa tegishli konseptual hujjatlar o'rganildi [5]. Shu bilan birga, O'zbekiston Respublikasida amalda bo'lgan “Buxgalteriya hisobi to'g'risida”gi Qonun va Moliya vazirligi tomonidan tasdiqlangan milliy standartlar ham qiyosiy jihatdan tahlil qilindi [9].

Ikkinchi bosqich – O'zbekiston korxonalarida joriy aktivlarning hisobini empirik o'rganish. Tadqiqot davomida bir qator sanoat korxonalarining moliyaviy hisobotlari tahlil qilinib, ularning joriy aktivlarni hisoblash va taqdim etishdagi yondashuvlari statistik usullar orqali baholandi[1].

Uchinchi bosqich – xalqaro tajriba bilan qiyosiy tahlil. Bunda Yevropa Ittifoqi, AQSh (GAAP tizimi) va Osiyo davlatlari (Xitoy, Yaponiya) tajribasi o'rganildi [2]. Bu qiyosiy tahlil orqali milliy amaliyotda mavjud bo'lgan kamchiliklar va rivojlantirish imkoniyatlari aniqlab olindi.

To'rtinchi bosqich – statistik va grafik tahlillar. Joriy aktivlarning ulushi, likvidlik ko'rsatkichlari hamda qisqa muddatli moliyaviy majburiyatlar bilan o'zaro bog'liqligi SPSS va Excel dasturlari yordamida qayta ishlanib, jadval va diagrammalar shaklida taqdim qilindi [10].

Beshinchi bosqich – ilmiy xulosalar va takliflar ishlab chiqish. Tadqiqot natijalari asosida O'zbekiston korxonalarida joriy aktivlarning xalqaro standartlarga mos hisobini yuritish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqildi, ularning amaliy ahamiyati asoslab berildi [3].

Muhokama va natijalar

O'zbekiston iqtisodiyoti sharoitida joriy aktivlar korxonalarning moliyaviy barqarorligini ta'minlashda markaziy o'rin tutadi. Chunki ular korxonaning qisqa muddatli majburiyatlarni bajarish qobiliyatini ifodalaydi va ishlab chiqarish jarayonini uzluksiz davom ettirish uchun asosiy manba hisoblanadi.

Mavjud amaliyot shuni ko'rsatmoqdaki, O'zbekiston korxonalarida joriy aktivlarning ulushi umumiy aktivlarning 45–55 foizini tashkil etadi [11].

Davlat statistika qo'mitasi va Moliya vazirligi hisobotlari asosida 2021–2023 yillarda sanoat korxonalarida joriy aktivlarning o'sish dinamikasi quyidagicha:

1-jadval

Yil	Umumiy aktivlar (mlrd so'm)	Joriy aktivlar (mlrd so'm)	Ulushi (%)	Likvidlik ko'rsatkichi (Current Ratio)
2021	1200	540	45,0	1,25
2022	1350	675	50,0	1,35
2023	1500	825	55,0	1,48

Mazkur jadvaldan ko'rinib turibdiki, joriy aktivlarning ulushi ham, likvidlik ko'rsatkichlari ham barqaror o'sib bormoqda. Bu o'sish korxonalarning qisqa muddatli moliyaviy resurslardan samarali foydalanayotganidan dalolat beradi [1].

Xalqaro tajribaga ko'ra, AQShda GAAP standartlari asosida joriy aktivlar qat'iy tasniflanadi, ya'ni naqd pul, debitorlik qarzlari, zahiralalar va boshqa qisqa muddatli resurslar alohida ko'rsatiladi[8]. Bu investor va kreditorlarga korxonaning moliyaviy imkoniyatlarini tezkor baholash imkonini beradi.

Yevropa Ittifoqida esa IFRS majburiy tatbiq etilishi korxonalar moliyaviy shaffofligini oshirgan, natijada investitsiya oqimlari hajmi ko'paygan. Masalan, Germaniyada IFRS joriy etilgach, xorijiy investitsiyalar hajmi 20 foizdan ortiq oshgani qayd etilgan[6].

Osiyo mamlakatlari tajribasiga murojaat qilganda, Xitoy va Janubiy Koreyada joriy aktivlarni real vaqt rejimida monitoring qilish uchun raqamli platformalar joriy etilgan. Bu hisob-kitoblarning aniqligi va samaradorligini sezilarli darajada oshirgan[2].

O'zbekiston korxonalarida quyidagi muammolar kuzatilmoqda:

Joriy aktivlarning baholanishida milliy standartlar bilan cheklanish va IFRS talablariga to'liq mos kelmaslik;

Moliyaviy hisobotlarda joriy aktivlarning tarkibi bo'yicha batafsil ma'lumotning yetarli emasligi;

Ba'zi korxonalarda eskirgan hisob tizimidan foydalanish, natijada aktivlarning real qiymatini aniqlashda qiyinchiliklar paydo bo'lmoqda;

Moliyaviy tahlil jarayonida zamonaviy dasturiy vositalar (ERP, SAP, Oracle) yetarlicha qo'llanilmayapti [3].

Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun quyidagi chora-tadbirlar zarur:

Joriy aktivlar hisobi va bahosini IFRS talablariga moslashtirish;

Moliyaviy hisobotlarda joriy aktivlar tarkibini batafsil ko'rsatish, ya'ni naqd pul, debitorlik qarzlari va zahiralarni alohida ochib berish;

Korxonalarda raqamli texnologiyalar va dasturiy mahsulotlarni keng tatbiq etish;

Buxgalteriya xodimlari va moliyaviy menejerlar uchun xalqaro standartlar bo'yicha muntazam malaka oshirish kurslari tashkil etish;

Xalqaro tajribaga asoslanib, korxonalarda risklarni boshqarish tizimini kuchaytirish.

Shunday qilib, muhokama va natijalar shuni ko'rsatadiki, O'zbekiston korxonalarida joriy aktivlarning ulushi o'sib borayotgan bo'lsa-da, ularni hisoblash va boshqarishda xalqaro tajribani kengroq joriy etish zarur. Bu nafaqat korxonalarning moliyaviy barqarorligini



mustahkamlaydi, balki milliy iqtisodiyotning xalqaro integratsiyasini ham jadallashtiradi.

3. Xulosa

O'tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, joriy aktivlar korxonaning qisqa muddatli moliyaviy barqarorligi va umumiy iqtisodiy faoliyatini ta'minlashda muhim o'rin tutadi. 2021–2023 yillardagi tahlillar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

O'zbekiston korxonalarida joriy aktivlarning umumiy aktivlardagi ulushi o'rtacha 45–55 foizni tashkil etadi va bu ko'rsatkichning yildan-yilga ortib borishi moliyaviy resurslardan samarali foydalanilayotganidan dalolat beradi [11].

Xalqaro amaliyotda (IFRS va GAAP) joriy aktivlarning tarkibi aniq tasniflanadi va ularning baholash uslublari ishlab chiqilgan bo'lsa-da, O'zbekiston korxonalarida milliy standartlar bilan cheklangan yondashuv kuzatilmoqda [4].

Milliy amaliyotda ayrim korxonalarda joriy aktivlarni hisoblashda zamonaviy raqamli texnologiyalar yetarlicha qo'llanilmayapti, bu esa hisobotlarning aniqligini kamaytirmoqda.

Xalqaro tajribani joriy etish orqali moliyaviy shaffoflikni oshirish, xorijiy investitsiyalarni jalb qilish va iqtisodiyotning global integratsiyasini jadallashtirish mumkinligi aniqlangan.

Takliflar

IFRS talablariga to'liq moslashish: O'zbekiston korxonalarida joriy aktivlar hisobi IAS 2 ("Inventories") va boshqa tegishli xalqaro standartlarga moslashtirilsin [5].

Moliyaviy hisobotlarda tahliliy tafsilotlarni kengaytirish: joriy aktivlarning tarkibi (naqd pul, debitorlik qarzlari, zahiralari, qisqa muddatli investitsiyalar) alohida ochib berilsin, bu esa investor va kreditorlar uchun qulaylik yaratadi [6].

Raqamli texnologiyalarni keng joriy etish: ERP, SAP, Oracle kabi zamonaviy dasturlar asosida hisob-kitoblarni yuritilishi, real vaqt rejimida aktivlarni monitoring qilish tizimi ishlab chiqilsin [12].

Kadrlar malakasini oshirish: buxgalteriya hisobi va moliyaviy menejment sohasida xalqaro standartlar bo'yicha malaka oshirish dasturlari muntazam yo'lga qo'yilsin [3].

Risklarni boshqarish tizimini kuchaytirish: qisqa muddatli qarzlarni va joriy aktivlar o'rtasidagi muvozanatni

saqlash uchun zamonaviy risk-menejment vositalari joriy etilsin [8].

Ilmiy tadqiqotlarni kengaytirish: milliy va xalqaro olimlar hamkorligida joriy aktivlarni boshqarishning samarali modellari ishlab chiqilsin.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Rustamov N. O'zbekiston korxonalarida moliyaviy hisobot tizimi. – T.: Iqtisodiyot, 2021.
- [2] Nobes C., Parker R. Comparative International Accounting. – Pearson, 2020.
- [3] Xudoyberdiyev A. Buxgalteriya hisobi va audit. – Samarqand: SamDU, 2022.
- [4] IFRS Foundation. Conceptual Framework for Financial Reporting. – London, 2020.
- [5] IAS 2 "Inventories". International Accounting Standards Board, 2003.
- [6] Epstein B.J., Jermakowicz E.K. IFRS: Interpretation and Application. – Wiley, 2019.
- [7] Qodirov A. Moliyaviy hisobotlar tizimini xalqaro standartlarga moslashtirish masalalari. – "Iqtisodiyot va innovatsiya" jurnali, №3, 2022.
- [8] U.S. GAAP Standards. Financial Accounting Standards Board (FASB), 2018.
- [9] O'zbekiston Respublikasi "Buxgalteriya hisobi to'g'risida"gi Qonuni, 2016.
- [10] Gujarati D. Econometrics by Example. – Palgrave Macmillan, 2017.
- [11] O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi ma'lumotlari, 2023.
- [12] Deloitte (2021). Digital Finance and Accounting Transformation. – London.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Bobobekov	Jizzax politexnika instituti
Baxrom	Iqtisodiyot va menejment kafedrası
Kaxxarovich /	v.v.b. dotsenti
Bakhrom	E-mail: borya25878@gmail.com
Bobobekov	Tel.: +998 97 435 00 84



Development of the result of geodetic measurements and forecasting accidental movements

R.Kh. Mukarramov¹ ^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: In the article, based on the results of observations of the landslide site of the studied territory using GPS receivers, the sequence of data processing in the software, i.e., the preliminary and final processing procedure, was considered, and landslide movement was predicted.

Keywords: landslide site, relief, hazardous geological processes, base points, triangulation points, programs, spatial GPS network, state geodetic network, support network points, office work

Geodezik o'lchashlar natijasini ishlab chiqish va ko'chki siljishlarini bashorat qilish

Mukarramov R.X.¹ ^a

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada, o'rganilayotgan xududning GPS qabul qilgichlar yordamida ko'chki uchastkasida kuzatuv ishlari natijasi asosida ma'lumotlarni dasturiy ta'minotda qayta ishlash ketmaketligi ya'ni dastlabki hamda yakuniy ishlab chiqish tartibi ko'rib chiqish asosida ko'chki surilishi bashorat qilingan.

Kalit so'zlar: ko'chki uchastkasi, relef, xavfli geologik jarayonlar, asos punktlar, triangulyatsiya punktlari, dasturlar, fazoviy GPS – tarmoq, davlat geodezik tarmoq, tayanch tarmoqlari punktlari, kameral ishlari

1. Kirish

Ko'chki uchastkasi qismida tayanch geodezik tarmoq punktlarini koordinatalarini GPS sistemasi yordamida aniqlash maqsadida kuzatishlar olib borilgan.

Ushbu obyektida bajarilgan o'lchash natijalarini kameral qayta ishlash dastlabki hisoblashlar va geodezik tarmoqlarni tenglashtirish kabi bosqichini o'z ichiga oladi. Dastlabki hisoblashlarda tarmoqning kuzatish punktlari oralig'idagi bazis chiziqlari – vektorlari hisoblanadi. Vektorlarning hisoblanishi pretsizion efemerid yo'ldoshlar ma'lumotlaridan foydalanilgan holatda amalga oshiriladi, bu holat tarmoqning geometrik ko'rsatkichlarini aniqlashda ishonchlilik va aniqlik darajasining sezilarli darajada o'tirishini ta'minlaydi.

Ortiqcha o'lchashlar ma'lumotlarining mavjudligi tarmoqning bitta vektori bo'yicha bir nechta variantlarda hisoblashlarni amalga oshirish imkonini beradi va natijada esa hisoblash ishlari sifati ortadi.

Kameral ishlarning sifatini nazorat qilishda ushbu qayta ishlash bosqichida vektorlar bo'yicha bir qator nazorat hisoblanishlarni bajarish talab qilinadi, bunda vektorlarni aniqlash va yopiq geometrik shakllardagi bog'lanmaslik holatlari e'tiborga olinadi. Vektorlarni hisoblashda turli xildagi dasturiy ta'minotlardan foydalanilish mumkin, jumladan, SKI Pro, «Trimble Navigation», Bernese va Gamit firmalari tomonidan ishlab chiqarilgan GPS Survey va TG Office dasturlaridan tarmoqlar gorizontal hamda vertikal siljishlarini aniqlashda natijalarni ishlab chiqish uchun keng foydalaniladi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Turli xil dasturlardan foydalanishda ishlab chiqish natijalari orasida sezilarli jiddiy farqlanishlar kuzatilmaydi. Bir nechta hisoblangan vektorlar bitta bo'lib matematik ellipsoid sirtidagi fazoviy GPS – tarmoqni tashkil qiladi. Qo'yilgan maqsadga bog'liq holatda bu tarmoq turli xil usullar yordamida tenglashtiriladi va bunda turli koordinatalar sistemalaridan foydalaniladi. Agar kuzatish bekati yangidan o'rnatilgan reperlarda joylashtirilgan bo'lib, boshlang'ich koordinatalari noma'lum bo'lsa tayanch tarmoq shartli koordinatalar sistemasida mustaqil holatda tenglashtiriladi, natijada chiziqlar uzunligi va tarmoq punktlari orasidagi nisbiy balandliklar aniqlanadi.

Kuzatish punktlari sifatida davlat geodezik tarmoq va tayanch tarmoqlari punktlari foydalanilsa masala birmuncha murakkablashadi, biroq yuqorida qayd etilganidek ushbu masalaning ijobiy hal qilishda bir qator mualliflik paketlaridan foydalanish samarali natijalarga olib keladi.

Obyekt misolida ko'rib chiqilayotgan hududda GPS kuzatishlar natijalari quyidagi bosqichlarda ishlab chiqiladi:

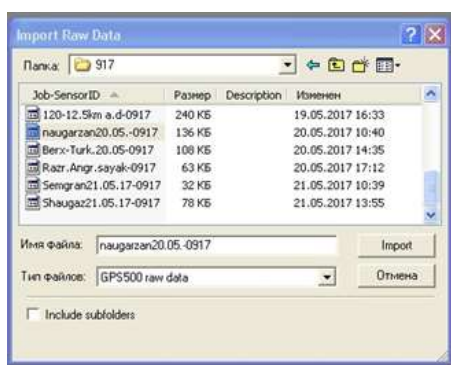
- sun'iy yo'ldosh o'lchashlarini dastlabki ishlab chiqish;
- GPS o'lchash natijalari aniqligini baholash.

Dastlabki ishlab chiqish. Sun'iy yo'ldosh o'lchashlarni dastlabki ishlab chiqishdan asosiy maqsad – vektorlar qiymatini olish va ularni o'rnatilgan talab aniqligiga muvofiqligini nazorat qilish hisoblanadi va u quyidagi tartibda amalga oshiriladi: Leica Geo Office Combined (Shveysariya) dasturi (maxsus Leica qabul qilgichlari uchun mo'ljallangan) yordamida GPS qabul qilgichdagi ma'lumotlar kompyuter xotirasiga yuklanadi va uni natijaviy

 <https://orcid.org/0000-0002-8481-3281>



ko'rinishi. Kompyuter xotirasiga yuklash qo'yida 1 – rasmda keltirib o'tilga.



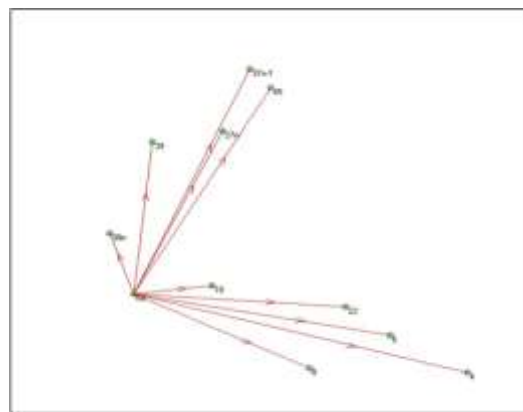
1 – rasm. Ma'lumotlarni kompyuter xotirasiga yuklash



2 – rasm. GPS qabul qilgichining ishlash vaqti

Bunda punkt nomlarini to'g'riligiga, antenna turi va o'rnatiladigan holatiga, ya'ni shtativ orqali yoki majburiy markzlagich orqali o'rnatilganligi, eng asosiy e'tibor esa GPS qabul qilgichining ishlash vaqtiga qaratiladi, ya'ni nechta punktda kuzatish ishlari olib borilgan bo'lsa, o'sha punktlarda bir vaqtda GPS qabul qilgichi ishga tushirilib bir vaqtda o'chirilishi lozim. Qayd etilgan ishlar talab darajasida bajarilgan bo'lsa ma'lumotlar "Rinex" formatiga eksport qilib o'tkaziladi va ishlab chiqishning ikkinchi bosqichga o'tiladi. Aks holda o'lchash ishlari takroran bajarilishi lozim bo'ladi.

Yakuniy ishlab chiqish. Sun'iy yo'ldosh o'lchashlarni yakuniy ishlab chiqish asbob komplektiga kiruvchi kasbiy dasturli ta'minot bo'lmish - "SKI Pro" dasturi yordamida bajariladi va uni natijaviy ko'rinishi 3–rasmda keltirilgan.



3- rasm. Ko'chki uchastkasida GPS sistemasi yordamida kuzatish sxemasi

- SKI Pro dasturida dala o'lchash natijalarini ishlab chiqish barcha masalalarini yagona informatsion tizimga birlashtirishni ta'minlaydi. Bunday masalalarga quyidagilar kiradi:
- GPS asosiy tizimlarini (yo'nalishlarini) ishlab chiqish;
- an'anaviy va GPS o'lchashlar orqali yaratilgan tarmog'ini tenglash;
- ma'lumotlar sifatini nazorat qilish va tekshirish (QA/QC);
- ma'lumotlarni WGS-84 koordinatalar sistemasidan boshqa koordinatalar sistemasiga o'tkazish va aksincha;
- obyekt koordinatalari bilan ishlash;
- hisobot hujjatlarini tayyorlash.

Boshlang'ich triangulyatsiya punktlarida olti sessiya va tayanch geodezik tarmoqning har bir punkti uchun alohida ikkita sessiyadagi qo'shma o'lchashlarga dastlabki ishlov berish va ularni tenglash "SKI Pro" dasturi yordamida WGS-84 tizimida keyinchalik ularni 1942 yilgi koordinatalar tizimiga transformatsiyalash ishlari "PHOTOMOD GeoCalculator" dasturi yordamida amalga oshirildi.

Ko'chki uchastkasda GPS sistemasi yordamida o'rnatilgan tayanch geodezik tarmoq punktlarida olib borilgan o'lchash natijalari keltirilgan (1 – jadval).

Ko'chki uchastkasda GPS sistemasi yordamida o'rnatilgan tayanch geodezik tarmoq punktlarida olib borilgan o'lchash natijalari keltirilgan.

1-jadval

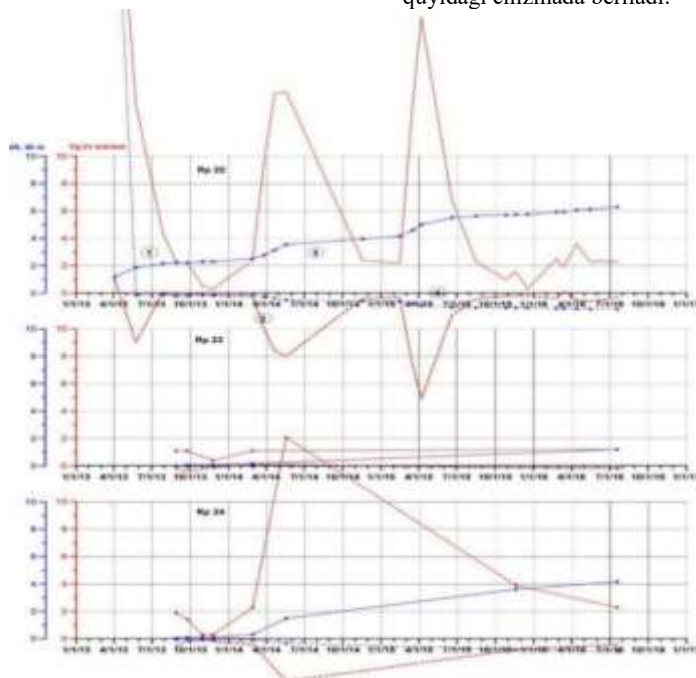
Kuzatishlar davomida										
chislo	nr	nc	Dt mm	dx mm	dy mm	ds mm	dh mm	Az	Vg mm/sut	Vv mm/sut
19.06.2015	5303	4	722	-19492	5382	20221	-12227	164,6	28,0	-16,9
25.07.2015	5303	6	758	-1959	5419	20324	-12243	164,5	26,8	-16,2
26.08.2015	5303	8	790	-19616	5422	20352	-12268	164,5	25,8	-15,5
21.09.2015	5303	18	816	-19643	5157	20309	-12365	165,3	24,9	-15,2
26.5.2015	5303	22	851	-19642	5423	20377	-12296	164,6	23,9	-14,4
23.11.2015	5303	23	89	-19674	5400	20402	-12313	164,7	23,2	-14,0
12.12.2015	5303	24	898	-19674	5441	20413	-12327	164,5	22,7	-13,7
26.02.2016	5303	4	974	-19781	5433	20514	-12312	164,6	21,1	-12,7
25.03.2016	5303	6	501	-19802	5432	20534	-12381	164,7	20,5	-12,4
20.04.2016	5303	8	527	-19843	5431	20573	-12401	164,7	20,0	-12,1
19.05.2016	5303	18	556	-19780	5451	20517	-12408	164,6	19,4	-11,8
23.06.2016	5303	22	591	-1950	5482	20574	-12423	164,5	18,9	-11,4



16.07.2016	5303	23	1114	-1956	5458	20573	-12435	164,6	18,5	-11,2
11.08.2016	5303	24	1140	-1987	5501	20624	-12435	164,5	18,1	-5,9

Maxalliy koordinatalar sistemasida aniqlangan reperlar dastur yordamida bajarilgan aniqlikni baholash natijalari bo'yicha, o'lchangan vektorlar, ularning uzunligiga qarab 0,0058 m dan 0,0362 m gacha mutloq xatolikda va 1: 181 092 dan 1: 354 041 nisbiy xatolik bilan hosil qilindi va ular keltirilgan me'yoriy talablariga to'liq javob beradi.

Kuzatishlar davrida nazorat reperlarni joylashish chizmasi o'zgarmadi, turli reperlar ustida amalga oshirilgan o'lchovlar soni esa har xil bo'ldi. Ko'chki massalarining siljish natijalarini tahlil qilish maqsadida 2014, 2015 va 2016-yillar kuzatish davri uchun gorizont va vertikal siljishlar tezligi va qiymati bo'yicha tuzilgan grafigi quyidagi chizmada beriladi.



4 – rasm. Naugarzan ko'chki uchastkasidagi 2013-2016-yillar uchun Rp 22,23,24 bo'yicha gorizont (1), vertikal (2) va umumiy siljishlar (3,4) tezliklarining o'zgarishi grafigi berilgan

Geodezik o'lchash natijalarining tahliliga ko'ra, rivojlanish mexanizmidagi uchta zona ajratiladi: quyi, o'rta va yuqori. Ko'chki rivojlanishining dastlabki yillarida maksimal siljishlar quyi, keyinroq o'rta va yuqori zonalarda kuzatildi, ya'ni ko'chki pastdan yuqoriga qarab rivojlanib borgan, ko'chish tezligi 37-67 mm/sutkaga yetgan. Umuman olganda, gorizont ko'chish qiymati 1995-yildan 2014-2016-yillargacha 14,8 merrdan yiliga urtacha 0.3-1.0 metrgacha tushgan. Ko'chish qiymati kamayishining bunday tendensiyasi so'nggi 8-10-yil davomida qayd etilmoqda.

So'nggi 2014-2016-yillar yuqori zonada (Rp 22) yer gorizont siljishi 1,1-1,2 m, o'rta zonada (Rp 24) 2,7 dan 4,0 metrgacha, pastki zonada esa (Rp 23) 0.4-0.8 metrni tashkil qildi. Bu esa ko'chish tezligini quyi zonada maksimal kamayishini va o'rta zonada siljish eng aktiv bo'lganligini bildiradi.

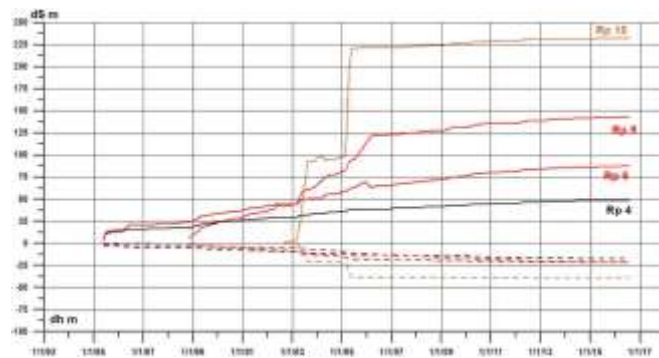
Ushbu o'lchash natijalari yillar bo'yicha solishtirib tahlil qilinadi va bu 2-jadvalda keltirib o'tilgan.

2-jadval

№ Rp	1995	1995-2014	1993-2004	2005-2014	2012	2013	2014	2015	2016
Rp 4	12,9	47,9	35,5	12,4	1,0	0,5	0,2	0,6	0,1
Rp 6	14,8	85,7	56,4	21,1	2,4	0,87	0,41	0,7	0,2
Rp 8H	19,0	141,5	77,8	63,7	2,5	1,3	0,8	1,2	0,0
Rp 18	16,0	231,5	95,5	136	1,6	0,4	0,02	0,2	0,4

Qo'yidagi olingan kuzatish natijalari 5 – rasmda grafik ko'rinishda keltirib o'tilgan.





5 – rasm Ko‘chki uchaskasining 1995 – 2016-yillar uchun Rp4, 6, 8 bo‘yicha umumiy va gorizontal ko‘chishlar qiymatlarining o‘zgarish grafigi

3. Xulosa

Ko‘chki uchastkasining rivojlanish mexanizmi bo‘yicha harakatning davriy qaytarilish o‘ziga xos tabiatiga ega, ya’ni maksimal siljishlar namgarchilik yuqori bo‘lgan bahor oylarida sodir bo‘ladi. O‘tgan yillardagi kabi, reperlarning asosiy siljish vektorlari shimoli - g‘arbga, tomonga yo‘nalgan.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Бимурзаев Г.А. Исследования оползневых процессов факторы их проявления на Ангреной промышленной зоне. Ташкент, 2005.
- [2] 11. Ниязов Р.А. Оползни Узбекистана (тенденции развития на ру-беже XXI).
- [3] Djabbarov, S. T., & Mukarramov, R. H. (2023). Influence of engineering and geodynamic processes on stability of transport infrastructure. In E3S Web of Conferences (Vol. 401, p. 01082). EDP Sciences.

[4] Djabbarov, S. T., & Mukarramov, R. H. (2022, June). Monitoring and forecasting of hazardous geological processes using a 3D scanning system. In American Institute of Physics Conference Series (Vol. 2432, No. 1, p. 030014).

[5] Djabbarov, S. T., & Mukarramov, R. H. (2021). The monitoring of dangerous exogen geological processes using the 3D scanner. The Scientific Journal of Vehicles and Roads, 2021(2), 50-59.

[6] Nazarov, B. R., Kayumova, H. T., & Mukarramov, R. X. (2020). ON THE LOCALIZED SETTLEMENT OF GEODETIC NETWORKS AND POINTS FOR THE MONITORING OF THE MIGRATION OF LANDSLIDES. Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers, 16(3), 3-8.

Mualliflar to‘g‘risida ma’lumot/ Information about the authors

Mukarramov
Ramazon

Toshkent davlat transport universiteti,
dotsent

<https://orcid.org/0000-0002-8481-3281>



Scientific basis for increasing the efficiency of milling technologies in road repair processes

Sh.A. Pirnaev¹^a, Sh.M. Khodjaeva¹^b, D.Sh. Kuchkorov¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article explores the scientific foundations and technological principles of milling technologies applied in pavement rehabilitation processes. The study analyzes the role of milling machines in eliminating pavement defects, improving surface evenness, and extending service life. The structural features of milling cutters, automatic control systems, and cutting parameters influencing performance are discussed in detail. Based on the EO-2621 milling machine model, productivity calculations and optimization criteria are presented. The results demonstrate that modern milling technologies significantly improve road surface quality, reduce maintenance costs, and enhance the overall efficiency and reliability of road infrastructure systems.

Keywords: road pavement, rehabilitation technology, milling machine, automatic control, asphalt concrete, performance efficiency, reliability, surface evenness

Yo'l poyini ta'mirlash jarayonlarida frezalash texnologiyalarining samaradorligini oshirishning ilmiy asoslari

Pirnayev Sh.A.¹^a, Xodjayeveva Sh.M.¹^b, Qo'chqorov D.Sh.¹

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada yo'l poyini ta'mirlash texnologiyasida frezalash mashinalaridan foydalanishning ilmiy va texnik asoslari yoritilgan. Yo'l sathidagi nuqsonlarni bartaraf etish jarayonida frezalash texnologiyasining o'rni, afzalliklari hamda samaradorlikni oshirish omillari tahlil qilingan. Tadqiqotda frezalash jarayonining asosiy texnologik bosqichlari, mashina ishchi organining konstruktiv tuzilishi va avtomatik boshqaruv tizimlarining roli ko'rib chiqiladi. EO-2621 tipidagi yo'l frezalari misolida ish unumdorligini oshirishga doir hisob-kitoblar keltirilgan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, frezalash texnologiyasi yo'l ta'miri jarayonida silliqlik, zichlik va xizmat muddatini yaxshilashga, hamda ta'mir xarajatlarini kamaytirishga imkon beradi. Ilmiy xulosalar yo'l infratuzilmasining ishonchligini va iqtisodiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: yo'l poyi, ta'mirlash texnologiyasi, frezalash mashinasi, avtomatik boshqaruv, asfaltbeton qoplama, samaradorlik, texnik ishonchlik

1. Kirish

Yo'l infratuzilmasining bardavomligi va sifati har bir mamlakat iqtisodiyotining muhim omillaridan biri hisoblanadi. Zamonaviy avtomobil yo'llari qatnov qoplamalarining asosiy vazifasi – transport vositalari harakatini xavfsiz, qulay va tejamkor sharoitda ta'minlashdir. Biroq, ekspluatatsiya jarayonida yo'l poyi turli xil mexanik yuklamalar, harorat tebranishlari va atmosfera ta'sirlari natijasida yemiriladi, natijada uning mustahkamligi, silliqligi va suv o'tkazmasligi pasayadi.

Yo'l poyini ta'mirlashda asosiy maqsad – mavjud qatnov qoplamasining funksional xususiyatlarini tiklash, uni yangilash va xizmat muddatini uzaytirishdir. Shu maqsadda qo'llaniladigan texnologik jarayonlardan biri yo'l frezalash (frezalash mashinalari yordamida qatlamni sathma-sath olib tashlash) bo'lib, u yo'l ta'miri texnologiyalarining zamonaviy yo'nalishlaridan biri sifatida e'tirof etiladi.

Yo'l frezalash texnologiyasi nafaqat sirt qatlamidagi nuqsonlarni bartaraf etadi, balki yangi asfaltbeton qoplama uchun mustahkam asos hosil qiladi. Frezalash mashinalarining yuqori aniqligi, avtomatik chuqurlik nazorati va unumdorligi yo'l ta'miri jarayonining sifatini, tezligini va iqtisodiy samaradorligini oshiradi.

Mazkur maqolada yo'l poyini ta'mirlash jarayonlarida frezalash texnologiyalarini qo'llash samaradorligini oshirishning ilmiy asoslari, texnik imkoniyatlari, ularning texnologik afzalliklari va real amaliyotda kuzatilgan natijalari tahlil qilinadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Yo'l poyini ta'mirlash jarayonining umumiy xususiyatlari

Yo'l poyini ta'mirlash texnologiyasi bosqichma-bosqich amalga oshiriladi. Avvalo, chuqurlar, yoriqlar, sinib ajralgan

^a <https://orcid.org/0000-0002-5867-7968>

^b <https://orcid.org/0009-0005-2238-3318>



joylar va deformatsiyalangan uchastkalar aniqlanadi. Shundan so'ng, yuzaga ishlov berish (kesish, frezalash) amalga oshiriladi va yangi qatlam yotqiziladi.

Asfaltbetonning xizmat muddati va sifati, uni tiklash uchun sarflanadigan xarajatlar ko'p jihatdan ta'mirlashda qo'llaniladigan usullar, mashinalar va materiallarga bog'liqdir. Shuning uchun yo'l ta'miri texnologiyalarini tanlashda texnik, iqtisodiy, ekologik va ekspluatatsion mezonlar hisobga olinadi.

Ta'mirdan chiqqan yo'l poyi quyidagi talablarga javob berishi lozim:

- yuqori zichlik va mustahkamlikka ega bo'lishi;
- silliqlik va tekislik darajasi me'yorda bo'lishi;
- xizmat muddati davomiy bo'lishi;
- ish sifati va energiya tejamlorligi yuqori darajada ta'minlanishi.

Yo'l qoplamasini ta'mirlash texnologiyalari esa quyidagi talablarni qondirishi kerak:

- ishlatiladigan materiallar va uskunalarning hamma sharoitda qo'llanilishi;

- ta'mir ishlari tez bajarilishi va transport harakati qisqa muddatda tiklanishi;

- yuqori iqtisodiy tejamlorlik va ekologik xavfsizlik.

Frezalash texnologiyasining mohiyati

Frezalash texnologiyasi — bu yo'l qoplamasining sirt qatlamini mexanik usulda qatlam-qatlam kesib olish jarayonidir. Bu jarayon yo'l sathini tekislash, yoriqlarni, qoplama ajralmalarini va eskirgan qatlamlarni olib tashlash orqali yangi asfalt yotqizishga tayyorlaydi.

Amaliyot shuni ko'rsatadiki, yo'l nuqsonlarini bartaraf etish sifatiga eng katta ta'sir ko'rsatuvchi omil — bu ta'mirlanadigan uchastkaning to'g'ri tayyorlanishidir. Shu sababli, frezalash ishlari yo'l poyini tayyorlash bosqichining markaziy jarayoni hisoblanadi.

Tayyorlash jarayoni quyidagi ketma-ket bosqichlarda bajariladi:

- Maydon yuzasini tozalash;
- Ta'mirlash chegaralarini belgilash;
- Ta'mirlanadigan joy materialini kesish yoki frezalash;
- Chuqurni qirindilardan tozalash;
- Bitum emulsiya bilan yuzaga ishlov berish;
- Yangi asfalt qatlamini yotqizish.

Frezalash mashinalarining texnik tuzilishi

Yo'l frezalari (ЎФ) — bu yo'l sirtini qatlam-qatlam olib tashlash uchun mo'ljallangan yuqori aniqlikli mashinalardir. Ularning asosiy ishchi organi rotorli freza barabani bo'lib, unda qattiq qotishmali keskichlar o'rnatilgan.

Freza tizimi tarkibi:

Rotor — aylanma kesuvchi organ;

Baraban — kesuvchi elementlar joylashgan o'q;

Rama — ishchi organi barqaror tutib turuvchi konstruksiya;

Gidrosistema — ishchi organ balandligini va chuqurligini avtomatik boshqaruvchi tizim.

Hozirgi zamonaviy yo'l frezalari ikki muhim texnologik afzallikka ega:

- Yumalash yuzasining notekisliklaridan qat'i nazar, frezalash chuqurligi va qiyaliklarini avtomatik tarzda barqaror saqlash;

- Yo'l materiali qattiqligidan qat'i nazar, frezalash tezligi va unumdorligini avtomatik ravishda optimallashtirish.

Frezalash mashinalarining turlari va ularning qo'llanish sohalari

Yo'l uchastkalarining hajmiga qarab turli o'lchamdagi frezalar qo'llaniladi:

Kichik frezalar (200–500 mm kenglikda, 50–150 mm chuqurlikda) — kichik o'lchamli o'yiklar va yoriqlarni tozalash uchun;

O'rta frezalar (500–1000 mm kenglikda, 150–200 mm chuqurlikda) — o'rta maydonli uchastkalarni tayyorlash uchun;

Yirik frezalar (1000 mm dan ortiq, 200–250 mm chuqurlikda) — katta hajmli ta'mir ishlari uchun.

Frezalash mashinalari asosan sovuq usulda ishlaydi. Sovuq frezalash texnologiyasida yo'l qoplamasi harorat ta'sirisiz, mexanik yo'l bilan olib tashlanadi. Bu usul ekologik jihatdan xavfsiz, energiya tejamlor va qayta ishlash imkoniyatini beradi (ya'ni, frezalangan material — "freza qirindisi" qayta asfalt ishlab chiqarishda ishlatiladi).

Frezalash texnologiyasining afzalliklari

Zamonaviy frezalash mashinalari yo'l ta'mirida quyidagi afzalliklarni beradi:

- Aniqlik: 1–2 mm aniqlikda frezalash imkoniyati.

- Tezlik: soatiga 200–400 m² maydonni qayta ishlash.

- Iqtisodiylik: qirindilarni qayta ishlatish orqali 25–30% bitum tejiladi.

- Barqaror sifat: avtomatik chuqurlik nazorati tufayli silliqlik kafolatlanadi.

- Ekologik foyda: chang so'rish tizimlari atrof-muhitga chiqindilarni kamaytiradi.

Shu sababli, yo'l poyini ta'mirlashda frezalash texnologiyasi nafaqat sifatli tayyorlov bosqichini ta'minlaydi, balki ta'mirlashning umumiy qiymatini kamaytiradi va xizmat muddatini uzaytiradi.

Frezalash samaradorligini oshirishning ilmiy asoslari

Frezalash jarayonining samaradorligi bir qator omillar bilan belgilanadi:

- kesish chuqurligi va tezligi o'rtasidagi optimallik;

- kesuvchi elementlarning aşimish darajasi;

- gidrosistema reaksiyasi va avtomatik boshqaruv aniqligi;

- kesilgan material zichligi va harorati.

Matematik model ko'rinishida frezalash samaradorligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$E=f(v, h, N, R, \eta)$$

bu yerda

E — unumdorlik,

v — ish tezligi,

h — kesish chuqurligi,

N — motor quvvati,

R — kesish qarshiligi,

η — tizim samaradorligi.

Eksperimental tahlillar shuni ko'rsatadiki, **frezalash tezligi va chuqurligi o'rtasidagi nisbiy muvozanat** asosiy optimallik sharti bo'lib, $h=0.15-0.25m$ va $v=0.5-0.8 m/s$ oraligida maksimal energiya samaradorlik kuzatiladi.

Frezalash mashinalarining ekspluatatsion ishonchliligi

Mashinalarning texnik ekspluatatsiya samaradorligi ishonchlilik, saqlanish, ta'mirga yaroqlilik va ish unumdorligi kabi mezonlar bilan belgilanadi. Frezalash mashinalarida bu ko'rsatkichlar gidrosistema nosozligi,



keskich aşinishi va rotor muvozanatining buzilishi tufayli pasayadi. Shuning uchun xizmat ko'rsatish tizimida:

muntazam kesuvchi kallaklarni almashtirish;
gidravlik moy sathini nazorat qilish;
rotor barabani balansini tekshirish kabi profilaktika choralari muhim ahamiyatga ega.

Frezalash mashinalarini takomillashtirish yo'nalishlari
Ilmiy-tadqiqot ishlari yo'l frezalari samaradorligini oshirish bo'yicha quyidagi yo'nalishlarda olib borilmoqda:

Kesuvchi kallak geometriyasini optimallashtirish – kesish qarshiligini kamaytirish uchun;

Rotor barabanining energiya tejamkor dizayni – moment yo'qotishlarini kamaytirish uchun;

Avtomatik lazer va GPS-nazorati tizimlarini qo'llash – chuqurlikni real vaqt rejimida boshqarish uchun;

Tez almashtiriluvchi keskich tizimlari – xizmat muddatini uzaytirish uchun;

Qayta ishlanadigan qirindini saqlash tizimlari – ekologik barqarorlikni ta'minlash uchun.

3. Xulosa

Yo'l poyini ta'mirlash texnologiyasida frezalash mashinalaridan foydalanish – yo'l sifatini oshirish, xizmat muddatini uzaytirish va energiya tejamkorlikni ta'minlashning eng samarali yo'llaridan biridir.

Tadqiqot natijalariga ko'ra:
frezalash texnologiyasi yo'l sathini tekislashda 1 mm aniqlikkacha natija beradi;

ish unumdorligi 20–25 % ga oshadi;
qayta ishlanadigan materiallardan foydalanish hisobiga bitum sarfi 30 % gacha kamayadi;
xizmat muddati o'rtacha 1,5–2 barobar ortadi.

Demak, frezalash texnologiyalarining ilmiy asoslangan qo'llanilishi — yo'l infratuzilmasini ta'mirlash jarayonida iqtisodiy, texnik va ekologik samaradorlikni kompleks tarzda oshiradi. Kelgusida ushbu yo'nalishda raqamli boshqaruv, sensorli monitoring, va mechatronik tizimlarni joriy etish yo'l texnologiyalarini yangi bosqichga olib chiqadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Rustamov K.J., Atabayev G.G. Yo'l qurilish mashinalari va ularning ekspluatatsiya texnologiyasi. TSTU nashriyoti, 2024.

[2] Куличкин Н.И. Технология ремонта автомобильных дорог. Москва: Транспорт, 2018.

[3] Ильин С.В., Миронов А.Н. Фрезерные машины и технологии дорожного ремонта. Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2021.

[4] MathWorks Inc. MATLAB/Simulink for Road Construction Process Optimization. Boston, 2023.

[5] O'zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi me'yorlari: Yo'l qoplamalarini ta'mirlash reglamenti. Toshkent, 2022.

[6] ГОСТ 9128–2021. Асфальтбетон қорishmalar. Texnik talablar.

[7] Ogayev A.R. Yo'l mashinalarining ekspluatatsion ishonchliligi nazariyasi. Tashkent: TSTU, 2023.

[8] Yunusov M.M., Akhmedov S.T. Yo'l poyining texnik holatini tiklashda mexanizatsiyalashgan tizimlar. TSTU, 2024.

[9] Sokolov V. Pavement Milling Machines: Theory and Practice. Springer, 2020.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Pirnaev Sharofiddin Asatullayevich/ Sharofiddin Pirnaev	Toshkent davlat transport universiteti "Texnologik mashinalar muxandisligi" kafedrasida dotsenti https://orcid.org/0000-0002-5867-7968
Xodjayeva Shahnoza / Shahnoza Khodjaeva	Toshkent davlat transport universiteti "Texnologik mashinalar muxandisligi" kafedrasida magistri E-mail: shaxnoza036036@gmail.com Tel.: +998900363646 https://orcid.org/0009-0005-2238-3318
Qo'chqorov Doston Shokirjon o'g'li / Doston Kuchkorov	Toshkent davlat transport universiteti "Texnologik mashinalar muxandisligi" kafedrasida doktoranti



Analysis of production technology for 20gl steel grade in an induction crucible furnace

N.K. Tursunov¹^a, A.A. Saidirakhimov¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This work examines the implementation of a new technology with argon blowing in an induction crucible furnace. The processes of steel dephosphorization and desulfurization were analyzed. The results of the proposed technology were compared with the results of the existing technology. Technological changes in steel smelting in an induction crucible furnace are also shown.

Keywords: refining agents: HYJ-90, HYJ-91, HJL-2, argon blowing, dephosphorization, deoxidation, and desulfurization of steel

Анализ технологии производства стали марки 20гл в индукционной тигельной печи

Турсунов Н.К.¹^a, Саидирахимов А.А.¹^b

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В данной работе рассмотрено внедрение новой технологии с продувкой аргоном в индукционной тигельной печи. Проанализированы процессы дефосфорации и десульфурации стали. Результаты предложенной технологии были сопоставлены с результатами существующей технологии. Также, показаны технологические изменения по выплавке стали в индукционной тигельной печи.

Ключевые слова: рафинирующие агенты: HYJ-90, HYJ-91, HJL-2, продувка аргоном, дефосфорация, раскисление и десульфурация стали

1. Введение

Окисление элементов начинается уже в период плавления. Окисляются марганец, кремний, углерод, фосфор и другие активные элементы. После плавления необходимо скачивание шлака для предотвращения восстановления фосфора. После скачивания шлака в расплавленный металл добавляется 20 кг рафинирующего агента HYJ-90 (рисунок 1 а) с составом Na+Al+Ca-92,55%, основными задачами которого является дефосфорация и десульфурация стали [1], затем рафинирующий флюс HYJ-91 (рисунок 1 б) с составом Al₂O₃-28,55%, MgO-62,72%, Fe₂O₃-0,57%, функцией которого является защита печи и снижение эрозионных потерь футеровки, вдоль стенки печи, чтобы он прилип к разбеденной футеровке [2]. Также, загружается стальной лом, и когда расплавленный металл почти заполнится, скачивают окислительный шлак, отбирают пробу металла, после чего добавляется HYJ-90 в количестве 40 кг и 7 кг алюминия для проведения десульфурации в течение 15-20 минут. Легируют сталь ферромарганцем ФМн95 и ферросилицием ФС65. Затем, отбирают пробу металла на химический анализ.



а
б
Рис. 1. а) Рафинирующий агент HYJ-90 и б) Рафинирующий агент HYJ-91

Металл подогревают до температуры 1640±5 °С. На дно ковша кидают рафинирующий агент HJL-2 (рисунок 2), состав которого содержит Na+Al+C+Si-94,79%, в количестве 1-3 кг на тонну металла. Основной функцией HJL-2 является удаление кислорода, азота и водорода, снижение содержания серы и фосфора, позволяющее повышению механических свойств металла [3]. Затем металл выливают из печи в ковш. В ковш добавляются алюминий, порошковая проволока, содержащая ванадий, силикокальций СК30 для модифицирования. Температура металла в ковше должна быть 1580±5°С. Затем ковш подается на разливку [4].

Для получения чистой по неметаллическим включениям стали с низким содержанием газов, быстрой и эффективной гомогенизации и ускорения

^a <https://orcid.org/0009-0008-7910-3980>

^b <https://orcid.org/0009-0004-1440-7458>



массообменных процессов все больше используют донную продувку инертными газами в печи. Наряду с улучшением качества стали донная продувка увеличивает производительность печи, снижает расход электроэнергии, легирующих и раскислителей [5].



Рис. 2. Рафинирующий агент НЛ-2

Для получения чистой по неметаллическим включениям стали с низким содержанием газов, быстрой и эффективной гомогенизации и ускорения массообменных процессов все больше используют донную продувку инертными газами в печи. Наряду с улучшением качества стали донная продувка увеличивает производительность печи, снижает расход электроэнергии, легирующих и раскислителей [5].

Продувка аргоном способствует интенсивному перемешиванию металла со шлаком, в результате пузыри газа оказывают рафинирующее воздействие на металл. Также, выравнивается температура и химический состав стали [5].

В таблице 1 представлены количества расходуемых флюсов на одну плавку по существующей и предложенной технологиям. В таблице 2 представлены технологические показатели по двум технологиям.

Таблица 1

Расход флюсов на одну плавку по двум технологиям

Технология	Расход извести, кг	Расход плавленого шпата, кг	Теплоиз. смесь (ТИС), кг	Рафинирующий агент (НУ-90), кг	Смазочная смесь (НУ-91), кг	Рафинирующий агент (НЛ-2), кг
Существующая	75-100	20-25	15-20	-	-	-
Предложенная	-	-	-	40-60	15-25	6

Таблица 2

Технологические показатели по двум технологиям

Технология	Продолжительность десульфурации, мин	Стойкость футеровки, число плавов	Содержание элементов	
			S min-max /ср.	P min-max /ср.
Существующая	40-50	25-30	0,020-0,025 /0,024	0,023-0,025 /0,024
Предложенная	15-20	40-45	0,017-0,025 /0,022	0,015-0,025 /0,022

2. Методика исследования

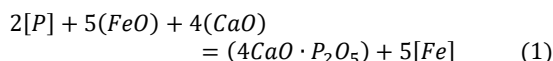
По новой технологии отказались от использования извести и плавикового шпата. Вместо них начали применять реагент НУ-90.

Среднее содержание серы и фосфора снизилось с 0,024% до 0,022%. Продолжительность процесса десульфурации сократилась с 40-50 мин до 15-20 мин, а стойкость футеровки печи увеличилась с 25-30 плавов до 40-45 плавов.

Анализ процесса дефосфорации стали

Окисление фосфора протекает на границе металл-шлак, так как в объеме металла содержание кислорода (в присутствии углерода) всегда ниже равновесного с фосфором [6].

Процесс дефосфорации стали идет шлаком по реакции (1) [7]-[8]:



Константа равновесия реакции дефосфорации описывается в виде уравнения (2).

$$\lg K = \lg \frac{a_{(4CaO \cdot P_2O_5)}}{[P]^2 \cdot f_P^2 \cdot a_{(FeO)}^5 \cdot a_{(CaO)}^4} = \frac{40067}{T} - 15,06 \quad (2)$$

Отсюда, содержание фосфора в стали определяется уравнением (3).

$$[P] = \sqrt{\frac{a_{(4CaO \cdot P_2O_5)}}{K \cdot f_P^2 \cdot a_{(FeO)}^5 \cdot a_{(CaO)}^4}} \quad (3)$$

Таким образом, анализ уравнения (3) позволяет заключить, что дефосфорации способствуют повышение концентрации CaO и понижение концентрации SiO₂, т.е. увеличение основности шлака, а также повышение содержания FeO в шлаке [7]-[8].

Необходимость избытка основных оксидов в шлаке делает дефосфорацию металла возможной лишь при плавке стали в основных печах в окислительный период, когда в шлаке достаточно высокое содержание FeO. При понижении содержания FeO в шлаке, особенно в восстановительный период, происходит восстановление фосфора с переходом его в металл. Это вызывает необходимость удаления окислительного фосфорсодержащего шлака перед наводкой восстановительного шлака [8].

На степень дефосфорации стали значительное влияние оказывает температура ванны. С повышением температуры степень дефосфорации уменьшается.

Фактическая степень удаления фосфора равна:

$$\eta_P = \frac{0,027 - 0,022}{0,027} \cdot 100\% \approx 18,5\%$$

Такая низкая степень дефосфорации может быть связано с низкой активностью оксида железа в шлаке, т.е. с низкой окислительной способностью шлака, низкой температурой шлака, т.е. меньшей реакционной способностью шлака и металла за счет пониженной температуры шлака, также меньшей удельной поверхностью контакта металла и шлака, обеспечивающей поступление кислорода в металл. Так как, процесс лимитируется в основном температурой расплава.



Анализ раскисления стали

На выпуске стали из ИТП в ковш, сталь раскисляют алюминием. На таблице 3 показан средний химический состав стали.

Таблица 3
Химический состав стали на выпуске из ковша
(масс. %)

C	Si	Mn	Al	S	P
0,211	0,373	1,187	0,040	0,020	0,023

В результате процессов раскисления большая часть растворенного кислорода связывается в оксиды и удаляется в виде неметаллических включений. Принять, что компоненты металла образуют идеальный разбавленный раствор, а продуктом раскисления являются чистые оксиды [7].

$$[C] + [O] = \{CO\};$$

$$\lg K_C = \lg \frac{P_{CO}}{a_C \cdot a_O} = \lg \frac{1}{f_C \cdot [C] \cdot a_O} = \frac{1166,9}{T} + 2,1 \quad (4)$$

$$[Si] + 2[O] = (SiO_2);$$

$$\lg K_{Si} = \lg \frac{a_{SiO_2}}{a_{Si} \cdot a_O^2} = \lg \frac{1}{f_{Si} \cdot [Si] \cdot a_O^2} = \frac{32150,9}{T} - 12,3 \quad (5)$$

$$[Mn] + [O] = (MnO);$$

$$\lg K_{Mn} = \lg \frac{a_{MnO}}{a_{Mn} \cdot a_O} = \lg \frac{1}{f_{Mn} \cdot [Mn] \cdot a_O} = \frac{14591}{T} - 6,0 \quad (6)$$

$$2[Al] + 3[O] = (Al_2O_3);$$

$$\lg K_{Al} = \lg \frac{a_{Al_2O_3}}{a_{Al}^2 \cdot a_O^3} = \lg \frac{1}{f_{Al}^2 \cdot [Al]^2 \cdot a_O^3} = \frac{65004,3}{T} - 20,6 \quad (7)$$

Таблица 4
Результаты расчета раскисления стали при 1600 °С

Элементы <i>i</i>	f_i	K_i	a_O^i	$[O]_i, \%$
C	1,12	504,7	0,0084	0,0124
Mn	0,96	55,6	0,016	0,0237
Si	1,22	76913	0,0053	0,0078
Al	1,05	$2,5 \cdot 10^{14}$	0,00017	0,00036

Неметаллические включения, которые образуются при добавлении алюминия, принято называть первичными. Количество первичных включений можно рассчитать по разнице содержаний кислорода до и после добавления алюминия. При этом необходимо учесть, что в одной молекуле включения глинозема (Al_2O_3) содержится три атома кислорода [7].

$$m_{Al_2O_3}^{(1)} = \frac{([O]^{Si} - [O]^{Al})}{3 \cdot M_O} \cdot M_{Al_2O_3} \quad (8)$$

где $[O]^R$ – равновесное содержание кислорода с элементом, определяющим окисленность металла, до добавления алюминия;

$M_O, M_{Al_2O_3}$ – молярные массы атомарного кислорода и глинозема.

Подставляя $[O]^{Si}, M_O, M_{Al_2O_3}$ в (8), найдем массу (%) первичных включений Al_2O_3 .

$$m_{Al_2O_3}^{(1)} = \frac{([O]^{Si} - [O]^{Al})}{3 \cdot M_O} \cdot M_{Al_2O_3}$$

$$= \frac{0,0078 - 0,00036}{3 \cdot 16} \cdot 102$$

$$= 0,0158\%$$

При охлаждении металла равновесное содержание кислорода будет снижаться и избыток кислорода будет выделяться в виде включений, которые принято называть вторичными [7].

Таблица 5
Результаты расчета раскисления стали при 1550 °С

f_{Al}	K_{Al}	a_O^{Al}	$[O]_{Al}, \%$
1,06	10^{15}	0,000082	0,00018

Масса образовавшихся при охлаждении жидкого металла на 50 °С вторичных включений

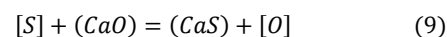
$$m_{Al_2O_3}^{(2)} = \frac{([O]^{Al,1600} - [O]^{Al,1550})}{3 \cdot M_O} \cdot M_{Al_2O_3}$$

$$= \frac{0,00036 - 0,00018}{3 \cdot 16} \cdot 102$$

$$= 0,00038\%$$

Таким образом, при добавлении алюминия и его остаточном содержании на уровне 0,040% равновесное содержание кислорода составляет 3,6 ppm, а количество первичных и вторичных включений – 0,0158 и 0,00038% масс. соответственно.

Анализ процесса десульфурации стали
Реакция десульфурации имеет вид [9]:

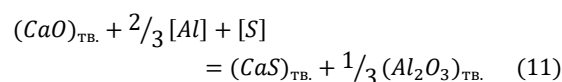


Из выражения константы равновесия K получим

$$[S] = \frac{a_{CaS} \cdot a_O}{a_{CaO} \cdot f_S \cdot K} \quad (10)$$

Видно, что более полной десульфурации способствует высокая активность CaO в шлаке и серы в металле, низкая окисленность системы a_O , а также пониженная активность CaS в шлаке.

Процесс десульфурации с использованием алюминия и ТШС можно описать реакцией (6) [10]-[11].



Константа равновесия реакции (6) имеет вид:

$$K = \frac{a_{(CaS)} \cdot a_{(Al_2O_3)}^{1/3}}{a_{(CaO)} \cdot a_{[Al]}^{2/3} \cdot a_{[S]}} \quad (12)$$

Равновесный коэффициент распределения серы между металлом и шлаком L_S , характеризующий полноту десульфурации, можно выразить эмпирическим уравнением (8) [12]-[13]:



$$\lg L_s = -2,78 + 0,86 \cdot \frac{(\%CaO) + 0,05 \cdot (\%MgO)}{(\%SiO_2) + 0,6 \cdot (\%Al_2O_3)} - \lg a_{[O]} + \lg f_s \quad (13)$$

где (CaO) и др. – содержание соответствующих оксидов в шлаке, % масс;

a_O – активность кислорода в металле;

f_S – коэффициент активности серы в металле.

Степень десульфурации рассчитываем по формуле (14).

$$\eta = \frac{[S]_H - [S]_K}{[S]_H} \cdot 100\% \quad (14)$$

$$\eta_{\text{факт.}} = \frac{0,036 - 0,022}{0,036} \cdot 100\% \approx 39\%$$

Такое значение в степени десульфурации может быть связано с высокой окисленностью системы, т.е. низкой раскисленностью металла, которое требует больше расхода раскислителей или более сильных раскислителей. Также, может быть связано с интенсивностью перемешивания и недостаточной продолжительностью скачивания шлака [14].

3. Заключение

Данная технология предполагает более эффективное проведение процесса дефосфорации и десульфурации в индукционной печи в кратчайшие промежутки времени, что приводит к сокращению времени и, как следствие, к увеличению суточной производительности. Также, данная технология позволяет повысить стойкость футеровки печи и продлить срок ее службы.

Использованная литература / References

- [1] Инструкции по применению рафинирующего агента НУЈ-90
- [2] Инструкции по применению рафинирующего агента НУЈ-91
- [3] Инструкции по применению рафинирующего агента НЈЛ-2
- [4] Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов : теория и технология выплавки стали в индукционных печах : учеб. пособие / А.Е. Семин, Н.К. Турсунов, К.Л. Косырев. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2017. – 166 с.
- [5] М.П. Гуляев, В.В. Филиппов, В.В. Эндерс, Эв. Шумахер, Эд. Шумахер, Р. Франcki, Х. Бренер. Первые в СНГ системы донной продувки металла инертными газами в дуговой сталеплавильной печи, Труды шестого конгресса сталеплавателей (г. Череповец, 17-19 октября 2000 г.). Москва – 2001. С. 308 – 313.
- [6] Григорян В.А., Белянчиков Л.Н., Стомахин А.Я. Теоретические основы электросталеплавильных процессов. М.: Металлургия, 1987, 272 с.

[7] Турсунов Н.К., Семин А.Е., Санокулов Э.А. Исследование процессов дефосфорации и десульфурации при выплавке стали 20ГЛ в индукционной тигельной печи. Сборник трудов. Москва – Электросталь. 2016 г. С. 272 – 276.

[8] Tursunov N. K., Semin A. E., Sanokulov E. A. Study of dephosphoration and desulphurization processes in the smelting of 20GL steel in the induction crucible furnace with consequent ladle treatment using rare earth metals. Chernye Metally. 2017. No. 1. pp. 33–40.

[9] Физико-химические расчеты электросталеплавильных процессов: Сб. задач с решениями/ В. А. Григорян, А. Я. Стомахин, Ю. И. Уточкин и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МИСиС, 2007. – 318.

[10] Турсунов Н. К. Исследование процессов рафинирования и модифицирования металла с целью совершенствования технологии выплавки стали 20ГЛ в индукционной тигельной печи и повышения ее качества: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 2017. – 116 с.

[11] Современные проблемы металлургии и материаловедения : практикум / А.Е. Семин, А.В. Алпатов, Г.И. Котельников. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2015. – 56 с. ISBN 978-5-87623-890-0.

[12] Tursunov, N.K., Semin, A.E., Sanokulov, E.A. Study of desulfurization process of structural steel using solid slag mixtures and rare earth metals, (2016) Chernye Metally, (4), pp. 32-37.

[13] Tursunov N. K., Semin A. E., Kotelnikov G. I. Kinetic features of desulphurization process during steel melting in induction crucible furnace. Chernye Metally. 2017. No. 5. pp. 23–29.

[14] N. Tursunov, A. Saidirakhimov, and O. Toirov, “Experimental and theoretical study of the efficiency of solid slag mixtures for desulfurization of 20GL steel under conditions of induction crucible melting,” Vibroengineering Procedia, Vol. 58, pp. 283–290, May 2025.

Информация об авторах/ Information about the authors

Нодиржон Турсунов /
Nodirjon Tursunov

Ташкентский государственный транспортный университет, кафедра “Машиностроения и материаловедения”, профессор, д.т.н.

E-mail: u_nadir@mail.ru

Tel.: +998712990169

<https://orcid.org/0009-0008-7910-3980>

Азизжон Саидирахимов /
Azizjon Saidirakhimov

Ташкентский государственный транспортный университет, кафедра “Машиностроения и материаловедения”, докторант

E-mail: azizsaidrahimov@gmail.com

Tel.: +998994052928

<https://orcid.org/0009-0004-1440-7458>



Assessment of the safety of foundry production

M.N. Umarova¹ 

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The purpose of this article is to briefly analyze the existing criteria and methods for assessing the safety of foundry workers, as well as to provide recommendations for their improvement. For this, it is necessary, first of all, to analyze the risks that hinder ensuring security. The article identified threats to the safety of workers working at the foundry. The main methods for assessing safety in technological processes with identified hazards are presented. The study discusses the economic efficiency and social aspects of existing risks at foundry enterprises by analyzing them and developing measures to counter them. Based on the analysis, proposals will be made for familiarization with safety assessment methods, their improvement, and the development of new solutions to improve the safety of personnel in metal smelting processes.

Keywords: safety, foundry, hazard analysis, furnaces, physical, chemical, mechanical, psychophysiological risks

Quymakorlik korxona ishchilarining xavfsizligini baholash

Umarova M.N.¹ 

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolaning maqsadi quymakorlik korxonasi ishchilari uchun ta'minlangan xavfsizliklarini baholashning mavjud mezonlari va usullarini qisqacha tahlil qilish, shuningdek ularni takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar berishdan iborat. Buning uchun avvalo xavfsizlikni ta'minlashga qarshilik ko'rsatuvchi xavflarni tahlil qilish zarurati paydo bo'ladi. Maqolada quymakorlik korxonasida faoliyat olib borayotgan ishchilarning xavfsizligiga to'sqinlik qiluvchi xavflar aniqlandi. Aniqlangan xavflar texnologik jarayonlarda xavfsizlikni baholashning asosiy usullari keltirib o'tilgan. Tadqiqotda quyuv korxonalarida mavjud xavflarni tahlil qilish, ularga qarshi chora-tadbirlar ishlab chiqish orqali iqtisodiy samaradorligi va ijtimoiy jihatlar haqida so'z boradi. Tahlillar asosida xavfsizlikni baholash usullari bilan tanishish, takomillashtirish va metallarni eritish jarayonlarida xodimlar xavfsizligini oshirish bo'yicha yangi yechimlarni ishlab chiqish bo'yicha takliflar beriladi.

Kalit so'zlar: xavfsizlik, quyuv sexi, xavflar tahlili, pechlar, fizikaviy, kimyoviy, mexanik, psixofiziologik xavflar

1. Kirish

Quymakorlik mashinasozlik sanoatining bir qismi bo'lib, yuqori xavf-xatarlarni o'z ichiga oladi. Metallarni eritish va quyish jarayonlari asosan quymakorlik korxona yoki sexlarda amalga oshiriladi.

Metallarni eritish va quyish jarayonida quymakorlik korxonasi ishchilar xavfsizligini ta'minlash masalasi murakkab va ko'p qirrali jarayon bo'lib, bugungi kunda mehnat xavfsizligini oshirish uchun zamonaviy yondashuvlarni joriy etish dolzarb vazifalardan biri bo'lib qolmoqda.

Quymakorlik korxonalarida faoliyat olib boruvchi ishchilar har doim yuqori darajadagi xavfga duch keladilar, bu jarayonda turli texnologik omillar va tabiiy xavflar mavjud bo'lib, ular ishlab chiqarish jarayonlari bilan bog'liqdir.

Quymakorlik sexlarida avvaldan tayyorlangan qolipga eritilgan metall yoki ularning qotishmalarini quyib, turli shaklli va o'lchamli quymalar yoki detall va zagotovkalar olinadi. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, mashinasozlikda detallarning 70-80 foizi metallarni eritish va quyish jarayoni bilan bir martali qoliplarda ishlab chiqariladi [1].

Quyuv korxonalarida jarohatlanish darajasi boshqa sanoat tarmoqlariga qaraganda yuqori. Bu jarohatlarning manbalariga quyidagilar kiradi: erigan metall va shlaklarning sochilishi va to'kilishi, kovshlarni ko'tarish va tashish vaqtidagi og'irlik va yuqori harorat, pechlarga eritish uchun metallomlarni solish natijada kuyish, erigan metallning suv bilan aloqasi natijasida gaz portlashlari, harakatlanuvchi jixozlar, sayyor kranlar va boshqa qurilmalar bilan to'qnashuvlar, og'ir narsalarning tushishi, o'tish yo'llarini to'sib qo'yish natijasida sirpanish hamda qoqilish jarohatlari.

Birgina qo'pol xato turli baxtsiz hodisaga sabab bo'lishi mumkin. Shuning uchun, ishchi xodimlarni nafaqat ish kuni avvalida balki, har bir bajarilayotgan ish jarayoni boshlanishida xam texnika xavfsizlik qoidalariga so'zsiz amal qilishlari tushuntirilib, har bir xodim doimiy yo'riqnomadan o'tkaziladi.

Metallurgiya korxonalarining xavfsizligi bilan bog'liq omillar yechimi sifatida sanoat korxonalarining xavfsizligini ta'minlash mexanizmi alohida ahamiyatga ega. Bu mexanizmni korxonalarga joriy etish orqali metallurgiya korxonalarining xavfsizligini ta'minlashga erishish mumkin.

 <https://orcid.org/0000-0002-1606-8144>



Quymakorlik korxonalarida ishchilarning mehnat xavfsizligini baxolash muhim hisoblanadi. Sababi bu tizimlar quymakorlik korxonasida faoliyat olib borayotgan ishchilarning hayoti va sog'lig'ini himoya qilishga qaratilgan

Mazkur ilmiy maqolada quyuv korxonalarda ishchilar xavfsizligini baxolash mezonlari va ularni takomillashtirish usullari haqida batafsil tahlil qilingan.

Tadqiqotning asosiy maqsadi - xavfsizlikni baholashning aniq mezonlarini ishlab chiqish va ularning samaradorligini oshirish hamda ishchilarning sog'lig'ini saqlab qolishdan iborat.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Quyuv korxonalarida metallarni eritish va qoliplarga quyish jarayonida ishchilar xavfsizligini ta'minlash ma'sul vazirlik va tashkilotlarning oldida turgan asosiy vazifalardan biridir. Metallarni erish jarayonidagi haroratning yuqoriligi, suyuq holatga keltirilgan metallardan shlakni ajratish jarayonida kuyish havfining yuqoriligi, sexdagi mikroiklimni yomonlashuvi (sex havosidagi chang va zararli gaz miqdorining ortib ketishi) va jixozlarning ma'nan eskirishi kabi xavflarni oshishi bilan bog'liq jarayon bo'lib, bu o'z navbatida xavfsizlikni baholashni talab qiladi. Ushbu maqolaning maqsadi quymakorlik korxonasi ishchilari uchun ta'minlangan xavfsizliklarini baholashning mavjud mezonlari va usullarini qisqacha tahlil qilish, shuningdek ularni takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar berishdan iborat. Buning uchun avvalo xavfsizlikni ta'minlashga qarshilik ko'rsatuvchi xavflarni taxlil qilish zarurati paydo bo'ladi. Quyidagi 1 -rasmda ishlab chiqarish korxonalarida xavfsizlikka taxdid soluvchi xavflar keltirilgan.



1-rasm. Korxonalarda texnologik jarayondagi xavflar

Bu sohalarida ishlovchi ishchilar doimo xavfli sharoitlarda faoliyat yuritib, turli xil xavflarga duch keladilar. Metallni eritish va quyish sexlarining mehnat xavfsizligini baholash esa, bu xavflarni minimallashtirish, ishchilarning sog'lig'ini saqlash va ish joyidagi xavfsizlikni ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Korxonani kompleks himoyalash tizimining birinchi bosqichi xavfsizlikni baholashdir. Korxona xavfsizligi - bu iqtisodiy, jismoniy, axborot, huquqiy xarakterdagi tahdidlar, xavf-xatarlardan himoyalanganlikdir. Korxonani himoya qilish sifatini, ehtimoliy xavflarni baholash korxonaning xavfsizlik xizmati xodimlari tomonidan amalga oshiriladi. Agar xavfsizlik xizmati shtatda nazarda tutilmagan bo'lsa, vazifa uchinchi tomon qo'riqlash tashkiloti ekspertlariga topshiriladi [2].

Xavfli ishlab chiqarish omillarining kelib chiqish xususiyatiga qarab, ko'rinib turgan va ko'rinmaydiganlarga bo'lish mumkin. Ko'rinib turgan xavflar tashqi belgilari

bilan yaqqol ifodalanadi: masalan, mashinaning harakatlanuvchi qismlari, alanga, ko'tarilib va osilib turgan yuk. Ko'rinmaydigan xavflarga mashinalar, mexanizmlar, moslamalar va asboblarda yashirin nuqsonlarning borligiga bog'liqdir. Yashirin xavflarni ish zonasining tartibsizligi, asbob, moslamalarni o'z maqsadida foydalanmaganligi, uzilgan elektr simlari, xodimlarning noto'g'ri va xato harakatlari va boshqalar keltirib chiqarishi mumkin [3].

Mehnat xavfsizligi - ishlovchilarga xavfli va zararli ishlab chiqarish omillarining ta'siri istisno qilingan. Ishlab chiqarish sharoitida insonga jarohat yetkazilishi bu fizikaviy va kimyoviy xavfli ishlab chiqarish omillari borligini bildiradi.

Fizikaviy xavflar - bu harakatdagi mashinalar, uskunalar harakatdagi elementlarining to'silmaganligi, qo'zg'aluvchi buyum, materiallar, uskuna va materiallari ustki qismining yuqori yoki past haroratda bo'lishi, elektr tarmoqlarining xavfli kuchlanishi. yuqori bosimdagi havo va gazning portlagandagi energiyasi va boshqalar.

Kimyoviy xavflar - odam organizmiga o'yuvchi, zaharli va qichitadigan moddalarning ta'siri qilishi bilan ifodalanadi.

Mexanik xavflar- Muayyan xavfli ishlab chiqarish omillarining kelib chiqishi texnologik jarayon, uskuna konstruksiyasi va ishni tashkil qilinganlik darajasiga bog'liq bo'ladi.

Psixologik xavflar- aqliy faoliyatni keragidan ortiq ishlatish, his-hayajon ortib ketishi, diqqatini jamlay olmaslik, stress, ortiqcha charchoq, o'ta tasirchanlik va x.k.lar keltirib chiqaradi.

Xavfsizlikni baholash nafaqat ishchilarning jismoniy himoyasini ta'minlashi, balki ularning psixologik holatini ham hisobga olishi, qulay va xavfsiz mehnat sharoitlarini yaratishi kerak bo'ladi. Xavfsizlikni baholashning bir nechta usullari mavjud, jumladan: xavflarni tahlil qilish usuli, ichki audit va tekshiruvlarni o'tkazish, xodimlarning fikrlarini to'plash uchun so'rovnomalar va anketalardan foydalanish, tashqi ekspertlar va maslahatchilarni jalb qilish, baxtsiz hodisalar va baxtsiz hodisalar statistikasini tahlil qilish va x.k [4].

Bular orasidan biz o'z tadqiqotimizda xavflarni taxlil qilish orqali xavfsizlikni baholash usulini tanladik. Xavflarni tahlil qilish usuli ehtimoliy xavflarni aniqlash, ularning ehtimoli va oqibatlarini baholash kabi eng keng tarqalgan usullardan biri bo'lib, sifatli va miqdoriy tahlil qilish usullarini o'z ichiga oladi.

3. Natijalar

Metallarni eritish va quyish sexlarining mehnat xavfsizligini baholashda quyidagi asosiy omillarni hisobga olish kerak:

1. Xavf-xatarlarni aniqlash: Avvalo, ishlab chiqarish jarayonlari va ish joylarini diqqat bilan o'rganish va mavjud xavf-xatarlarni aniqlash zarur. Bu jarayonda texnologik uskunalar, kimyoviy moddalar, mexanik jarayonlar va ish joylaridagi atrof-muhit holatlari baholanadi.

2. Xavfni kamaytirish choralari: Xavf-xatarlarni aniqlagandan so'ng, ularni kamaytirish yoki yo'qotish uchun muayyan chora-tadbirlar ko'riladi. Bu chora-tadbirlar o'z ichiga quyidagilarni oladi:

- Yangi texnologiyalardan foydalanish va eskirgan uskunalarni almashtirish.



- Ishchilarga yuqori harorat va kimyoviy moddalar bilan ishlashda himoya kiyimlari va uskunalari taqdim etish.
- Ventilyatsiya tizimlarining samaradorligini oshirish.
- Xavfli gazlarni oldini olish uchun maxsus gaz chiqarish tizimlari o'rnatish.

3. Mehnat xavfsizligi siyosatini ishlab chiqish:

Ishlab chiqarish tashkilotlari xavfsizlik siyosatini ishlab chiqish va amalga oshirishga majburdir. Bu siyosat ishlab chiqarishning barcha bosqichlarida xavfsizlikni ta'minlashga qaratilgan bo'lishi kerak.

4. Ishchilarni o'qitish va treninglar:

Ishchilarga xavfsizlik qoidalarini o'rgatish, ularni ish joylarida ehtiyotkorlik bilan ishlashga undash, shuningdek, favqulodda vaziyatlarda qanday harakat qilishni o'rgatish zarur. O'qitish jarayonida amaliy mashg'ulotlarga alohida e'tibor berilishi kerak.

Yuqoridagilarni inobatga olib, quymakorlik korxonasidagi havflarni aniqlaymiz. Quymakorlik sexlarining asosiy maqsadi oldindan eritilgan va qoliplarga quyilgan metallardan quyma buyumlar ishlab chiqarishdir. Buning uchun quymakorlik sexlaridagi asbob-uskunalar metall eritish pechlari, quyish qoliplari, quyish va sovitish tizimlari, shuningdek, ishlov berish mashinalari va qo'shimcha avtomatlashtirilgan uskunalar kiradi. Metallarni eritish va quyish jarayonlari turli xil xavf-xatarlarga ega bo'lib, ular o'zining fizik va kimyoviy xususiyatlari bilan hamda ishlab chiqarish sharoitlari bilan bog'liq. Quyida quyuv sexidagi xavf-xatarlarni taxlil qilib chiqamiz. Buning uchun 2-rasmda keltirilgan fotolavhalarga e'tibor qaratamiz. Ko'rinish turganidek, quyuv korxonasi ishchilarining ishlash jarayonlari davomida 1500⁰ haroratdagi suyuq metal katta xavf manbaiga aylanadi.



2-rasm. Metallurgiya korxonalaridagi ish jarayonidan fotolavxalar

Bu jarayonda xavfsizlik darajasi pasayadi. Korxonada ishchilar xavfsizligiga xalaqit beruvchi jarayonlarni taxlil qilamiz. Taxlil natijalari 1 -jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Quyuv korxonasi ishchilarining xavfsizligiga salbiy ta'sir etuvchi havflar va ularni kamaytirish chora-tadbirlari

No	Ishchilarga va korxonaga zarar keltiruvchi xavflarni nomi	Ta'sir doirasi	Xavfsizlikni ta'minlash chora-tadbirlari
1	Metallni eritish jarayonidagi xavf (Pech ichiga shixta materiallarni joylash)	Ko'zga metal zarralarini sachrash, qo'lqoplar metal qirralari orqali yaroqsiz holiga kelish bilan qo'lni zararlanishi. Metallarni eritishda yuqori haroratlar (1000-1500°C gacha) hosil bo'ladi. Bu esa eritilgan metall bilan bevosita aloqada bo'lish, yuqori haroratdan kuyish xavfini keltirib chiqaradi. Shuningdek, ishlovchilar eritilgan metallning bug'laridan nafas olish orqali zararlanishi mumkin.	Doimo maxsus kiyimlar bilan ta'minlanishi
2	Eritilgan suyuq metallni maxsus kovshlarga quyish jarayoni	Issiq haroratdagi metallni sachrash oqibatida turli darajada kuyish, baxtsiz xodisaga olib kelishi, nogironlik yoki ish kunlarini yo'qotish	Ko'zni himoyalovchi ko'z oynaklaridan foydalanish
3	Kovshlardagi eritilgan metallni qoliplarga quyish jarayoni	Qolda ko'tarish jarayonida sirpanishi va metallni to'kilib ketishi, 3-4 darajali kuyish	Kovshlarni sozligi nazoratda bo'lishi
4	Pechlardagi elektr simlarini nosozligi	Tok urish, kuyish yoki o'lim bilan yakunlanishi	Korxona elektr energiya bo'yicha javobgar shaxslarning ma'suliyatini oshirish
5	Pech atrofidagi sex maydonida shlaklarning noto'g'ri joylashuvi	Sirpanish, qoqilish, yiqilish. Natijada tana a'zolarini shikastlash	Sex tozaligini nazoratda ushlash



6	Sehdagi mikroklimitni talabga javob bermasligi	Ishchilarni sog'ligini yo'qotishi. Eritish va quyish jarayonida ba'zi metallar va ularning (alyuminiy, qo'rg'oshin, rux kabi) komponentlari zararli gazlar va bug'larga aylanadi. Bu gazlar nafas olish tizimi va teriga zarar etkazishi mumkin.	Ventilyatsiya tizimini ishlashini nazoratda ushlash
7	Sex havosi tarkibida turli zararli gazlar va changlarning ruxsat etilgan miqdordan ortib ketishi	Kasb kasalliklarini tez rivojlanishi, pnevmakonioz kasalligini ko'payishiga olib keladi. Yoqilg'ilar va ba'zi metallardan chiqadigan zaharli gazlar havoni ifloslantiradi, bu esa nafas olish tizimi kasalliklariga olib kelishi mumkin.	Meyyoriy hujjatlar asosida zararli gazlarni REM ni ta'minlash
8	Texnologik jarayonda foydalaniladigan asbob-uskunalarini nosozligi	Turli xil jaroxatlarni kelib chiqishi. Metallni eritish va quyish jarayonlarida texnologik uskunalar, mashinalar va mexanizmlarning ishdan chiqishi yoki ishlovchilarni jismoniy zararlantirishi mumkin.	Asbob-uskunalarining ma'nan eskirganlarini yangilab turish

Ushbu jadvalda keltirilgan xavflar korxonadagi xavfsizlikni ta'minlashga imkon bermaydi. Shu sababli xavfsizlikni ta'minlash uchun xavflarni turlarini va sonlarini kamaytirish talab etiladi. Natijada mehnat xavfsizligini baholash amalga oshiriladi. Jadvaldagi 1 va 2 raqamlarda berilgan xavflardan metallomlarni induksion elektro peshlarga joylashtirish va eritilgan suyuq metallarni kovshlarga quyish jarayonida sexdagi erituvchilar va quyuvchilarga xavf ko'proq ta'sir ko'rsatadi.

4. Xulosa

Quyuv korxonasi ishchilarining xavfsizligini ta'minlash korxona xavfsizligini baholash bilan samaradorlikka erishilishi aniqlandi. Xavfsizlikni baholash ishchilarning mehnat faoliyatlari davomida xavfsiz mehnat faoliyatlari bilan mashg'ul bo'lishlarni ta'minlashi bilan belgilanadi. Yani baholash yordamida xavflarni ishchilarning sog'ligiga, kasb kasalliklariga, shikastlanishlar sonini ortib borishiga

sabab bo'lishi mumkin bo'lgan omillar, sabablar bartaraf etiladi.

Metallarni eritish va quyish sexlaridagi mehnat xavfsizligini baholash - bu nafaqat ishchilarni himoya qilish, balki sanoatning samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Har bir sexda xavf-xatarlarni aniqlash va ularni bartaraf etish uchun zarur choralar ko'rish, ishchilarga xavfsizlikni ta'minlash va ish sharoitlarini yaxshilashning samarali usulidir. Mehnat xavfsizligi tizimini doimiy ravishda takomillashtirib borish, texnologik yangilanishlar va ta'limni kuchaytirish, natijada sanoatning raqobatbardoshligini oshirishga yordam beradi.

Xavfsizlikni baholash bo'yicha quyidagi tavsiyalar mavjud:

innovatsion texnologiyalarni joriy etish, xavflarni tahlil qilish va xavfsizlikni boshqarishda sun'iy intellekt va chet el ma'lumotlardan foydalanish;

kadrlar tayyorlashni kuchaytirish, ishchilarni xavfsizligining yangi usullari va texnologiyalari bo'yicha muntazam ravishda o'qitish va malakasini oshirish;

xavfsizlikni baholashda va joriy etishda mavjud xavflarni hisobga olish.

Faqatgina xavfsizlikni baholash usullari yordamida xavflarni kamaytirish va murakkab hamda xavfli sharoitlarda xavfsiz ish sharoitlarni yaratish imkonini beradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] V.A.Mirboboev. Konstruktsion materiallar texnologiyasi. Toshkent. - «O'zbekiston» - 2004 y, 546 bet.
- [2] Po'lat eritish korxonalarida xavfsizlik qoidalarini tasdiqlash haqida. [O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligining 2013-yil 30-martdagi 6-24/23-2744/6-sonli texnik hujjat]
- [3] O. T. Aliyev. Transportda inson faoliyati xavfsizligi. Darslik,. TDTU - "Transport" nashriyoti, Toshkent: 2024, 358 bet.
- [4] I.Kalandarov, A Xojiev. Shaxtalarda ishchilar xavfsizligini ta'minlash tizimlari samaradorligini baholash mezonlari tahlili. International journal of advanced technology and natural sciences. (4 (43)), 58-61.
- [5] <http://staff.tiame.uz>
- [6] <http://talim.kasaba.uz>

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Umarova
Mavludaxon
Nazirovna /
Mavludakhon
Umarova
Toshkent davlat transport universiteti
"Texnosfera xavfsizligi" kafedrasi
dotsenti, t.f.n.,
E-mail: umavludakhon1970@mail.ru
Tel.: +998934292526
<https://orcid.org/0000-0002-1606-8144>



Application of geoinformation systems (GIS) in the analysis of transport flows

A. Abduvaliev¹ ^a

¹Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Abstract: This article analyzes the role, importance and areas of application of geoengineering systems (GIS) in the analysis and management of traffic flows. With the help of GIS technologies, methods for modeling road networks, determining traffic density, predicting traffic jams and improving the efficiency of traffic logistics are considered. This paper carried out spatial analysis of transport flows based on applications such as QGIS and ArcGIS.

Keywords: geoinformation system, transport flow, spatial analysis, road network, transport logistics, GIS technologies

Transport oqimlarini tahlil qilishda geoaxborot tizimlarining (GAT) qo'llanilishi

Abduvaliyev A.¹ ^a

¹Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya: Mazkur maqolada transport oqimlarini tahlil qilish va boshqarishda geoaxborot tizimlarining (GAT) o'rni, ahamiyati hamda qo'llanilish yo'nalishlari tahlil qilinadi. GAT texnologiyalari yordamida yo'l tarmoqlarini modellashtirish, transport harakati zichligini aniqlash, tirbandliklarni bashorat qilish va transport logistikasi samaradorligini oshirish usullari ko'rib chiqiladi. Ushbu maqolada QGIS va ArcGIS kabi dasturlar asosida transport oqimlarining fazoviy tahlili amalga oshirilgan.

Kalit so'zlar: geoaxborot tizimi, transport oqimi, fazoviy tahlil, yo'l tarmog'i, transport logistikasi, GAT texnologiyalari

1. Kirish

Hozirgi kunda transport tizimi mamlakat infratuzilmasining eng muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Shahar va mintaqalarda transport oqimlarini samarali boshqarish iqtisodiy rivojlanish, ekologik barqarorlik va aholining hayot sifatini yaxshilashda muhim o'rin tutadi.

An'anaviy usullar transport harakatini o'lchash va tahlil qilishda ko'p vaqt talab etadi hamda aniqlik darajasi past bo'ladi. Shu sababli zamonaviy texnologiyalar, xususan Geoaxborot tizimlari (GAT) asosida transport oqimlarini raqamli shaklda modellashtirish va tahlil qilish usullari keng joriy etilmoqda.

GAT texnologiyalari transport ma'lumotlarini fazoviy kontekstdagi tahlil qilish, vizualizatsiya qilish va qaror qabul qilish jarayonini avtomatlashtirish imkonini beradi. An'anaviy usullardan farqli o'laroq, GAT bazasida transport oqimlarini modellashtirish va tahlil qilish — nafaqat vaqt va resurslarni tejaydi, balki bor ma'lumotlarni vizual tarzda ko'rsatish, turli ma'lumot manbalarini birlashtirish va kompleks qarorlar qabul qilish imkoniyatini yaratadi. Shu jihati bilan bu usul zamonaviy transport infrastrukturasini va harakatini boshqarishda muhim yangilik sifatida qaralmoqda. Shuningdek, GAT integratsiyasi orqali transport tizimida ekologik, ijtimoiy va iqtisodiy jihatlar ham e'tiborga olinadi — transport harakati va yo'l infratuzilmasi bilan bog'liq havoning ifloslanishi, umrga

ta'siri, yo'l xavfsizligi, faol hududlarning yaqinligi kabi omillar geografik ma'lumotlar bilan bog'lanib tahlil qilinadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu maqolada asosiy metodologik yondashuvi transport oqimlarini GAT texnologiyalari asosida modellashtirish va tahlil qilishga qaratilgan. Transport harakatining fazoviy va vaqtinchalik o'zgarishlarini aniqlash hamda tirbandlik darajasini baholash orqali samarali boshqaruv qarorlarini ishlab chiqishdir.

Tahlil natijalari:

Transport oqimlarini tahlil qilish uchun GAT texnologiyalari yordamida quyidagi ma'lumotlar to'plandi:

Ma'lumotlarni yig'ish: Yo'l tarmoqlari, svetoforlar, chorrahalar, jamoat transporti bekatlari haqidagi ma'lumotlar OpenStreetMap va GPS manbalaridan olindi transport vositalarining harakat tezligi va yo'nalishlari haqidagi ma'lumotlar real vaqt rejimida yig'ildi.

GAT platformalarida tahlil: QGIS dasturida shahar yo'l tarmoqlari raqamlashtirildi. "Heatmap" (issiqlik xaritasi) vositasi yordamida transport oqimining zichlik darajalari tasvirlandi. "Network Analyst" moduli orqali eng samarali marshrutlar aniqlanib, tirband joylar belgilandi.

Model yaratish: Transport oqimlari uchun statik va dinamik modellar ishlab chiqildi. Dinamik model orqali kun davomida transport harakatidagi o'zgarishlar kuzatildi.

^a  <https://orcid.org/0009-0003-9795-4854>



Transport oqimining intensivligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$Q = k \cdot v$$

Bu yerda:

Q — transport oqimi (avtomobil/soat),

k — transport zichligi (avtomobil/km),

v — oʻrtacha tezlik (km/soat).

Agar vaqt boʻyicha oʻzgarish hisobga olinsa:

$$Q(t) = k(t) \cdot v(t)$$

Bu model yordamida har bir yoʻl segmentida vaqtga nisbatan oqim oʻzgarishi tahlil qilinadi.

Qarshi shahrining markaziy yoʻllarida transport oqimi kuzatildi. Quyidagi jadvalda GAT tahlili asosida olingan natijalar keltirilgan:

1-jadval

GAT tahlili asosida olingan natijalar				
Yoʻl nomi	Oʻrtacha tezlik (km/soat)	Zichlik (avto/km)	Oqim (avto/soat)	Tiqilinch darajasi (GAT tahlili)
Mustaqillik shoh koʻchasi	42	35	1470	Oʻrta
Navoiy koʻchasi	28	55	1540	Yuqori
Qashqadaryo koʻchasi	36	30	1080	Past
Registon yoʻli	25	60	1500	Yuqori



1-rasm. GAT asosida Qarshi shaharida transport oqimlarini tahlil qilish xaritasi (mualliflar tomonidan tuzilgan)

Transport tizimida kechikish vaqti T_d quyidagicha ifodalanadi:

$$T_d = \frac{L}{v} - \frac{L}{v_f}$$

Bu yerda:

L — yoʻl uzunligi (km),

v — haqiqiy tezlik (km/soat),

v_f — erkin harakat tezligi (km/soat).

3. Natijalar

Tahlil natijalari shuni koʻrsatdiki: Transport oqimining eng yuqori zichligi 07:30–09:00 va 17:30–19:00 oraligʻida kuzatildi. Shahar markazidagi asosiy chorrahalarda harakat tezligi 20–25 km/soatgacha pasaygan. QGIS orqali yaratilgan “tirbandlik issiqlik xaritasi” yordamida transport oqimining kritik nuqtalari aniqlandi. “Network Analyst” moduli orqali alternativ marshrutlarni tanlash orqali harakat vaqti 12–15% ga qisqargani kuzatildi.

Shuningdek, GAT asosida olingan maʼlumotlar shahar transport infratuzilmasini rejalashtirishda aniqroq qarorlar qabul qilish imkonini berdi.



2-rasm. QGIS dasturi orqali tirbandlik issiqlik xaritasi ishlab chiqildi

Oqim zichligi — yoʻlning maʼlum uzunligida joylashgan avtomobillar sonini bildiradi:

$$k = \frac{N}{L}$$

bu yerda:

k — yoʻl boʻlagidagi transport zichligi (avtomobil/km),

N — avtomobillar soni,

L — yoʻl uzunligi (km).

Zichlik ortishi bilan transport harakati sekinlashadi, tirbandlik xavfi oshadi.

Oʻrtacha tezlik — avtomobillarning yoʻl boʻylab harakatlanish tezligini bildiradi:

$$v = \frac{L}{t}$$

bu yerda:

v — oʻrtacha tezlik (km/soat),

L — yoʻl uzunligi (km),

t — oʻrtacha harakat vaqti (soat).

Tezlik transport zichligiga teskari proporsionaldir: zichlik oshgani sayin oʻrtacha tezlik kamayadi.

Oqim intensivligi — yoʻl kesimidan bir vaqt birligida oʻtuvchi avtomobillar sonini bildiradi:

$$q = k \cdot v$$

bu yerda:

q — transport oqimining intensivligi (avtomobil/soat),

k — zichlik (avtomobil/km),
 v — oʻrtacha tezlik (km/soat).

Bu tenglama transport tizimlaridagi asosiy munosabat hisoblanadi. U orqali tirbandlik chegarasini va maksimal oqimni aniqlash mumkin.

Olingan natijalar GAT texnologiyalarining transport boshqaruvi tizimida yuqori samaradorlikka ega ekanini koʻrsatadi. Anʼanaviy usullarga nisbatan GAT asosidagi tahlillar:

maʼlumotlarni fazoviy kontekstda koʻrsatadi;

real vaqtli monitoring imkonini beradi;

transport rejalashtirish va marshrut optimallashtirish jarayonlarini avtomatlashtiradi.

Bu yondashuv nafaqat shahar infratuzilmasini samarali boshqarish, balki ekologik va iqtisodiy foyda keltiruvchi tizimlar yaratishda ham muhim ahamiyat kasb etadi.

4. Xulosa

Yuqoridagi tahlillar natijasida aniqlanishicha, Geoaxborot tizimlari (GAT) transport oqimlarini tahlil qilishda muhim amaliy ahamiyatga ega boʻlib, u transport tizimini raqamlashtirish, boshqaruvni avtomatlashtirish hamda tirbandliklarni kamaytirish jarayonlarida samarali vosita sifatida xizmat qiladi. GAT texnologiyalari orqali transport harakatining asosiy parametrlarini — zichlik, tezlik va oqim intensivligini — fazoviy maʼlumotlar bilan birgalikda tahlil qilish imkoniyati yaratiladi. Bu esa shahar infratuzilmasining holatini aniq baholash, transport tarmogʻining yuklanish darajasini aniqlash va muammoli nuqtalarni aniqlash imkonini beradi. Transport maʼlumotlarini raqamli shaklda yigʻish, saqlash va vizual tahlil qilish imkoniyati. Tirbandlik issiqlik xaritalari

(heatmap) yordamida kritik nuqtalarni tezda aniqlash. Transport harakatini real vaqt rejimida monitoring qilish va bashorat modellarini ishlab chiqish imkoniyati.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Goodchild M.F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211–221.
- [2] Batty M. (2013). *The New Science of Cities*. MIT Press.
- [3] Longley P., Goodchild M., Maguire D., Rhind D. (2015). *Geographic Information Systems and Science*. Wiley.
- [4] Mahmudov A., Abduvaliyev A. (2022). Oʻzbekiston transport tizimini boshqarishda GAT texnologiyalarining roli. Qarshi DTU ilmiy axboroti.
- [5] QGIS Documentation (2023). QGIS User Guide. Open Source Geospatial Foundation.

Mualliflar toʻgʻrisida maʼlumot/ Information about the authors

Abduvaliyev Asror/
Asror Abduvaliev Qarshi davlat texnika universiteti
“Kompyuter tizimlarining dasturiy va texnik taʼminoti” kafedrası dots. v.b
E-mail: aaasror@umail.uz
Tel.: +998908686878
<https://orcid.org/0009-0003-9795-4854>



Assessment of the impact of resonance regimes in power supply systems on network voltage quality

Sh.I. Murtazov¹^a, J.N. Tolipov¹^b

¹Institute of Energy Problems of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan

Abstract: This article investigates the impact of resonance regimes on voltage quality in power supply systems. The study particularly analyzes voltage distortion levels, waveform deformation, and the emergence of high-frequency harmonic components under the presence of nonlinear loads and capacitor devices. Based on oscillograms and spectral analyses, the negative effects of resonance and inter-resonance conditions on voltage purity are demonstrated. Modeling results are expressed through the Total Harmonic Distortion of Voltage (THD_U), revealing its variation depending on load parameters and the presence of capacitors. The research substantiates the necessity of carefully selecting capacitors and filtering devices to improve power quality in electrical systems.

Keywords: power supply system, resonance regime, harmonic distortion, capacitor bank, nonlinear loads, waveform, voltage quality, harmonic analysis, spectral analysis, sinusoidal signal, reactive power compensation

Elektr ta'minoti tizimining rezonans rejimini tarmoq kuchlanishi sifat darajasiga ta'sirini baholash

Murtazov Sh.I.¹^a, Tolipov J.N.¹^b

¹O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti, O'zbekiston

Annotatsiya: Mazkur maqolada elektr ta'minoti tizimlarida rezonans rejimining kuchlanish sifatiga ta'siri o'rganilgan. Tadqiqotda, ayniqsa, nochiqli yuklamalar va kondensator qurilmalari mavjud holatda tarmoq kuchlanishining buzilish darajalari, kuchlanish to'liq shaklining o'zgarishi va yuqori chastotali garmonik komponentlarning paydo bo'lishi tahlil qilingan. Osillogramma va spektral tahlillar asosida rezonans va inter-rezonans holatlarning kuchlanish tozaligiga salbiy ta'siri ko'rsatilgan. Modellashtirish natijalari THD_U (umumiy garmonik buzilishlar koeffitsienti) orqali ifodalangan bo'lib, yuklama parametrlari va kondensatorlarning mavjudligiga bog'liq holda qanday o'zgarishi aniqlangan. Tadqiqot elektr energiyasi sifatini yaxshilashda kondensatorlar va filtrlash qurilmalarining ehtiyotkorlik bilan tanlanishi zarurligini asoslaydi.

Kalit so'zlar: elektr ta'minoti tizimi, rezonans rejimi, garmonik buzilishlar, kondensator batareyasi, nochiqli yuklamalar, to'liq shakli, kuchlanish sifati, garmonik tahlil, spektral analiz, sinusoidal signal, reaktiv quvvat kompensatsiyasi

1. Kirish

Elektr ta'minoti tizimlarining sifat ko'rsatkichlari, xususan kuchlanishning sifati va uning garmonik tarkibi iste'molchilarning sifatli elektr energiyasi olishida muhim o'rin tutadi. Zamonaviy tarmoqlarda ko'plab elektron to'g'rilagichlar, inverterlar va boshqa no'anaviy yuklamalar tufayli kuchlanishning yuqori garmonikalar darajasi ortib bormogda. Bunday garmonikalar tizimning rezonans rejimiga kirishiga, ya'ni tizim elementlarining induktivligi va kondensatorlar sig'imi muvofiqlashtirilgan holatda rezonans chastotasida o'zaro ta'sirlashuvi natijasida kuchlanish va tokda kuchli o'zgarishlar hosil bolishiga olib keladi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu maqolada asosiy metodologik yondashuvi transport oqimlarini GAT texnologiyalari asosida Kondensatorlar elektr ta'minoti tizimlarida reaktiv quvvatni kompensatsiya qilish uchun keng qo'llaniladi, biroq ular ishlashi tizimda rezonans rejimlarni kuchaytirishi mumkin. Shuning uchun kondensatorlarning mavjudligi yoki yo'qligi, hamda ularning quvvati va holati tarmoq kuchlanishining sifat ko'rsatkichlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

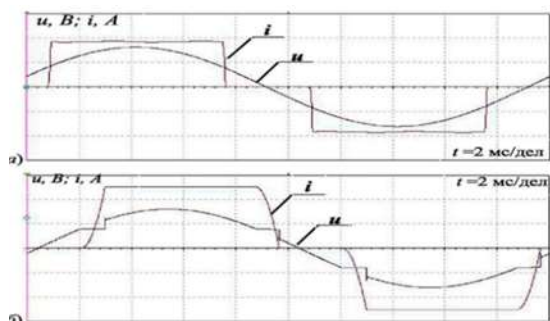
1-rasmda nochiqli yuklamalar uchun ($P^*d = 0,01$ va $P^*d = 0,7$) to'g'rilagich faza tokining va tarmoq faza kuchlanishining (ko'k chiziq) osillogrammalari keltirilgan. Ikkinchi osillogrammadan ko'rinish turibdiki, tokning kommutatsiya oraliqlarida kuchlanish egri chizig'ida kuchli buzilishlar yuzaga keladi.

^a <https://orcid.org/0009-0009-2520-8995>

^b <https://orcid.org/0009-0002-5095-0234>



Ushbu osillogrammalarda tarmoq kuchlanishi va tokning vaqtga nisbatan o'zgarishi ko'rsatilgan. Ko'k rangda faza kuchlanishi u, qizil rangda esa to'g'rilagich orqali o'tuvchi faza toki i ifodalangan[1-4].



1-rasm. To'g'rilagich kirishidagi faza kuchlanishi va toki osillogrammalari: a) - $P^*d = 0,01$; b) - $P^*d = 0,7$

a) Yuklama faktori $P^*d = 0,01$ holatida tok va kuchlanish to'liqlari nisbatan sinusoidal shaklida bo'lib, toki ham kuchlanishga yaqin silliq o'zgarishlarga ega. Bu holatda elektr ta'minoti tizimida yuklama juda kichik bo'lib, tarmoqda kuchlanish sifati yuqori darajada saqlanmoqda. Tok to'liqlarining to'g'rilagichga kirishi sezilarli buzilmasdan, aniq va nazorat ostida bo'ladi[1-7].

b) Yuklama faktori $P^*d = 0,7$ holatida esa tok to'liqini sezilarli darajada o'zgargan. To'g'rilagichning kalitlanish momentlarida tok to'liqini to'rtburchak shakliga o'xshash tarzda keskin o'zgarib, kuchlanish egri chizig'ida (ko'k chiziq) katta buzilishlar paydo bo'ladi. Bu kommutatsiya oraliqlarida kuchlanishning qattiq tebranishlari va impuls shaklidagi garmonik komponentlar yuzaga kelishiga olib keladi. Natijada, kuchlanish sifati pasayadi, kuchlanishdagi yuqori garmonikalar va nosinusoidallik ko'payadi, bu esa elektr ta'minoti tizimining samaradorligini kamaytirishi va jihozlarning shikastlanish xavfini oshirishi mumkin.

Shu bilan birga, yuqori yuklama sharoitida tokning aniq to'g'rilanishi uchun tizimda rezonans rejimlari yuzaga kelishi ehtimoli oshadi, bu esa kuchlanish sifatini yanada yomonlashtiradi. Mazkur osillogrammalar elektr ta'minoti tizimlarida yuklamaning o'zgarishi kuchlanish va tok to'liq shakliga qanday ta'sir qilishini aniq ko'rsatadi va kondensator qurilmalarining mavjudligi yoki yo'qligi sharoitida tizimning ish faoliyatini baholashda muhim ma'lumot beradi[2-6].

Ushbu tadqiqot bosqichida elektr energiyasi sifati ko'rsatkichlariga, xususan, kuchlanishning yuqori garmonikalar darajasiga, nochiylik yuklama quvvatining ta'siri kondensator qurilmalari mavjud va mavjud bo'lmagan holatlar uchun ko'rib chiqilgan. Kondensatorlar o'chirilgan holatdagi modellashtirish natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Kondensator batareyasi o'chirilgan holatda THD_U % ko'effitsientining qiymatlari

P^*d	1	0,75	0,66	0,5	0,25
S^*_n	0	0	0	0	0
THD_U , %	10,25	9,1	7,15	6,3	3,6
P^*d	1	0,75	0,66	0,5	0,25
S^*_H ($\cos\varphi = 0,85$)	0	0,25	0,33	0,5	0,75
THD_U , %	10,25	9,2	7,65	6,75	3,95

Ko'rib chiqilayotgan rejimlar uchun tarmoq kuchlanishining garmonik tarkibiy qismlari qiymatlari hamda kuchlanishning umumiy nosinusoidallik ko'effitsienti THD_U , % bilan birga 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Tarmoq kuchlanishining yuqori garmonik amplituda qiymatlari

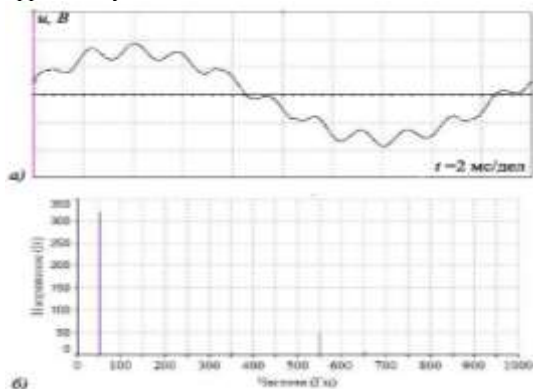
Rejimlar		11-garmonikadagi rezonansrejimi		11 va 13-garmonikalar orasidagi inter-rezonans rejimi		7 va 11-garmonikalar orasidagi inter-rezonans rejimi	
Tarmoq parametrlari		$P^*d=0,3$, $Q_k^*=0,15$, $S^*_H=0,4$		$P^*d=0,3$, $Q_k^*=0,13$, $S^*_H=0,4$		$P^*d=0,3$, $Q_k^*=0,25$, $S^*_H=0,4$	
n	Chastota, Hz	Kuchlanish garmonikalarining amplitudalari		Kuchlanish garmonikalarining amplitudalari		Kuchlanish garmonikalarining amplitudalari	
		V	n.b.	V	n.b.	V	n.b.
1	50	320,6	1	320,2	1	322,2	1
5	250	5,5	0,017	6,4	0,02	8,1	0,025
7	350	5,9	0,019	8	0,025	16,1	0,05
11	550	48,8	0,152	30,8	0,096	7,4	0,023
13	650	6,3	0,02	29,6	0,093	3,7	0,011
17	850	2,9	0,009	4,9	0,015	1,5	0,005
19	950	2,5	0,008	3,2	0,01	1,1	0,003
23	1150	1,9	0,006	1,7	0,005	0,6	0,002
25	1250	1,7	0,005	1,3	0,004	0,5	0,001
29	1450	1,2	0,004	0,8	0,003	0,3	0,001
31	1550	1	0,003	0,7	0,002	0,2	0,001
35	1750	0,7	0,002	0,5	0,001	0,1	>0,001
37	1850	0,5	0,002	0,4	0,001	0,1	>0,001
THD_U %		156		138		6,2	

Kondensator batareyasi ulangan holatda 11-garmonikadagi rezonans rejimi hamda 7 va 11-garmonikalar orasidagi, shuningdek 11 va 13-garmonikalar orasidagi

inter-rezonans rejimlari uchun tarmoq faza kuchlanishining osillogrammalari va garmonik tarkibi olinib, ular 2-3 rasmlarda keltirilgan[3-7].



Shunday qilib, nohiziq yuklamali elektr ta'minoti tizimlarida kondensator qurilmalarining ishlashi kuchlanish sifatini yomonlashtiradi, bu ayniqsa rezonans rejimlarida yaqqol namoyon bo'ladi.



2-rasm. Faza kuchlanishining osillogrammasi va garmonik tarkibi ($P^*d = 0,3$; $S^*H = 0,4$; $\cos\varphi = 0,8$; $QK^* = 0,15$; 11-garmonikadagi rezonans holati)

2-rasmda kondensator batareyasi ulangan holda 11-garmonikadagi rezonans holati yuzaga kelganida tarmoq faza kuchlanishining qanday buzilishga uchrashi ko'rsatilgan.

a) Bu osillogrammada (yuqori qismda) kuchlanish signali sof sinusoidal shakldan ancha farq qilganini ko'rish mumkin. To'liq shaklida aniq tebranishlar va notekisliklar kuzatilmoqda.

Aynan bu tebranishlar yuqori garmonikalar, xususan 11-garmonik rezonans sababli yuzaga kelgan. Bu holatda kuchlanish sinusoidasi ustiga rezonans orqali kuchaytirilgan garmonikalar "qatlam" bo'lgan va signal shaklini sezilarli darajada buzgan. Bu rezonans holati kuchlanish sifati ko'rsatkichlari, xususan THD_U (umumiy no-sinusoidallik ko'effitsienti) ortishiga olib keladi va tizimdagi jihozlar uchun xavf tug'diradi [2-5].

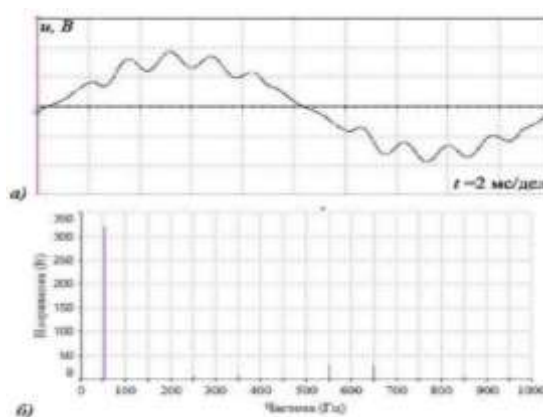
b) Quyi qismda keltirilgan grafik faza kuchlanishining chastota spektrini aks ettiradi. Unda vertikal o'qda kuchlanishning amplitudasi (V), gorizontall o'qda esa chastota (Hz) ko'rsatilgan.

Bu tahlilda asosiy (1-garmonik, 50 Hz) signal bilan birga 550 Hz (11-garmonik) chastotada ancha yuqori amplitudali komponent borligi aniq ko'zga tashlanadi. Bu aynan rezonans kuchayishi natijasida yuzaga kelgan yuqori garmonik bo'lib, uning mavjudligi kuchlanish to'liqining shaklini buzib, tarmoqda sezilarli no-sinusoidallik hosil qiladi. Bu holatda asosiy kuchlanish komponenti (50 Hz) - taxminan 320 V atrofida 11-garmonik (550 Hz) - sezilarli darajada (taxminan 48-50 V) bolib, bu kuchlanish sifati uchun salbiy ko'rsatkich hisoblanadi.

Bu osillogram va spektral tahlil quyidagilarni ko'rsatadi: Elektr ta'minoti tizimida kondensator batareyalari mavjud holatda, ayniqsa rezonans chastotasiga yaqin bo'lganda, kuchlanish signalida sezilarli darajada buzilishlar yuzaga keladi.

Bunday holatda 11-garmonik kuchli kuchayadi, bu esa kuchlanish sifatining yomonlashuviga, jihozlarning gizib ketishiga yoki ishlamay qolishiga olib kelishi mumkin.

Shuning uchun rezonans rejimlarini aniqlash va bartaraf etish, kondensator qurilmalarini garmonik filtrlash usullari bilan to'g'ri loyihalash zarur.



3-rasm. Faza kuchlanishining osillogrammasi va garmonik tarkibi ($P^*d = 0,3$; $S^*H = 0,4$; $\cos\varphi = 0,8$; $QK^* = 0,13$; 11 va 13-garmonikalar orasidagi rezonans holati)

Ushbu 3-rasmda elektr ta'minoti tizimi yuklamasi ostida kondensator batareyasi mavjud holatda yuzaga kelgan inter-rezonans (ya'ni ikki garmonik chastota oralig'idagi rezonans) holati tasvirlangan. Jumladan, tizimda 11 va 13-garmonikalar oralig'ida rezonans yuzaga kelgan.

a) Faza kuchlanishining osillogrammasidagi yuqori grafika qaraganda, kuchlanish signalining shakli an'anaviy sinusoidal dan sezilarli darajada chetlagan. To'liq shakli ko'p sonli notekis tebranishlarga ega bo'lib, ayniqsa signalning har ikki yarim davrida aniqlik bilan garmonik modulyatsiya holati kuzatiladi. Bu esa kuchlanish sifatining yomonlashganidan darak beradi. Inter-rezonans holatida kuchlanish spektrida bir nechta yuqori chastotali komponentlar kuchayadi va bu to'liq shaklini buzib, no-sinusoidallik ko'effitsientining oshishiga olib keladi. Natijada tarmoqdagi elektr jihozlar (ayniqsa kuchlanishga sezgir elektron qurilmalar) ishdan chiqishi yoki nosoz ishlashi mumkin [4-6].

b) Garmonik tarkibi quyi grafik kuchlanish signalining spektral tahlilini ko'rsatadi. Bunda asosiy (1-garmonik, 50 Hz) komponentning amplitudasi yuqori - taxminan 320 V atrofida 11-garmonik (550 Hz) va 13-garmonik (650 Hz) chastotalarda sezilarli garmoniklar mavjud. Bu ikki garmonik orasida rezonansli kuchayish mavjud bo'lib, aynan kondensator batareyasi bilan yuklama parametrlari o'zaro rezonans sharoitini hosil qilgan.

Bu holatda tizimda bir nechta yuqori garmonikalar mavjudligi sababli THD_U (umumiy garmonik buzilishlar ko'effitsienti) oshadi, bu esa energiya sifatining keskin yomonlashuviga olib keladi.

3. Xulosa

Ushbu maqolada elektr ta'minoti tizimlarida rezonans va inter-rezonans rejimlarining kuchlanish sifati ko'rsatkichlariga ta'siri modellashtirish va spektral tahlillar asosida chuqur o'rganilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki nohiziqli yuklamalar va kondensator batareyalari mavjud bo'lgan tizimlarda kuchlanish to'liq shakli sezilarli darajada buziladi hamda yuqori chastotali garmonik komponentlar kuchayadi. Ayniqsa, 11-garmonik va 11-13-garmonikalar oralig'ida yuzaga keladigan rezonans holatlarida kuchlanish signalida nosinusoidallik ortib, THD_U ko'effitsienti me'yordan ancha yuqori darajalarga yetadi.



Kondensator qurilmalarining tizimga ulanmagan va ulangan holatlaridagi taqqoslama natijalari, rezonans sharoitlari mavjud bo'lgan holatlarda kuchlanish sifatining keskin yomonlashishini isbotlab berdi. Bu esa, o'z navbatida, elektr ta'minoti tizimlarida energiya sifatini ta'minlashda kondensatorlar parametrlarini to'g'ri tanlash va garmonik filtrlash usullarini joriy etish zarurligini ko'rsatadi. Tadqiqot natijalari elektr energiyasi sifatini yaxshilash, tizimda garmonik buzilishlar va rezonans rejimlarining oldini olish, shuningdek, elektr jihozlarining ishonchli ishlashini ta'minlash bo'yicha xizmat qiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Holger R. Power Quality in Electrical Systems. - McGraw-Hill Education, 2008. - 320 p.
- [2] IEEE Std 519-2014. IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems. - Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2014.
- [3] IEC 61000-2-4: Electromagnetic compatibility (EMC) - Environment - Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances. - International Electrotechnical Commission, 2002.
- [4] Кондраненкова Т.Е., Дулепов Д.Е. Моделирование работы симметрирующего устройства в сельских электрических сетях в среде Simulink (Matlab) // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 4 (71). – С. 28-35.

[5] Бушуев В.В., Козлов Ю.Н., Шелестов А.А. "Качество электрической энергии в системах электроснабжения". - М.: Энергоатомиздат, 2010. - 256 с.

[6] Левин А.Ф., Гусев И.А. «Гармоники в системах электроснабжения. Анализ, оценка и меры по снижению». – СПб.: Питер, 2016. - 304 с.

[7] Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях // Энергоатомиздат. – 2000. – 252 с.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Tolipov Jamshid Nurbekovich/ Jamshid Tolipov	O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti, katta ilmiy xodimi PhD, k.i.x. E-mail: tolipovjamshidn@gmail.com Tel.: +99893 565-22-08 https://orcid.org/0009-0009-2520-8995
Murtazov Sherzod Isakbayevich/ Sherzod Murtazov	O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti, mustaqil izlanuvchisi. E-mail: shermurtazov@gmail.com Tel.: +99893 555-10-24 https://orcid.org/0009-0002-5095-0234



Analysis of the impact of eco-driving style on fuel consumption in passenger cars

B.R. Fattokhjonov¹, A.A. Mukhitdinov¹ ^a

¹Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: With the growing environmental challenges, ensuring energy efficiency in the transport sector has become one of the urgent issues. This article provides an in-depth analysis of the eco-driving concept and its impact on fuel consumption. Based on research, it has been proven that the implementation of eco-driving methods improves both environmental and economic efficiency and serves as an important tool in shaping driver behavior and culture. The article also highlights the prospects of monitoring driver behavior using automated systems. Scientific sources and experiments were used to analyze how aggressive or efficient driving styles influence fuel consumption and the amount of exhaust emissions.

Keywords: eco-driving, fuel consumption, exhaust emissions, driver behavior, driving efficiency, automated monitoring systems, environmental sustainability, energy saving, transport sector, aggressive driving, driving culture

Yengil avtomobillarda ekologik haydash uslubining yonilg'i sarfiga ta'sirini tahlili

Fattokhjonov B.R.¹, Muxitdinov A.A.¹ ^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ekologik muammolar ortib borayotgan bir paytda transport sohasida energiya tejamkorligini ta'minlash dolzarb masalalardan biriga aylandi. Maqolada ekologik haydash konsepsiyasi va uning yonilg'i sarfiga ta'siri chuqur tahlil qilinadi. Tadqiqotlar asosida eko-haydash uslubining joriy etilishi ekologik va iqtisodiy samaradorlikni oshirishi, shuningdek, haydovchining madaniyatini shakllantirishda muhim vosita ekanini isbotlangan. Shuningdek, maqolada avtomatlashtirilgan tizimlar yordamida haydovchi xatti-harakatlarini nazorat qilishning istiqbollari yoritiladi. Ilmiy manbalar va eksperimentlar asosida haydovchining agressiv yoki samarali haydash uslublarining yonilg'i sarfi va chiqindi gazlar hajmiga qanday ta'sir qilishi tahlil qilindi. Tanqidiy yondashuv asosida mavjud tadqiqotlar solishtirilib, eco-driving bo'yicha eng maqbul strategiyalar aniqlangan.

Kalit so'zlar: ekologik haydash, yonilg'i sarfi, chiqindi gazlar, haydovchi xatti-harakati, haydash samaradorligi, avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari, ekologik barqarorlik, energiya tejash, transport sohasi, agressiv haydash, haydash madaniyati

1. Kirish

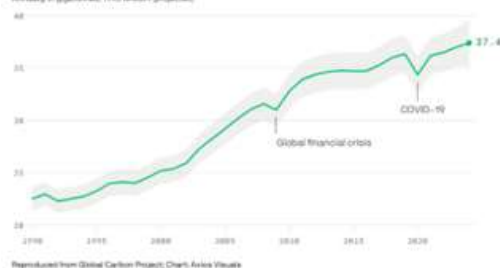
Dunyoda va O'zbekistondagi ekologik muammo va transport sohasining chiqindi gazlardagi ulushi

Bugungi kunda insoniyat oldida turgan eng yirik muammolardan biri — global ekologik inqiroz bo'lib, bu holat asosan chiqindi gazlar, yonilg'i sarfining ortishi, global isish va energetika resurslarining cheklanganligi bilan bog'liq.

2024-yil yakunlariga ko'ra, global CO₂ chiqindilari 0,8% ga oshib, 37,4 milliard tonnaga yetgan, bu sanoat inqilobidan beri eng yuqori daraja hisoblanadi (1-rasm) [2]. Atmosferadagi karbonat angidrid (CO₂) miqdori esa 422,5 ppm ni tashkil etib, sanoatgacha bo'lgan davrga nisbatan 2% ga oshgan [2].

Global fossil CO₂ emissions

Annually in gigatonnes, 1990 to 2024 projected



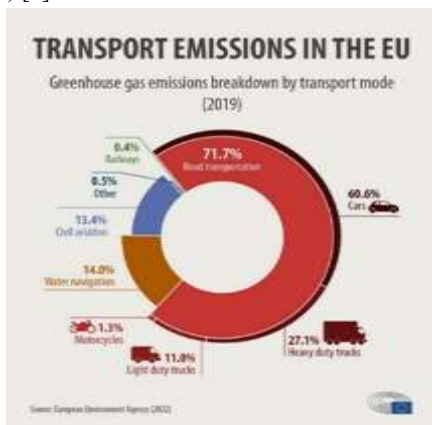
1-rasm. Dunyo bo'yicha yoqilg'i chiqindilaridan hosil bo'lgan CO₂ gazlarining yillik o'sishi [2]

Ushbu muammolarda transport sohasining hisssasi beqiyosdir. [5] Manbada keltirilishicha Global CO₂ chiqindilarining 24% dan ortig'i transport sohasining hisssasiga to'g'ri keladi. 2022-yilda transportdan chiqadigan CO₂ chiqindilari 8 milliard tonnani tashkil qilgan bo'lib, bu ko'rsatkich yildan-yilga o'sib bormoqda [6]. Yevropa Atrof-

 <https://orcid.org/0000-0001-5360-8624>



muhit Agentligining hisobotiga ko'ra, 2019-yilda transport sektori Yevropa Ittifoqining umumiy CO₂ chiqindilarining taxminan chorak qismini tashkil etgan, uning 71,7% esa yo'l transporti tomonidan chiqarilgan. (2-rasm) [7].



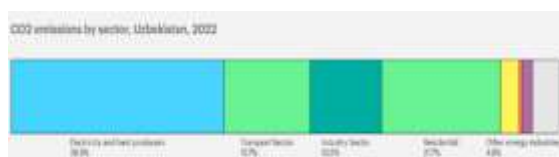
2-rasm. Transport turlari bo'yicha ekologiyaga ta'sir diagrammasi [7]

2-rasmda Yevropa Atrof-muhit Agentligining 2019-yildagi hisobotidan keltirilgan bu rasmdan ko'rinib turibdiki atmosferani zaharlayotgan chiqindi gazlarning miqdori 71,7 %ni yo'l transporti tashkil etgan, eng e'tiborlisi 60.6% ni yengil avtomobillar tashkil etgan, keyingi o'rinlarda o'g'ir yuk avtomobillari egallagan.

2. Tadqiqot metodologiyasi

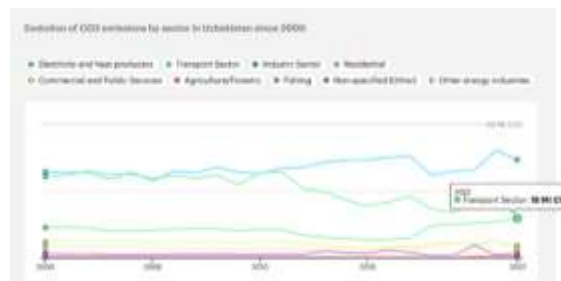
O'zbekistondagi transport vositalaridan chiqadigan zararli chiqindi gazlar. Dunyo miqyosida CO₂ emissiyasining qariyb 22,7 foizi transport sektorining ulushiga to'g'ri keladi. O'zbekistonda bu ko'rsatkich 13,3 foizga teng [37]

Xalqaro Energiya agentligi [38] bergan ma'lumotlariga ko'ra 2022 yilga kelib O'zbekistondagi CO₂ emissiyasining sohalar bo'yicha taqsimlanishini taqdim etgan. Unga ko'ra 2022-yilga holatga ko'ra 15,7% foiz Co2 zararli chiqindi gazlar Transport sohasiga to'g'ri kelgan (3-rasm).



3-rasm. O'zbekistonda Co2 emissiyasining sohalar bo'yicha taqsimlanishi [38]

2000-yildan boshlab 2022-yilgacha bo'lgan davrda Co2 emissiyasini o'sish va dinamikasi keltirilgan (4-rasm). Unga ko'ra eng yuqori ko'rsatkichni "Elektr energiya va issiqlik ishlab chiqarish" sohasi 44 Mt (million tonna) (39%), keyingi o'rinlarda esa "Transport" sohasi 18 Mt Co2 zararli gaz ishlab chiqarilgan (4-rasm).



4-rasm. O'zbekistonda sohalar bo'yicha 2000-2022 yilgacha bo'lgan davrda Co2 ni ishlab chiqarilgan holati.[38]

Shunday muammolarni yechish maqsadida dunyoda ekologik talablar ishlab chiqildi. Bundan maqsad esa atrof muhitni muhofaza qilish, inson salomatligi va ekologik xavfsizlikni ta'minlash, tabiiy resurslardan oqilona foydalanishdir Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, ekologiyaga eng katta ta'sir o'tkazayotgan soha bu transport sohasidir. Bu sohada mana shunaday muammolarni yechish uchun bir qancha ishlar olib borilmoqda. Jumladan: ekologik talablarning ortishi, gibritizatsiyalash, yo'l infatuzilmasini takomillashi, bio yoqilg'i turlariga o'tish, va hokazo. Shu kabi texnologik va normativ choralar bilan bir qatorda, haydovchilarning shaxsiy haydash uslublarini optimallashtirish ham ekologik xavfsizlik va yoqilg'i tejamkorligini oshirishda muhim omil hisoblanadi. Ayniqsa, haydovchining haydash madaniyati va harakatlanishdagi ehtiyotkorlikni shakllantirish ekologik muammolarni kamaytirish bo'yicha samarali yondashuvlardan biri sifatida qaralmoqda.

Shu nuqtai nazardan, so'nggi yillarda jahon miqyosida "ekologik haydash" (inglizcha atamasi — *eco-driving*) konsepsiyasi keng tarqalib, transport vositalarining atrof-muhitga salbiy ta'sirini kamaytirishning muhim strategiyasiga aylangan. Eco-driving faqatgina yoqilg'i sarfini kamaytirishga emas, balki chiqindi gazlar emissiyasini qisqartirish, xavfsizlikni oshirish va transport vositasidan oqilona foydalanishga ham xizmat qiladi.

Maqolaning asosiy maqsadi aynan shu yo'nalishga qaratilgan bo'lib, unda ekologik haydash uslubining yonilg'i sarfiga va chiqindi gazlar hajmiga ta'siri, haydovchining haydash mahoratining o'rni hamda bunday jarayonlarni avtomatlashtirish imkoniyatlari tahlil qilinadi.

Eco-driving tushunchasi va ilmiy asoslari

Global ekologik vaziyatning keskinlashuvi fonida, yo'l harakatida energiya samaradorligini oshirish va chiqindi gazlarini kamaytirishga qaratilgan yondashuvlar tobora ko'proq ahamiyat kasb etmoqda. Shunday yondashuvlardan biri bu — ekologik haydash uslubidir [16]. Bu atama birinchi bor 1998-yilda Shvetsiyada jamoaviy o'qitish dasturlari doirasida ishlatilgan bo'lib, hozirda Yevropa davlatlari, AQSh, Yaponiya va boshqa ko'plab mamlakatlarda keng tatbiq etilmoqda [22].

Eco-driving — bu haydovchining haydash uslubini atrof-muhitga ta'sirini kamaytirishga yo'naltirilgan tarzda boshqarish strategiyasidir. Bu uslubning asosiy maqsadi — yonilg'i sarfini kamaytirish, CO₂ emissiyasini qisqartirish, xavfsizlikni oshirish va transport vositasining xizmat muddatini uzaytirishdir

Ilmiy adabiyotlarda eco-drivingga quyidagi ta'riflar berilgan:



- [17] ga ko'ra, eko-driving — bu transport vositasining energiya sarfini minimallashtirishga qaratilgan haydovchining yondashuvi;
- [18] esa bu tushunchani nafaqat ichki yonuv dvigatelli, balki elektromobillar uchun ham dolzarb strategiya deb aytib o'tilgan;
- [19]] maqolaga ko'ra ekologik haydash — bu ko'p qirrali tushuncha bo'lib, u haydovchilik xatti-harakatlari, marshrut tanlovi hamda transport vositalarining yoqilg'i sarfiga ta'sir qiluvchi barcha tanlov va xatti-harakatlarni o'z ichiga oladi (masalan, sifatli yoqilg'idan foydalanish, konditsionerdan foydalanish, tirbandlik soatlarida haydash va h.k.). Ekologik haydash tushunchasini [19] tashkil etuvchi barcha jihatlar quyidagi 5-rasmda umumlashtirib berilgan



5-rasm. Ekologik haydash tushunchasi [19]

Eco driving turli jihatlarini o'z ichiga oladi. Ya'ni, haydashda bir nechta muhim odatlarni shakllantirish orqali yoqilg'ini tejash va chiqindilarni kamaytirish mumkin. Bunga, masalan, sekin va tekis yurish, to'satdan tormoz bermaslik, dvigatelni bo'sh joyda ishlatmaslik hamda harakat tezligini me'yorda ushlab turish kiradi. Aynan tezlikni optimallashtirish jihatida haydovchining yonilg'i tejamlorligi va xavfsizligi nuqtai nazaridan qiladigan eng muhim qarorlaridan biridir

Eko-haydashning asosiy tamoyillari

Ekologik haydash amaliyotida haydovchining kundalik haydash xatti-harakatlari katta ro'l o'ynaydi. Tadqiqotlar [24,31,32] shuni ko'rsatadiki, quyidagi oddiy, ammo samarali tamoyillarga rioya qilish yoqilg'i sarfini 10–20% gacha kamaytirishi mumkin:

1. Keskin tezlanish va tormozlanmaslik

— keskin start va to'satdan tormozlanishlardan qochish, bir tekis tezlikda harakatlanish. Optimal uzatmalarni almashtirish — dvigatel past aylanishlarda (odatda benzinli dvigatel uchun 2000–2500 ayl/min, dizel uchun 1500–2000 ayl/min) yuqori uzatmaga o'tish.

2. Doimiy tezlikni saqlash

— imkon qadar kruiz-kontrol (agar mavjud bo'lsa) yordamida barqaror tezlikda harakatlanish. Bekor ishlashdan qochish — agar to'xtash 30 soniyadan ortiq bo'lsa (masalan, svetoforda), dvigatelni o'chirish maqsadga muvofiq.

3. Marshrutni to'g'ri rejalashtirish

— tirbandlik va keraksiz to'xtashlar kam bo'lgan yo'llarni tanlash.

4. Avtomobilning texnik holatini nazorat qilish

— shinalardagi bosimni muntazam tekshirish, moy va filtrlarni o'z vaqtida almashtirish, dvigatelni servisdan o'tkazish.

5. Ortiqcha yuk va qarshilikni kamaytirish

— mashinadan keraksiz yuklarni, foydalanilmayotgan tom bagajini olib tashlash.

6. Ekologik haydash madaniyati

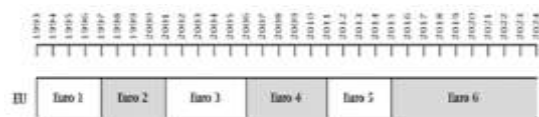
— Yo'l harakati qoidalariga rioya qilish, boshqa ishtirokchilarga hurmat bilan munosabatda bo'lish, agressiv haydashdan voz kechish.

Ekologik haydash uslubining asosiy omillarga ta'siri.

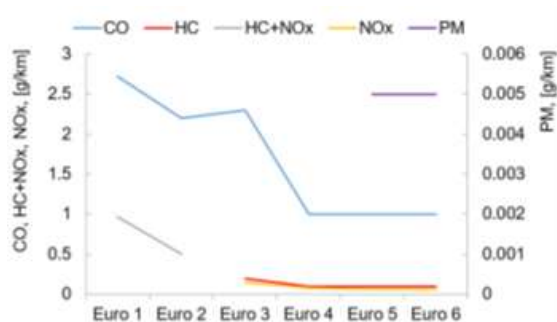
Eko-haydashning ekologiyaga ta'siri

Transport vositalarining ekologik muammolarga qo'shayotgan hisssasi bevosita atmosferaga chiqariladigan CO₂, NOx va boshqa zararli gazlar bilan bog'liq. Xalqaro tashkilotlar ma'lumotlariga ko'ra, bu chiqindilarning salmoqli qismi aynan yo'l transporti, jumladan yengil avtomobillar hissasiga to'g'ri keladi. Ayniqsa, shaharlarda avtomobil zichligi yuqori bo'lgan hududlarda ekologik yuklama keskin ortmoqda [5,6].

Shu nuqtai nazardan Yevropa Ittifoqi tomonidan bosqichma-bosqich qabul qilingan **Yevro emissiya standartlari** yo'l transporti vositalari chiqindilarini normativ jihatdan tartibga soluvchi asosiy tizimga aylandi. Euro standartlar 1993-yildan buyon bosqichma-bosqich kuchga kirib, har bir bosqichda CO (karbon monoksidi), NOx (azot oksidi), HC (uglevodorodlar) va PM (chang zarrachalari) chiqindilariga qat'iy cheklovlar joriy qilib kelinmoqda [20,22,24, 23]



6-rasm. 1993-yildan 2024-yilgacha Yevropa Ittifoqida yengil avtomobillar uchun Euro 1 dan Euro 6 gacha bo'lgan standartlarining amal qilish davri. [20]



7-rasm. Benzinda dvigatellardan chiqadigan zararli chiqindi gazlarlarining Euro emissiya me'yorlari asosida kamayishining grafik ko'rinishi [26]

Yuqoridagi 7-rasmdagi grafikda ko'rinib turibdiki, NOx chiqindilari bo'yicha qariyb 12 barobargacha qisqartirish amalga oshirilgan [26]. Bu esa dvigatel konstruksiyasidagi jiddiy o'zgarishlar, chiqindi gazlarini tozalovchi tizimlar (SCR, DPF), AdBlue eritmasi, EGR klapanlari, start-stop tizimlari va boshqa ekologik texnologiyalar joriy etilishi tufayli amalga oshirilgan [39,40].

Biroq, turli tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, hatto Euro 6 standartiga mos avtomobillarda ham, haydovchining

boshqaruv uslubi (tezlik, tezlanish, tormozlash) chiqindi gazlari hajmiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi [21]. Masalan, Holcner va hammualliflarining 2021-yilda olib borgan simulyatsion tadqiqotlari shuni ko'rsatdiki, Euro 6 avtomobilida ham eko-haydash strategiyasi qo'llanilganda chiqindilar 9–17% gacha kamaygan [21].

Shu sababli, faqat texnologik yondashuv emas, balki haydovchining xatti-harakatlariga asoslangan strategiyalar ham muhim ahamiyat kasb etadi. Aynan shu yerda eko-driving tushunchasi dolzarb bo'lib chiqadi. Eco-driving — bu yoqilg'i sarfini kamaytirish, chiqindilarni optimallashtirish va harakat samaradorligini oshirishga qaratilgan boshqaruv uslubidir [22].

Zannikos va Tzirakis esa benzinli va dizel avtomobillarda agressiv haydash CO va HC chiqindilarini 4–7 baravar, dizellarda esa NOx ni sezilarli darajada oshirganini qayd etgan [9].

Ushbu tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, eko-haydash nafaqat yonilg'i sarfini optimallashtiradi, balki eng zamonaviy ekologik standartlarga javob beruvchi avtomobillarda ham chiqindi gazlari miqdorini kamaytiradi. Shunday ekan, transport vositalarining ekologik samaradorligini oshirishda haydovchining haydash uslubini o'zgartirish — muhim omillardan biri hisoblanadi.

Ekologik haydash uslubining iqtisodiy tomondan ta'siri

Transport vositasining ekspluatatsiyasi jarayonida yonilg'i sarfi asosiy harajat manbalaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, benzin yoki dizel narxlarining yillik o'sishi fonida yonilg'i tejamkorligini oshirish har bir haydovchi va tashkilot uchun iqtisodiy zaruratga aylanmoqda. Yonilg'i sarfi bir necha asosiy omillarga bog'liq:



8-rasm. Avtomobilidan chiqayotgan chiqindi gazlar miqdorining va yonilg'i sarfining oshishiga ta'sir qiluvchi omillar [12]

Yuqoridagi omillarni hisobga olib ishlab chiqilgan ekologik haydash (eco-driving) konsepsiyasi haydovchining yoqilg'i sarfini **10–30% gacha kamaytirishiga** imkon beradi [1,2,3]. Bu esa birgina avtomobil egasi emas, balki yirik transport korxonalari va shahar logistika tizimlari uchun ham katta iqtisodiy samara beradi.

Ericsson (2001) tadqiqotida, tajribali haydovchilar orasida eko-haydashga o'rgatilgan guruhda yonilg'i sarfi 22% gacha kamaygani aniqlangan [24]. Tiglaov va Qaral (2016) esa Filippinda olib borgan eksperimentida avtobus haydovchilari eko-driving mashg'ulotidan so'ng o'rtacha 15.7% yoqilg'i iqtisodiy qayd etgan [8]. Undan tashqari [14] maqolada esa 3-xil haydash uslubini simulyatsiya qilingan eko-haydash, normal haydash va agressiv haydash. Har bir haydash uslubini bir xil yo'nalishda va bir xil atrof-muhit sharoitida amalga oshirilgan. O'lchovlar har bir haydash

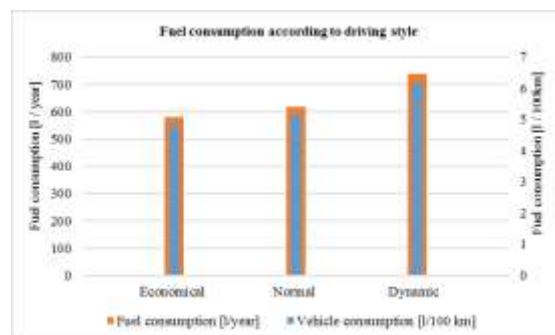
uslubini uchun 3 marta takrorlangan — bu usul natijalarni iloji boricha aniqlashtirish va ularni real haydov holatiga moslashtirish imkonini bergan. Tadqiqotda, eng past yoqilg'i sarfi eko-haydash uslubida qayd etilgan bo'lib, bu ko'rsatkich 100 km ga 4,83 litrni tashkil etgan. Aksincha, eng yuqori yoqilg'i sarfi — 6,15 l/100 km — agressiv haydash uslubida kuzatilgan (1-jadval va 9-rasm)

1-jadval

Haydash uslubiga qarab avtomobilning yonilg'i sarfi - iqtisodiy ta'siri [14]

	Vehicle consumption (l/100km)	Increase (Decrease) (%)	Annual cost (€)	Fuel consumption (l/100km)	Increase (Decrease) (%)	Increase (Decrease) (€)
Economical driving	4.83	-0.18	12,000	570.6	0	0
Normal driving	5.25	+0.42 (+8.6)	12,000	612	+20.4	16,704
Dynamic driving	6.15	+1.32 (+27.3)	12,000	738	+127.4	104,064

Jadvalda ko'rinib turibdiki tadqiqot natijasiga ko'ra dinamik haydash uslubida qolgan haydash uslublariga qaraganda yonilg'i eko-haydash uslubiga nisbatan 158.4 l/yil, normal haydashga nisbatan esa 120 l/yil ga ko'proq sarflagan. Masofa bir xil, avtomobil soz holatda, yo'l sharoiti inobatga olingan, ammo haydovchining haydash texnikasi yuqoridagi natijaga olib kelgan va tadqiqotda ham "Avtomobilning yonilg'i sarfi, oxir-oqibat, haydash uslubini va harakatlanayotgan relyef (yer yuzasi) sharoitlariga bog'liq bo'ladi.", deb aytib o'tilgan va yaxshi ko'rsatgichni ekologik-haydash uslubida haydagan inson ko'rsatgan [14]. Quyida esa shu natijalarning grafik ko'rinishi keltirib o'tilgan. (9-rasm).



9-rasm. Haydash uslubiga qarab yonilg'i sarfining oshishi [14]

Ekologik haydash bilan oddiy haydash o'rtasida 0.32 l/100 km farq kelib chiqqan va bu 6.6% ni tashkil etgan. Aksincha, agressiv haydash uslubida yonilg'i sarfi keskin ortishi xulosa qilingan [14].

Boshqa bir maqolada [21] esa haydovchining boshqaruv uslubiga mos ravishda yonilg'i sarfini kamaytirish, ekologik haydashni odatga aylantirish va energiya samaradorligini oshirish uchun tavsiya va ogohlantirishlar beruvchi sun'iy intellekt asosidagi yordamchi tizimni ishlab chiqilgan. Natijalar shuni ko'rsatganki yonilg'i sarfida 4.8% dan 25% gacha tejamkorlikka erishilgan.

Shunday qilib, yoqilg'i sarfi va iqtisodiy tejamkorlik masalalari bilan bir qatorda, haydovchining boshqaruv uslubini yo'l harakati xavfsizligi uchun ham muhim rol o'ynaydi. Bu esa keyingi bo'limda ko'rib chiqiladi.

Ekologik haydash uslubining xavfsizlikga ta'siri

Yo'l-transport hodisalari (YTH) global miqyosda inson hayoti va sog'lig'iga tahdid solayotgan dolzarb muammodir. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO) ma'lumotlariga



ko'ra, yillik 1.19 millionga yaqin odam yo'l hodisalari oqibatida halok bo'ladi, bu esa o'lim sabablari orasida yuqori o'rinlardan birini egallaydi [24]. O'zbekiston sharoitida ham vaziyat murakkab: milliy hisobotga ko'ra, 2024-yilda 9,364 ta YTH qayd etilgan, natijada 2,203 kishi hayotdan ko'z yumgan, 8,901 kishi jarohat olgan [25]. Buning ustiga YTHlarning taxminan 30% tezlikni oshirish bilan bog'liq bo'lgan [25,26].

Bunday o'gir vaziyatlardan biri O'zbekistonda mavjud. UNECE va UNICEF hamkorligi bilan tayyorlangan Road Safety Performance Review hisobotida aytilishicha: O'zbekistonning YTH dan kelib chiqadigan iqtisodiy zarar GDPning 2.8% ni tashkil etadi; Yo'l transporti hodisalarning 50%ga yaqini piyodalarga to'g'ri keladi, va tezlik me'yorini buzish holatlari 30% ni tashkil etadi [26].

Eco-driving orqali xavfsizlikni oshirish faqat texnologik choralar emas, balki haydovchini ongli va ehtiyotkor boshqarishga yo'naltirishni ham o'z ichiga oladi — bu esa YTHlarni sezilarli darajada kamaytiradi.

Eko-haydash uslubining transportdagi komfortlilikka ta'siri

Transport vositalarida harakatlanish jarayonida haydovchi va yo'lovchilarning fizik va psixologik komfort darajasi nafaqat qulaylik, balki xavfsizlik va samaradorlik uchun ham muhim mezon hisoblanadi. Eco-driving yondashuvi, ya'ni tejamkor, barqaror va oldindan rejalashtirilgan haydash uslubi, bu jihatdan bir qator ijobiy ta'sirlarga ega.

Haydovchining psixologik holati

Keskin tormozlash, tezlikni doimiy o'zgartirish yoki signalga shoshilish kabi harakatlar haydovchini ruhiy jihatdan charchatadi. Eco-drivingda esa harakat silliq, oldindan rejalashtirilgan bo'lgani sababli stress holatlari kamroq kuzatiladi. Secharan (2024) tadqiqotlariga ko'ra, bunday boshqaruv usuli haydovchi tanasidagi stress indikatorlarini (EDA) 15–20% ga kamaytiradi [30]. Demak barqaror boshqaruv orqali haydovchining diqqatini uzoq vaqt ushlab turish va o'zini qulay his qilishiga yordam berishini ta'minlaydi.

Yo'lovchilar uchun komfortlilik

Avval boshidan aytganimizdek Eco-drivingda avtomobil to'satdan tormozlamaydi, tezlikka asta chiqadi, keskin burilishlar kam bo'ladi. Bu yo'lovchilar uchun bosh aylanishi, salonda harakat vaqtida bezovtaliklar yoki yo'l holatidagi zarbalardan kelib chiqadigan noqulayliklarni kamaytiradi. Mata-Carballeira (2022) tadqiqoti buni tajribada isbotlab, eco-driving uslubidagi harakat 20% kam tebranish, 18% sekin tormoz bilan kechishini ko'rsatgan [31].

Avtomobilning salon qismidagi termal komfortlilik

Agressiv haydashda avtomobil harorati tez o'zgaradi, natijada salon ichida konditsioner doimiy ishlaydi yoki samarasiz ishlaydi. Eco-drivingda esa avtomobil harakati barqaror bo'lgani sababli havoni taqsimlash tizimi muvozanatda ishlaydi. Amini (2021) tomonidan gibrid avtomobillarda o'tkazilgan tadqiqotda shuni ko'rsatadiki, eco-driving + eco-heating uslubi yordamida yonilg'i sarfi 14.5% ga kamayib, salonda doimiy 23–24 °C harorat ushlab turilgan [32]. Demak, avtomobil salonining harorati barqaror bo'lishi yo'lovchilarga yo'l davomida komfortlilikni ta'minlaydi.

Ekologik haydash uslubini avtomatlashtirish zarurati, xalqaro tajribalar va olib borilgan tadqiqotlar

Eko-haydash uslubining avtomatlashtirish zarurati

Ekologik haydash g'oya jihatdan samarali, ammo uning amaliyotda barqaror natija berishi uchun insoniy omillardan mustaqil, obyektiv va real vaqtda kuzatuv zarur. Haydovchilarning haydash odatlari, kayfiyati, va tajribasi eko-haydashni qo'llashda asosiy to'siq bo'lib qolmoqda. Shu sababli avtomatlashtirish orqali:

- 1) Real vaqtda kuzatuv orqali obyektiv monitoring o'rnatiladi [32],
- 2) Inson tomonidan qilinadigan xatolar va emotsional reaksiyalar kamayadi [2],
- 3) Haydovchi haydash xatti-harakatlari bo'yicha baholanadi [3].

Xalqaro tajribalar va olib borilgan tadqiqotlar

[33] tadqiqotda LSTM-tizimi orqali 30 haydovchi bilan sinov o'tkazilib, datchik signallari yordamida haydovchining xulq-atvori tahlil qilinadi. Model 89.2% aniqlik bilan eko va agressiv haydovchini ajratadi. Agar haydovchi agressiv haydasa bu model orqali haydovchi darhol ogohlantiriladi natijada haydovchi eko-uslubni davom ettirishi uchun imkon yaratadi. Natijalar shuni ko'rsatganki, bu model orqali yo'lida harakat davrida yonilg'i sarfi o'rtacha 12–18 % kamayadi, CO₂ va NO_x chiqindilarida 10–15 % pasayish bemaolol kuzatiladi deb xulosa berilgan [33]. Ammo Tadqiqot simulator orqali tajriba qilingan bo'lsada natijalar real sharoitda o'tkazilgan sinovlardan farq qilishi mumkin. Chunki real sharoitdada ko'pgina omillar yonilg'i sarfi va chiqindi gazlar miqdoriga ta'sir qiladi. Jumladan ob-havo sharoiti o'ta issiq yoki o'ta sovuq sharoitlar, yo'lga oid faktorlar, tirbandliklar va hokazo. Bu tadqiqotda esa sharoit idial deb olingan. Shuning uchun real sharoitda natija farq qilishimi mumkin.

Boshqa bir manbda [34] ikki signalizatsiyalangan chorrahadan o'tayotgan va "vehicle to grid" (V2G) tizimi bilan jihatlangan elektr avtomobilning ekologik haydash strategiyasi ko'rib chiqilgan. Tadqiqotdan maqsad – signalizatsiyali chorrahalardan o'tishda avtomobil tezligini optimallashtirish orqali energiya samaradorligini oshirish va batareya umrini qanchalik uzaytirish mumkinligini aniqlash bo'lgan. Tadqiqotda birinchi navbatda algoritim ishlab chiqilgan tezlik trayektoriyasini optimallashtiruvchi algoritim harakatga, svetofor holatiga va batareya sarfiga asoslangan. Keyin esa bu algoritim real sharoitda testdan o'tkazish uchun mobil ilova yaratilgan (9-rasm). Tadqiqot davomida 16 ta svetaforli chorxaxadan foydalanilgan. Ekologik algoritim yaqinlashishda avvalroq va sekin sekinlashish kerakligini audio orqali haydovchini svetafora 200–600 metr qolganda choraxadagi svetafor qaysi rangda yonayotgani haqida xabarador qiladi va haydovchiga tavsiya beradi (10-rasm). Bu ma'lumotlarni ilova GPS orqali oladi analiz qiladi. Shu sababli algoritim samaradorlikni oshirgan, natijalar shuni ko'rsatganki energiya sarfi kamaydi Eco-driving strategiyasi orqali 49% gacha umumiy xarajat tejallishi erishilgan (energiyani tejash + batareya eskirishining kamayishi hisobiga)[34].

Bu tadqiqot [34] o'zining hisob va eksperimental uslubda o'tkazilganligi bilan ajralib turadi. Bu ishda avtomobilga tegishli omillar texik sozligi, yo'lga aloqador faktorlar, haydovchiga aloqador omillar ya'ni tezlik, tezlanish, tormozlanish, neytral holatda haydash, va transport oqimiga tegishli svetafor va choraxalar faktorlari inobatga olingan. Ammo bu ishda turli ob-havo sharoitlarida yomg'ir, qor va o'ta issiq va sovuq holatlarda o'tkazilmagan.



Shunga o'xshagan yana bir tadqiqotda [35] elektr avtomobil uchun Antonio Sciarretta va boshqalar (2018) ning ishlab chiqishgan oldindan tahmini (bashoratli) ED (ekologik haydash) strategiyasini real trafik sharoitidagi ishlashini baholashgan. Bu ishda 2 xil ko'rinishda olib borilgan 2 ta elektromobil birinchisi aytib o'tilgan VAS tizimi bilan jihozlangan ikkinchi avtomobil esa bu qurilmalar bilan jihozlanmagan bo'lib Sinovlar Fransiyadagi Rueil-Malmaison va Bougival orasidagi 2,3 km uzunlikdagi, 9 ta svetoforli yo'nalishda o'tkazilgan. Har ikki avtomobil bir joydan boshlab, bir xil yo'nalishda haydagan, shunday qilib harakat muhitidagi omillar (tirbandlik, svetofor holati) bir xil bo'lgan. Bu tadqiqot [34]ga o'xshash, bu ishda ham mobil ilova yartaratililib uni planshetga o'rnatishgan. Ammo bu tadqiqot bilan [34] farqi shundaki, bu tadqiqotda

GPS koordinatalari va avtomobil tezligini $v(t)$ aniqlash uchun ishlab chiqilgan (VAS) ilovaga ega smartfon lokalizatsiya funksiyasini bajaradi. Smartfon GPS orqali maksimal 1,15 Hz chastotada ishlaydi. Vizual tahlil uchun Visual Behavior kompaniyasining NVIDIA Jetson AGX Xavier kontrolleriga ulangan stereoskopik kamera tizimi ishlatilgan. Lekin ED (eco-driving) algoritmi piyodalar va boshqa to'siqlarni hisobga olishga moslashtirilishi mumkin bo'lsa-da, kamera tizimi faqat oldinda harakatlanayotgan avtomobilning mavjudligini aniqlay olgan va uning nisbiy holati ξ va nisbiy tezligini ξ' o'lchaydi. Shuningdek, svetoforning holati (qizil/yashil) aniqlanadi. Tizimning aniqlash diapazoni taxminan 50 metрни tashkil qiladi va maksimal 3 Hz tezlikda ishlaydi.

Natijalar shuni ko'rsatganki ED tizimiga ega avtomobil tizimga ega bo'magan avtomobilga nisbatan 4,6 % kamroq energiya sarflagan, bunda o'rtacha tezlikdagi maksimal farq 2 % bo'lgan.

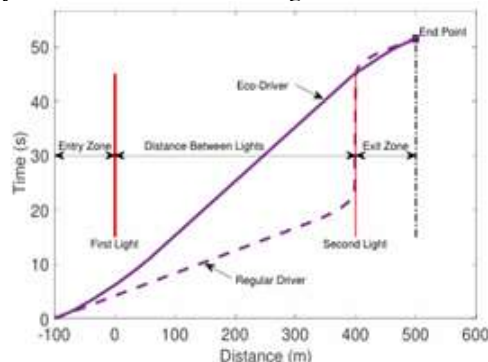
Bu tadqiqot O'zbekiston sharoitida eksperiment o'tkazish uchun juda mos. Chunki, birinchidan bizning iqlim sharoitimiz yozda issiq va qishda uncha sovuq bo'lgan sharoit kuzatiladi va natijalarga ta'sir o'kazadi. Ikkinchidan O'zbekistonda yoqilg'i sifati pastligi va narxning baland bo'lishini inobatga olgan holda bu VAS tizimini joriy qilish sarfni kamaytirishga va haydovchilarni mahoratini, madaniyatini oshirishga yordam berish mumkin. 3)XAVFSIZLIK. ko'pgina avtohalokatlar tezlik oqibatida kelib chiqishini inobatga olsa bu ham bir yechim bo'la oladi.



10-rasm. Eko-haydash sinovdan o'tkazish uchun ishlab chiqilgan mobil ilovaning interfeysi [34]

[36] tadqiqotda esa haydovchining yoqilg'i tejamlorligi va energiya sarfini jonli kuzatib borish qobiliyatiga ega displeylar yordamida qanday ta'sir ko'rsatish mumkinligini o'rganishgan. Tadqiqot laboratoriya sharoitida Ecosimlab da o'tkazilgan. Bu ishda 2 ta ko'rsatkich dan foydalanib, amalda qaysi biri foydaliroq ekanini solishtirishgan.

Izoh: telefonning GPS ma'lumotlari asosida GPS koordinatalari va transport tezligi aniqlanadi. Ilovada svetoforlar vaqti, tavsiya etilgan harakatlar hamda xarita ko'rsatiladi. Bundan tashqari, haydovchiga tezlik bo'yicha tavsiyalarni eslatish uchun audio ogohlantirishlar beriladi.



11-rasm. avtomobilning masofa va vaqt bo'yicha harakat trayektoriyasi [34]

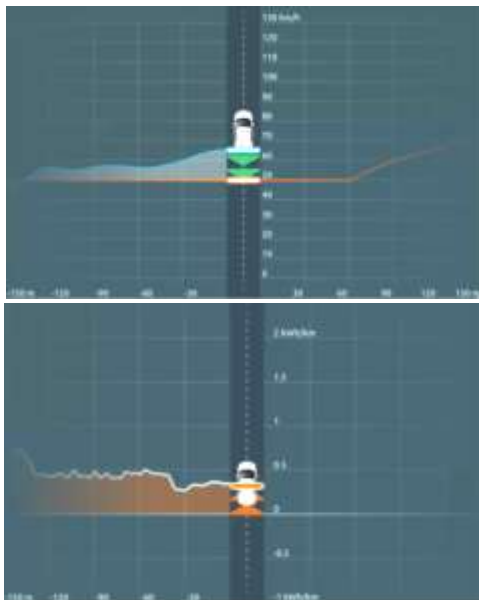
Izoh: Nazorat zonasi birinchi svetofordan 100 metr oldinda boshlanadi va ikkinchi svetofordan 100 metr orqada yakunlanadi. Ushbu misolda ikki svetofor orasidagi masofa 400 metрни tashkil qiladi va ularning svetofor sikl vaqtlari bir xil. Tadqiqot davomida masofa va svetofor aylanish vaqti o'zgartirib boriladi, bu orqali eco-driving foydasiga qanday ta'sir qilishi baholangan. Bular: ICD (Instantaneous Consumption Display — doimiy yonilg'i sarfi), OSD (Optimal Speed Display — tavsiya etilgan optimal tezlik).

OSD – bu haydovchiga yo'l sharoitlariga, tirbandlikka, relyefga yoki yaqin harakatlanuvchi transportga qarab eng tejamlor tezlikni tavsiya qiluvchi ko'rsatkich. Bu ikki eco-driving displeylari Samsung Galaxy tab 4 ga o'rnatilib rulning o'ng tomoniga monitoring pastga tarafiga o'rnatiladi (12-rasm) [36].

ICD bu – haydovchiga ayni daqiqadagi yoqilg'i sarfini (masalan, L/100 km yoki km/L) ko'rsatib beradigan displeydir. U doimiy yangilanib turadi va haydovchining hozirgi harakati (tezlashish, tormoz, uzluksiz harakat) yoqilg'i sarfiga qanday ta'sir qilayotganini aniq ko'rsatadi [36].

Tadqiqotga 105 ta haydovchilar jalb qilinadi va 3 guruhga bo'linadi: ICD, OSD va (displey yo'q) bo'lgan guruh. Eng bo'linan umumiy haydovchilardan faqat 89 ta haydovchi ishtirok etadi. Tadqiqot Lyubek universitetida o'tkaziladi. Simulyator (EcoSimLab) orqali murakkab va oddiy haydash muhitlarida sinov o'tkazilgan. Haydovchilar har xil trafik va yo'l sharoitlarida haydashgan. Har bir guruhning yonilg'i sarfi samaradorligi va energiya oqimi haqidagi bilim darajasi baholangan [36].





12-rasm. Eko-driving uchun ishlab chiqilgan ilovaning ko'rinishi a) OSD va b) ICD [36]

Tajribalar shuni ko'rsatdiki, har ikkala ko'rsatkich ham haydovchilarga yordam bergan, lekin ularning samarasi turli sharoitlarga qarab farq qilgan. OSD tavsiya etilgan optimal tezlikni ko'rsatganligi uchun ayniqsa murakkab sharoitlarda (svetaforlarda, burilish, tirbandlikda) eng yaxshi natijalarni bergan. ICD esa hozirgi yonilg'i sarfini ko'rsatib, haydovchining zudlik bilan o'z harakatini tahlil qilish va tuzatishga yordam bergan, bu esa oddiy yo'llarda foydali bo'lgan [36].

Tadqiqot to'liq simulyator yordamida o'tkazilgan. Bu laboratoriya sharoitida yonilg'i sarfi va haydovchi xulqi bo'yicha nazoratni kuchaytirishga imkon bergan, lekin real hayotdagi trafik, tirbandlik, hissiy reaksiyalar, havoning ta'siri kabi ko'plab omillar chetda qolgan. Bu shuni anglatadiki, erishilgan natijalar real sharoitdagi natijalardan farq qilishi mumkin.

Yuqoridagi tahlillar shuni ko'rsatdiki, avtomatlashtirilgan ekologik haydash tizimlari jahon miqyosida samarali natijalar bermoqda. Biroq, O'zbekiston sharoitiga mos model hali amaliy yoki ilmiy jihatdan taklif etilmagan. Shu maqolada xalqaro tadqiqotlar asosida asosiy yondashuvlar (LSTM, ICD/OSD displeylar, prognozli trayektoriya algoritmlari) chuqur tahlil qilindi, ammo mahalliy sharoit, texnik infratuzilma, yo'llar sifati va transport oqimi holati inobatga olingan moslashgan model hali ishlab chiqilmadi. Shu bois, keyingi bosqichda aynan O'zbekiston sharoitiga moslashtirilgan — soddalashtirilgan texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan — real avtomatlashtirilgan modeli taklif etilishi zarur. Unda haydovchi xatti-harakatini mobil ilova yoki OBD qurilma orqali tahlil qilish, mahalliy svetofoir va tirbandlik sharoitiga mos algoritim tuzish hamda rag'batlantiruvchi mexanizmlar kiritilishi mumkin.

3. Xulosa

Maqolada transport sohasidagi ekologik, iqtisodiy va xavfsizlik muammolari tahlil qilinar ekan, ekologik haydashga o'tish zarurati aniq ilgari surildi. Bugungi

kundagi chiqindi miqdorlari, energiya sarfi va haydovchi xatti-harakati o'rtasidagi bog'liqlik chuqur o'rganildi.

Ekologik omillar bo'yicha CO₂ va NO_x chiqindilari hajmi, shuningdek, Yevropa emissiya standartlarining evolyutsiyasi tahlil qilindi. Ayniqsa, Euro 6 bosqichi asosida avtomobil chiqindilarini normativ boshqarish holati yoritildi.

Iqtisodiy jihatdan esa haydash uslubi va avtomobil tezligi yoqilg'i sarfiga qanday ta'sir qilishi grafik va jadval asosida ochib berildi. Eco-driving va agressiv haydash o'rtasidagi farqlar aniq natijalar bilan tahlil qilindi.

Xavfsizlik masalalarida yo'l-transport hodisalarining asosiy sabablari, WHO statistikasi, va haydovchi e'tiborsizligining oqibatlari ko'rib chiqildi. Haydovchining haydash madaniyatining energiya samaradorligiga ta'siri ham alohida tahlil qilindi.

Komfort masalasida esa haydovchining holati, marshrut tanlovi, ob-havo, konditsioner kabi omillar eco-driving samaradorligiga qanday ta'sir ko'rsatishi ko'rib chiqildi. Haydash sifati nafaqat iqtisodiy, balki psixologik qulaylik bilan ham bog'liqligi e'tirof etildi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, eco-driving yondashuvi ko'plab sohalarida foyda beradi. Ammo ushbu yondashuvni real natijaga aylantirishda eng katta yordamchi bu — avtomatlashtirilgan nazorat va tahlil tizimlari. Chunki inson xatti-harakati doim ham barqaror emas. Haydovchi bugun e'tiborli bo'lishi mumkin, ammo ertaga stress yoki shoshilinch vaziyat sabab eco haydashdan chekinadi. Avtomatlashtirilgan tizim esa har doim kuzatuvda, baholovchi va tavsiya beruvchi vosita bo'lib, shunday noaniqliklarni aniqlab uni bartaraf etadi. Shu sababli maqolada bu yo'nalish alohida e'tibor bilan yoritildi va zarurligi asoslab berildi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] A.A.Muxitdinov, O.K.Adilov, Sh.A.Suvanqulov, B.Ya.Begmatov., G'.G'.Egamnazarov., J.N.Abdunazarov Avtomobilning ekspulatsiyaviy xususiyatlar nazariyasi [Matn] (o'quv qo'llanma) – Jizzax - 2019. – 148 bet.
- [2] Carbon Brief. (2024). "Global CO₂ emissions will reach new high in 2024 despite slower growth." <https://www.carbonbrief.org/analysis-global-co2-emissions-will-reach-new-high-in-2024-despite-slower-growth>
- [3] Statista. (2024). "Global CO₂ emissions by year 1940–2024." <https://www.statista.com/statistics/276629/global-co2-emissions>
- [4] Energy Institute. (2024). "2024 Statistical Review of World Energy." https://dieselnat.com/news/2024/06energyreview.php?utm_source
- [5] Statista. (2024). "Global liquid fuels consumption outlook 2025." https://www.statista.com/statistics/859133/global-liquid-fuels-consumption-outlook/?utm_source
- [6] EDGAR. (2024). "GHG emissions of all world countries-2024Report." https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024?utm_source
- [7] Nature. (2025). "Global carbon emissions and decarbonization in 2024."

https://www.nature.com/articles/s43017-025-00658-x?utm_source

[8] Britt A. Holmén, Karen M. Sentoff “Hybrid-Electric Passenger Car Carbon Dioxide and Fuel Consumption Benefits Based on Real-World Driving” DOI: [10.1021/acs.est.5b01203](https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01203)

[9] Fanourios E. Zannikos va Evangelos. G. Tzirakis o'zlarining “Impact of driving style on fuel consumption and exhaust emissions: defensive and aggressive driving style”, Cest 2007, www.researchgate.net/publication/258149928_Impact_of_driving_style_on_fuel_consumption_and_exhaust_emissions_defensive_and_aggressive_driving_style

[10] Bagheri E, Tehrani MM, Azadi M, Moosavian A (2025) “Impact of driving characteristic parameters and vehicle type on fuel consumption and emissions performance over real driving cycles.” from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317098>

[11] Xue Chen, Linhui Jiang, Yan Xia, Lu Wang, Jianjie Ye, Tangyan Hou, Yibo Zhang, Mengying Li, Zhen Li, Zhe Song, Jiali Li, Yaping Jiang, Pengfei Li, Xiaoye Zhang, Yang Zhang^d, Daniel Rosenfeld, John H. Seinfeld, Shaocai Yu “Quantifying on-road vehicle emissions during traffic congestion using updated emission factors of light-duty gasoline vehicles and real-world traffic monitoring big data”, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157581>

[12] Zhuowu Zhang, Emrah Demir, Robert Mason, Carla Di Cairano-Gilfedder “Understanding freight drivers’ behavior and the impact on vehicles’ fuel consumption and CO2 emissions”, 2023, <https://doi.org/10.1007/s12351-023-00798-2>

[13] Tatsuaki Osafune et al. “Analysis of accident risks from driving behaviors”. In: *International journal of intelligent transportation systems research* (2017), pp. 192–202.

[14] Michal Loman, Branislav Šarkan, Tomas Skrucany “Comparison of fuel consumption of a passenger car depending on the driving style of the driver”, 2021, DOI: [10.1016/j.trpro.2021.07.009](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.009)

[15] Noriel Christopher Tiglaio, Nestor Michael Tiglaio, Erris Sanciango, Mark Angelo Tacderas, “Crowdsourcing and Bus Telematics for Promoting Fuel Efficiency and Eco-Driving Practices on the EDSA Busway”, 2025, DOI: [10.1016/j.trpro.2024.12.052](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2024.12.052)

[16] Jacek Caban, Jan Vrábel, Branislav Šarkanb, Piotr Ignaciuk, “About eco-driving, genesis, challenges and benefits, application possibilities”, 2019, DOI: [10.1016/j.trpro.2019.07.178](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.178)

[17] Vinith Kumar Lakshmanan, Olivier Lemaire, Antonio Sciarretta “Practical Implementation and Experimental Validation of an Optimal Control based Eco-Driving System”, 2024, DOI: [10.48550/arXiv.2412.20965](https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.20965)

[18] Tasneem Miqdady, Juan Benavente, Juan Francisco Coloma and Marta Garcia “Driving Sustainability: Analyzing Eco-Driving Efficiency Across Urban and Interurban Roads with Electric and Combustion Vehicles”, World Electric Vehicle Journal, 2025, DOI: [10.3390/wevj16030143](https://doi.org/10.3390/wevj16030143)

[19] Panagiotis Fafoutellis, Eleni G. Mantouka and Eleni I. Vlahogianni “Eco-Driving and Its Impacts on Fuel Efficiency: “An Overview of Technologies and Data-Driven Methods”, 2021, <https://doi.org/10.3390/su13010226>

[20] Xin Li, Kyung-Min Nam “Environmental regulations as industrial policy: Vehicle emission standards

and automotive industry performance”, 2022, DOI: [10.1016/j.envsci.2022.01.015](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.01.015)

[21] Víctor Corcoba Magaña, Mario Muñoz Organero, “Eco-driving: Energy Saving based on Driver Behavior”, <https://www.researchgate.net/publication/270575624>

[22] Gonder, J., & Earleywine, M. (2012). *On-Road Evaluation of Fuel Economy and Emissions*. NREL Report

[23] Bagheri E, Tehrani MM, Azadi M, Moosavian A (2025) Impact of driving characteristic parameters and vehicle type on fuel consumption and emissions performance over real driving cycles. PLoS ONE 20(1): e0317098. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317098>

[24] World Health Organization (WHO). (2021). *Global status report on road safety 2021*. Geneva: World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240038759>

[25] UzDaily. (2025). 2,203 fatalities and 8,901 injured in 2024 road accidents in Uzbekistan

[26] UNECE & UNICEF. (2024). *Road Safety Performance Review of Uzbekistan*

[27] Sekadakis, M.; Sousouni, M.I.; Garefalakis, T.; Oikonomou, M.G.; Ziakopoulos, A.; Yannis, G. Evaluating the Environmental and Safety Impacts of Eco-Driving in Urban and Highway Environments. Sustainability 2025, 17, 2762. <https://doi.org/10.3390/su17062762>

[28] Holcner, J., et al. (2021). *Assessment of the impact of eco-driving on emissions from Euro 6 vehicles*. MDPI Energies.2014, <https://www.researchgate.net/publication/270575624>

[29] Ericsson, E. (2001). *Driving behavior and safety correlations* Transport Research Part D.

[30] Seecharan, TS 2024, The Role of Eco-Driving and Wearable Sensors in Industry 4.0. in *Engineering Asset Management Review*. Engineering Asset Management Review, vol. 3, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, pp. 207–230. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52391-5_10

[31] Ó. Mata-Carballeira, I. del Campo, E. Asua. “An eco-driving approach for ride comfort improvement”, 2025, 20 p, DOI: [10.48550/arXiv.2501.17658](https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.17658)

[32] Amini, M.R., Hu, Q., Wang, H., Feng, Y., Kolmanovsky, I., Sun, J., Experimental Validation of Eco-Driving and Eco-Heating Strategies for Connected and Automated HEVs, SAE Technical Paper 2021-01-0435, 2021. <https://saemobilus.sae.org/content/2021-01-0435>

[33] Yan, L., Jia, L., Lu, S., Peng, L., He, Y.: LSTM-based deep learning framework for adaptive identifying eco-driving on intelligent vehicle multivariate time-series data. IET Intell. Transp. Syst. 18, 186–202 (2024). <https://doi.org/10.1049/itr2.12443>

[34] Yongqiang Wang, Suresh G. Advani, Ajay K. Prasad, Effects of eco-driving on energy consumption and battery degradation for electric vehicles at signalized intersections, Department of Mechanical Engineering, University of Delaware, Newark, DE, 19716, USA, arXiv:2410.01685v1 [eess.SY] 2 Oct 2024, DOI: [10.48550/arXiv.2410.01685](https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.01685)

[35] Vinith Kumar Lakshmanan1, Olivier Lemaire2, Antonio Sciarretta, Practical Implementation and Experimental Validation of an Optimal Control based Eco-Driving System, 2024, from <https://dx.doi.org/10.48550/arXiv.2412.20965>

[36] Gödker; Steffen Schmees; Lukas Bernhardt; Daniel Görges; Thomas Franke,” Two Types of Eco-Driving Support – The Effects of an Instantaneous



Consumption Display (ICD) and an Optimal Speed Display (OSD) on Energy-Efficient Driving and Energy Dynamics Awareness", 2025, DOI: [10.31219/osf.io/297wv_v1](https://doi.org/10.31219/osf.io/297wv_v1)

[37] [Elektromobillar haqiqatan ham havoni kamroq ifloslantiradimi? O'zbekiston misolida tahlil — Daryo Yangiliklari](https://daryo.uz/2022/06/08/elektromobillar-haqiqatan-ham-havoni-kamroq-ifloslantiradimi-ozbekiston-misolida-tahlil), <https://daryo.uz/2022/06/08/elektromobillar-haqiqatan-ham-havoni-kamroq-ifloslantiradimi-ozbekiston-misolida-tahlil>

[38] <https://www.iea.org/countries/Uzbekistan/emissions>

[39] https://en.wikipedia.org/wiki/Variable_valve_timing

[40] <https://ru.ecu-company.com/removing-egr-dpf-and-scr-effective-solutions-for-your-engine>.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Muxitdinov Akmal	Toshkent davlat transport universiteti, t.f.d., professor
Anvarovich/ Akmal	E-mail: akmalmukhitdinov@gmail.com
Mukhitdinov	Tel.: +998909773823 https://orcid.org/0000-0001-5360-8624
Fattohjonov Bekzod	Toshkent davlat transport universiteti, magistrant.
Rasuljon o'g'li/ Bekzod	E-mail: bbekzod292@gmail.com
Fattokhjonov	Tel: +998971434062



Econometric modelling of the relationship between the structural elements of the urban passenger transportation system (the case of Nukus city)

D.F. Yuldoshev¹^a, A.R. Kunnazarova²

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Karakalpak state university, Nukus, Republic of Karakalpak, Uzbekistan

Abstract:

In this article, the problem of improving the efficiency of the urban passenger transportation system is analyzed based on econometric modeling using the case of Nukus city. The study evaluates the interrelationship of demographic, infrastructural, organizational, and economic factors that shape passenger flow by applying a multiple regression model. The correlation analysis showed that population density, headway (movement interval), and the number of trips are the main influential factors. The constructed model has a high explanatory power ($R^2 = 0.958$), and its statistical significance was confirmed using the F-test. The research findings demonstrate that the use of statistical modeling in transport service planning enhances decision-making efficiency and provides a scientific-practical basis for the optimal management of transport flows. Furthermore, the developed mathematical models can be applied for digital analysis of the transport system, optimization of route networks, and ensuring the competitiveness of public transport.

Keywords:

urban passenger transportation system, multiple regression, passenger flow, efficiency of transport services, headway (service interval), number of trips, public transport, logistics, statistical analysis, forecasting, optimization

Shahar yo'lovchi tashish tizimining tarkibiy elementlari o'rtasidagi bog'lanishni ekonometrik modellash (Nukus shahri misolida)

Yuldoshev D.F.¹^a, Kunnazarova A.R.²

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

²Qoraqalpog' davlat universiteti, Nukus, Qoraqalpog'iston Respublikasi, O'zbekiston

Annotatsiya:

Ushbu maqolada shahar yo'lovchi tashish tizimi samaradorligini oshirish muammosi Nuqus shahri misolida ekonometrik modellash asosida tahlil qilingan. Tadqiqotda yo'lovchi oqimini shakllantiruvchi demografik, infratuzilmaviy, tashkiliy va iqtisodiy omillar o'zaro bog'liq holda baholanib, ko'p omilli regressiya modeli qo'llanilgan. Korrelyatsion tahlil aholi zichligi, harakat intervali va qatnovlar sonining asosiy ta'sir etuvchi omillar ekanini ko'rsatdi. Qurilgan model yuqori aniqlikka ($R^2 = 0.958$) ega bo'lib, F-kriteriy orqali uning statistik ahamiyatligi tasdiqlandi. Tadqiqot natijalari transport xizmatlarini rejalashtirishda statistik modellashdan foydalanish qaror qabul qilish samaradorligini oshirishini, transport oqimini optimal boshqarish imkonini beradigan ilmiy-amaliy asos yaratishini ko'rsatdi. Shu bilan birga, ishda yaratilgan matematik modellar transport tizimini raqamli tahlil qilish, yo'nalish tarmoqlarini optimallashtirish va jamoat transportining raqobatbardoshligini ta'minlashda qo'llanilishi mumkinligi asoslanadi.

Kalit so'zlar:

shahar yo'lovchi tashish tizimi, ko'p omilli regressiya, yo'lovchi oqimi, transport xizmatlari samaradorligi, harakat intervali, qatnovlar soni, jamoat transporti, logistika, statistik tahlil, prognozlash, optimallashtirish

1. Kirish

Shahar yo'lovchi tashish tizimini samarali tashkil etish va uning barqaror faoliyatini ta'minlash- zamonaviy transport siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biridir. Jamoat transporti xizmatlari sifati, harakatlanish muntazamligi, yo'lovchi oqimi hamda transport infratuzilmasi o'rtasidagi muvozanat nafaqat aholi uchun qulaylik yaratadi, balki shahar iqtisodiyoti rivoji va ekologik barqarorlikka ham sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. Bugungi kunda xududlarda yo'lovchi tashish tizimi qator

muammolarga duch kelmoqda: ayrim yo'nalishlarda avtobuslar yetishmasligi, harakat intervallarining sababsiz uzayishi, bekatlarda navbatlarning ortishi va iqtisodiy samarasiz yo'nalishlar mavjudligi tizim samaradorligini pasaytiradi. Shu sababli transport xizmatlarini rejalashtirishda ilmiy asoslangan iqtisodiy va statistik yondashuvlarni joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot doirasida ko'p omilli regressiya modellash usuli qo'llanilib, yo'lovchi oqimiga ta'sir etuvchi demografik (aholi zichligi), infratuzilmaviy (yo'nalish uzunligi, bekatlar soni), iqtisodiy (tarif) va

^a <https://orcid.org/0000-0002-6042-2737>



tashkiliy (harakat intervali, qatnovlar soni) omillarning o'zaro bog'liqligi aniqlangan. Ushbu uslub yo'lovchi oqimini prognozlashda subyektiv yondashuvdan obyektiv hisob-kitoblarga o'tish, transport resurslarini oqilona taqsimlash va yo'nalish tarmog'ini optimallashtirish imkonini berdi [3,4].

Tadqiqotning dolzarbligi shundaki, statistik modellashirish asosida transport jarayonlarini tahlil qilish orqali transport xizmati sifati va samaradorligini oshirishga erishish mumkin. Bunday yondashuv transport siyosatining ilmiy asoslangan qarorlarini ishlab chiqishda muhim metodologik mezon bo'lib xizmat qiladi [6,8].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Quyida yo'lovchilar oqimiga boshqa omillarning ta'sirini ifodalovchi model ifodasini real ma'lumotlar asosida tuzib chiqamiz. Bunda modelning aniqligini baholash uchun quyidagi tahlillar amalga oshirish lozim.

1) Korrelyatsiya matritsasini qurish uchun

$$r_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (1)$$

maqsad: qaysi omil Q (yo'lovchilar oqimi) bilan kuchli bog'langanini aniqlash.

2) Regressiya koeffitsiyentlarini aniqlash uchun

$$\hat{a} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (2)$$

bu yerda X — $(n \cdot (k + 1))$

matritsa (birinchi ustun — 1), Y — natija vektori.

3) Determinatsiya koeffitsiyenti (R^2) va Adjusted R^2

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} = \frac{SSR}{SST} \quad (3)$$

$$Adj R^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-k-1} \quad (4)$$

4) F-kriteriy (modelning umumiy ahamiyati)

$$F = \frac{\left(\frac{SSR}{k}\right)}{\left(\frac{SSE}{n-k-1}\right)} \quad (5)$$

k — mustaqil o'zgaruvchilar soni.

5) t-statistika (har bir koeffitsiyentning ahamiyati)

$$t_j = \frac{\hat{a}_j}{SE(\hat{a}_j)} \quad (6)$$

$SE(\hat{a}_j)$ — koeffitsiyentning standart xatosi;

p-qiyamat — ikkitomonlama test orqali olinadi; agar $p_j < 0.05$ — koeffitsiyent statistik jihatdan ahamiyatli deb xisoblash mumkin.

Standart xatolarni hisoblash:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n-k-1}, \quad Cov(\hat{a}) = \hat{\sigma}^2 (X^T X)^{-1} \quad (7)$$

6) Koldiklar taxlili (residuals)

Koldik: $e_i = y_i - \hat{y}_i$.

$$SSE = \sum e_i^2 \cdot SST = \sum (y_i - \bar{y})^2 \cdot SSR = SST - SSE \quad (8)$$

Durbin-Watson: avtokorrelyatsiya tekshiriladi

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \quad (9)$$

Normality test - qoldiqlar normal taqsimlanganmi tekshiriladi;

VIF (Variance Inflation Factor) - multikollinearlikni tekshiradi:

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (10)$$

bu yerda R_j^2 — X_j ni boshqa omillar orqali regressiya qilgandagi determinatsiya.

3. Natijalar

Qoridagi tuzilgan usul bo'yicha Quyidagi ko'p omilli regressiya modeli baholandi

Yo'lovchilar oqimiga boshqa omillarning ta'sirini ifodalovchi model bo'yicha model parametrlari quyidagicha hisob-kitoblari natijasida quyidagi korrelyatsiya koeffitsiyentlari olindi: (1-4 jadvallar)

1-jadval

Yo'lovchi oqimi (Q) va uni shakllantiruvchi omillar o'rtasidagi Pirson korrelyatsiya koeffitsiyentlari matritsasi

Parametr	Q (yo'lovchi)	L (uzunlik)	S (bekatlar)	C (sig'im)	T (tarif)	P (aholi)	F (interval)	D (qatnovlar)
Q	1.00	-0.72	-0.68	-0.41	-0.36	+0.88	+0.82	+0.79
L	-0.72	1.00	+0.91	+0.37	-0.12	+0.95	-0.63	-0.59
S	-0.68	+0.91	1.00	+0.32	-0.10	+0.90	-0.58	-0.54
C	-0.41	+0.37	+0.32	1.00	+0.45	+0.28	-0.21	-0.19
T	-0.36	-0.12	-0.10	+0.45	1.00	-0.09	-0.33	-0.30
P	+0.88	+0.95	+0.90	+0.28	-0.09	1.00	-0.70	-0.66
F	+0.82	-0.63	-0.58	-0.21	-0.33	-0.70	1.00	+0.94
D	+0.79	-0.59	-0.54	-0.19	-0.30	-0.66	+0.94	1.00

2-jadval

Yo'lovchi oqimiga ta'sir etuvchi omillarning regressiya koeffitsiyentlari va ularning talqini

Belgi	Omil	Koeffitsiyent qiymati ($\hat{a}_i$)	Talqin (qisqacha)
a_0	Erkin a'zo (konstanta)	-22000	Boshlang'ich baza ta'sir
a_1	L – Yo'nalish uzunligi (km)	-1122.9841	Uzun yo'nalish – Qni pasaytiradi
a_2	S – Bekatlar soni	-66.1845	Ko'p bekat – vaqtni cho'zadi, Q pasayadi
a_3	C – Avtobus sig'imi (kishi)	-26.8891	Notipik, tahlil talab
a_4	T – Tarif (so'm)	-2.1493	Tarif oshsa – talab kamayadi



a ₅	P – Aholi soni	+0.0312	Aholi oshsa – yo‘lovchi oqimi ortib boradi
a ₆	F – Interval (minut/qatnov tezligi)	+101.12	Qatnov tezligi – katta ta’sir
a ₇	D – Qatnovlar soni (kunlik)	+305.44	Ko‘p reys – ko‘proq yo‘lovchi

Regressiya modeli qay darajada yaxshiligini va tushuntirish quvvati yuqori yoki pastligini baholash maqsadida R² va F-kriteriyasi tekshirildi. 3-jadval

3-jadval

Ko‘p omilli regressiya modeli sifatini baholash ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Qiymat	Talqin
R ² (determinatsiya koeffitsiyenti)	0.958	Model yo‘lovchi oqimining 95.8% qismini tushuntira oladi
Adjusted R ²	0.813	Omollar soni hisobga olinganda ham model kuchli
F-statistic	6.585	Model umumiy holatda ahamiyatli
Prob > F (p-value)	0.138	5% darajada emas, lekin 10% darajada qabul qilish mumkin
N (ko‘zatuvar soni)	10 ta	kichik, lekin tahlil uchun yetarli
DW (Durbin-Watson)	2.64	Qoldiqlarda avtokorrelyatsiya yo‘q

Demak, model umumiy holatda 10% ishonch darajasida qabul qilinadi. Bu statistik jihatdan qabul qilish

mumkin natija — chunki tanlangan omillar Q ga yetarlicha ta’sir qilyapti.

4-jadval

Q modeli uchun regressiya koeffitsiyentlari va ularning statistik ahamiyatliligi

Belgi	Omil	Koeffitsiyent (a _i)	t-statistika	p-value
a ₀	Konstanta	-22000	-1.45	0.193
a ₁	L – Uzunlik	-1122.98	-3.12	0.019
a ₂	S – Bekatlar soni	-66.18	-1.74	0.129
a ₃	C – Sig‘im	-26.88	-1.21	0.271
a ₄	T – Tarif	-2.15	-0.84	0.432
a ₅	P – Aholi soni	+0.0312	3.96	0.009
a ₆	F – Interval	+101.12	2.87	0.032
a ₇	D – Qatnov soni	+305.44	2.51	0.049

Regressiya tahlilidan olingan koeffitsiyentlar orqali tanlangan modelni quyidagicha ifodalash mumkin.

$$Q = a_0 + a_1L + a_2S + a_3C + a_4T + a_5P + a_6F + a_7D$$

$$Q = -22000 - 1122.98L - 66.18S - 26.88C - 2.15T + 0.0312P + 101.12F + 305.44D \quad (11)$$

transport tizimini shakllantirishda muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

4. Xulosa

Ushbu tahliliy ishda shahar yo‘lovchi tashish tizimining samaradorligini oshirish maqsadida uning asosiy tarkibiy qismlari – yo‘lovchi oqimining shakllanish qonuniyatlari matematik modellashirish asosida o‘rganildi. Tahlil jarayonida aynan ushbu ko‘rsatkichlarga ta’sir etuvchi asosiy omillar statistik tarzda baholandi va ularning ta’sir kuchlari regressiya tenglamalari orqali aniqlandi.

Yo‘lovchi oqimi (Q modeli) taxlili shuni ko‘rsatdiki, aholi soni, harakat intervali va qatnovlar soni eng ta’sirli omillar hisoblanadi. Bu esa transport xizmatlariga bo‘lgan talab demografik va tashkiliy omillar bilan

Umuman olganda, o‘tkazilgan ekonometrik tahlillar shahar yo‘lovchi tashish tizimini rejalashtirishda ilmiy-amaliy yondashuv zarurligini ko‘rsatdi. Olingan modellar transport siyosati uchun qarorlarni asoslashda, yo‘nalish tarmog‘ini optimallashtirishda va resurslar taqsimotini raqamli tahlillar asosida amalga oshirishda qo‘llash imkonini beradi. Bu esa transport xizmatlari sifatini oshirish, harakat barqarorligini ta’minlash va aholi ehtiyojlariga mos

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 02.02.2022-yildagi “Toshkent shahri jamoat transporti tizimini yanada rivojlantirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi PQ-111-son. (lex.uz/docs/5847479)
- [2] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevral kunidagi “Jamoat transporti tizimini isloh qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-59-son.
- [3] Yo‘ldoshev D.F., Hududlarda aholining jamoat transporti bilan qamrov darajasi va harakatchanlikni baholash. Ilm-fan va innovatsion rivojlanish jurnali, ISSN 2181-9637, Volume 7 | Issue 4 | July – august 2024. Toshkent.
- [4] Ю.В. Катаева. Интегральная оценка уровня развития транспортной инфраструктуры региона. Вестник Премского университета. Премск.2013.



[5] В.С.Мун. Пассажи́рски́е автомоби́льные перевозки. Тошкент.1990.-206

[6] Samatov G'.A., Abdullaev.B.I.- Jamoat transportida tashishni tashkil etish va boshqarish.Toshkent. 2022. – 174 s.

[7] Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками. М. Академия. 2010. – 400 с.,

[8] С.А. Беляев [и др.]. (2016). Теория и практика применения корреляционно-регрессионного анализа в исследованиях – Курск: Деловая полиграфия

[9] BotirAbdullaev, DavronYuldoshev, Tolqin Muminov, and Dilmurod Axmedov (2021). Improving the method of assessing road safety at intersections of single-level highways E3S Web of Conferences 264, 05027 (2021).CONMECHYDRO

2021.<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405027>

[10] <http://www.dissercat.ru>

[11] www.tashbus.uz

[12] <https://www.mintrans.uz/>.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Yo'ldoshev Davron Furqat o'g'li/ Davron Yuldoshev	Toshkent davlat transport universiteti "Transport logistikasi" kafedrası t.f.f.d. (Phd) E-mail: davron.yoldoshev@bk.ru Tel.: (+99897) 4114169 https://orcid.org/0000-0002-6042-2737
---	--

Kunnazarova Aynura Rametullayevna / Aynura Kunnazarova	Qoraqalpoq davlat universiteti "Shahar qurilishi va xojaligi kafedrası" O'qituvchi E-mail: kunnazarovaaynura44@gmail.com Tel.: +998907000196
--	---



Investigation of the desulfurization process for 20GL grade steel

N.K. Tursunov¹^a, N.K. Kodirova¹, Z.F. Rakhmatova¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article examines the influence of sulfur on the properties of 20GL grade steel. The desulfurization process was studied under real production conditions, investigating the relationship between the sulfur content in the metal and the duration of its retention under slag. Additionally, the microstructure of 20GL grade steel after the desulfurization process was analyzed.

Keywords: sulfur, steel, microstructure, 20GL steel, slag, holding time

20GL markali po‘latning desulfuratsiyalash jarayonini tadqiq qilish

Tursunov N.Q.¹^a, Qodirova N.Q.¹, Raxmatova Z.F.¹

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada oltingugurtning 20GL markali po‘latning xossalari ta‘sir o‘rganilgan. Real ishlab chiqarish sharoitlarida desulfuratsiyalash jarayoni o‘rganilib metal tarkibidagi oltingugurtning shlak ostida ushlab turish davomiyligiga bog‘liqligi tadqiq qilingan. Bundan tashqari desulfuratsiyalash jarayonidan keyin 20GL markali po‘latni mikrostrukturasi tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: oltingugurt, po‘lat, mikrostruktura, 20GL markali po‘lat, shlak, ushlab turish davomiyligi

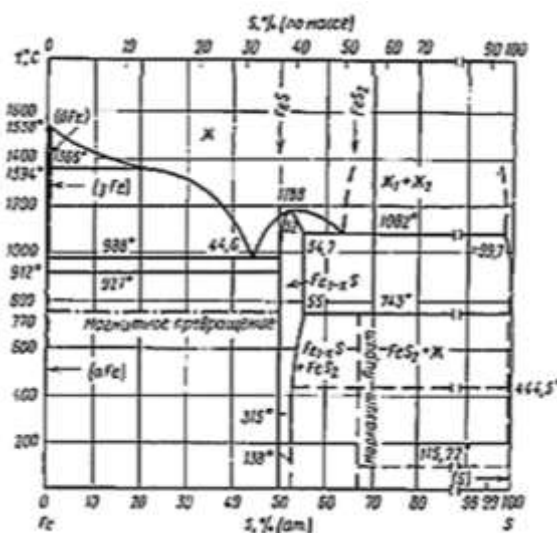
1. Kirish

Temir yo‘l transporti tarmog‘i uchun mas‘uliyati yuqori bo‘lgan quyma detallarni kimyoviy tarkibi hamda mexanik xossalari qo‘yiladigan talablar kundan-kunga oshib bormoqda. Shu sababli ularni ishlab chiqarish uchun zarur tarkiblarni tanlash, eritish, termik va kimyoviy ishlov berish hamda zararli kimyoviy elementlardan rafinirlashga alohida e‘tibor qaratilmoqda. Bunday zararli kimyoviy elementlar sirasiga kislorod, vodorod, azot, oltingugurt, fosfor va boshqalar kiradi.

D.I. Mendeleyev kimyoviy elementlar davriy jadvalida oltingugurt - 16-kimyoviy element bo‘lib, xalqaro nomi lotincha “sulfur” so‘zidan olingan. Oltingugurtning kimyoviy belgisi - S. U oltinchi guruh asosiy guruhining uchinchi davrida joylashgan, p-elementlar, xalkogenlar, ya‘ni «ruda hosil qiluvchilar» guruhiga mansub. Elektronlar, proton va neytronlar soni 16 ta. Atom tuzilishining sxemasi - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ ko‘rinishga ega. Oltingugurt metallmas, yuqori oksidi SO_3 (oltingugurt (VI) oksid), uchuvchan vodorodli birikmasi H_2S . Oltingugurtning nisbiy atom massasi 32,066 ga teng.

Metall tarkibidagi oltingugurt kamaytirish - po‘latning yuqori sifatligiga erishishni ta‘minlovchi eng muhim metallurgik jarayonlardan biri hisoblanadi [1].

Oltingugurtning po‘lat xossalari salbiy ta‘sirining tabiati, ya‘ni temir bilan fizik-kimyoviy o‘zaro ta‘sirining tabiati, ya‘ni metal eritmasida yuqori eruvchanligi va qattiq temirda juda kam eruvchanligi bilan belgilanadi [2]. Temir-oltingugurt (Fe-S) diagrammasiga ko‘ra evtektikaning erish harorati 975°C ni tashkil etadi. Bu esa kristallanish jarayonida dendritlar orasidagi eritma oltingugurt bilan boyiydi (1-rasm).



1-rasm. Fe-S holat diagrammasi

Oltingugurt bilan boyitilgan teng o‘qli kristallar, dendritlar va likvatsion zonalar quymalarni turli sohalaridagi kristallanish haroratlaridagi farq 400-500°C gacha yetadi. Natijada yuzaga keladigan termik kuchlanishlar tufayli quymada kristallanish yoriqlari paydo bo‘ladi.

Temir sulfidning oson eriydigan plyonkalari donalar chegarasi bo‘ylab ajralib chiqadi. Sulfidli evtektikalar quymalarni prokatlash uchun qizdirilganda eriydi, bu esa deformatsiya paytida don chegaralarining yorilishiga, ya‘ni issiq mo‘rtlikka olib keladi (2-rasm).

^a <https://orcid.org/0009-0008-7910-3980>



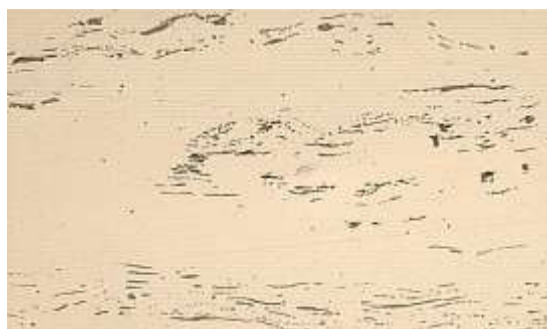


2-rasm. Po'lat strukturasiidagi sulfidlar (x100)

Sulfidlar quymalarda sinuvchanlik (qizil sinuvchanlik) va mo'rtlikka sabab bo'ladi. Ular prokatlash jarayonida deformatsiyalanib, qo'shilmalar zanjirini hosil qiladi [3]. Prokatlashdagi sulfidli qo'shilmalar po'latni anizotrop (parallel yo'nalish bo'yicha bir xil, qolgan yo'nalishlarda boshqa xossalarga ega bo'lgan) xususiyatli bo'lishiga olib keladi. Temir va marganesni cho'zinchog' sulfidlari vodorod sulfid muhitida ishlaydigan po'lat konstruksiyalarda vodorod ta'sirida yorilish markazlari hisoblanadi (3 va 4 rasmlar).



3-rasm. Po'lat stukturasiidagi marganes sulfidlari (1-tip Sims bo'yicha)



4-rasm. Po'lat strukturasiidagi ikkinchi turdagi plyonkali sulfidlar

2. Tadqiqot metodologiyasi

Induksion tigel pechida 20GL markali po'lat ertishda desulfuratsiyalash jarayoni tadqiq qilindi. Tadqiqot obyekti sifatida 20GL markali po'lat tanlandi. 20GL markali po'lat kimyoviy tarkibi FOCT 32400-2013 bo'yicha olindi (1-jadval) [4].

1-jadval

20GL markali po'latni kimyoviy tarkibi, % (mass.)

[C]	[Si]	[Mn]	[P]	[S]	Fe
0,17 - 0,25	0,30 - 0,50	1,10 - 1,40	≤0,020	≤0,020	qolg.

Bunda 20GL markali po'lat olish uchun, shixta o'rta chastotali 6 tonna sig'imli induksion tigel pechida eritildi va harorat 1550°C oksidlovchi shlak to'liq to'kib tashlandi. Shundan so'ng metaldan namuna olindi (2-jadval).

2-jadval

Eritish jarayonidan keying namunaning kimyoviy tarkibi, % (mass.)

[C]	[Si]	[Mn]	[P]	[S]	Fe
0,185	0,067	0,62	0,019	0,035	qolg.

Metalni legirlash va normativ hujjatga mos keladigan kimyoviy tarkibga erishish uchun ferroqotishmalardan foydalanildi. Metal tarkibidagi kremniy va marganes miqdorini ko'tarish uchun ΦC65 hamda ΦMn78A markali ferroqotishmalardan foydalanildi. ΦMn78A markali ferroqotishmadan foydalanishga sabab, tarkibidagi fosforni miqdorini 0,1% gacha tashkil etganidadir. Legirlovchi elementlarni hisoblash uchun 1- formuladan foydalanildi.

$$Q_F = \frac{m_0(E^G - E^N)}{A \cdot B}; \quad (1)$$

bu yerda: m_0 = 6000 kg, pechdagi metal massasi;

E^G – normativ hujjat bo'yicha talab qilingan element miqdori, %;

E^N – namunadagi element miqdori, %;

A – ferroqotishma takibidagi legirlovchi elementning miqdori, %;

B – ferroqotishmaning singish koeffitsenti.

Bunda normativ hujjat bo'yicha kremniy miqdori 0,35%, kremniy ferroqotishmadan singish koeffitsentini 0,9, marganes miqdorini 1,15% hamda singish koeffitsentini 0,95 deb qabul qilindi. 1-formuladan foydalanib legirlovchi elementlarning miqdori hisoblandi. Natijada metalni legirlash uchun pechga 29 kg ΦC65 hamda 43 kg ΦMn78A solindi. Legirlash jarayonidan keyingi metalni kimyoviy tarkibi 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Legirlash jarayonidan keyingi namunaning kimyoviy tarkibi, % (mass.)

[C]	[Si]	[Mn]	[P]	[S]	Fe
0,232	0,35	1,15	0,020	0,035	qolg.

Metal legirlangandan keyin desulfuratsiyalash jarayoni boshlandi. Desulfuratsiyalash jarayonini amalga oshirish uchun qattiq shlak aralashmalaridan foydalanildi. Qattiq shlak aralashmalari tarkibi: 70 kg miqdorda yangi kuydirilgan ohak, 20 kg ΦK-75 markali dala shpati hamda 10 kg ikkilamchi alyumiydan foydalanildi. Pechga 10 kg miqdordagi alyuminiy solingandan keyin porsiyalab ohak hamda dala shpati solindi. Pechda harakatlanuvchi suyuq shlak hosil bo'lgandan so'ng metal harorati o'lchandi. Harorat 1600 °C ni tashkil qilganda pech termostat rejimiga o'tkazilib desulfuratsiya jarayoni boshlandi.

Ma'lumki, real texnologik jarayonlarda desulfuratsiya jarayonini muvaffaqiyatli amalga oshirish uchun quyidagi asosiy texnologik parametrlarni ta'minlash zarur: shlakning yuqori asosiligi; metallning past oksidlanganligi; jarayon kinetikasini amalga oshirishni ta'minlaydigan harorat, vaqt va boshqalar. Bunda real sanoat sharoitida jarayonning tugallanganligi uning kinetik parametrlariga bog'liq bo'ladi. Ushbu parametrlarni bilgan holda, termodinamik imkoniyatlar bilan oldindan belgilangan qiymatlarga maksimal erishishni ta'minlash mumkin.

Metalni desulfuratsiyalash jarayonini ko'rib chiqishda uni cheklovchi bosqichlar asosiy o'rinni egallaydi. Desulfuratsiya jarayonining cheklovchi bosqichi haqidagi fikrlari bir xil emas, ayniqsa, eritish induksion tigel pechida amalga oshirilsa. Amaliyotda tasdiqlangan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, desulfuratsiya jarayoni ba'zi hollarda shlakdagi dastlabki moddalar va reaksiya mahsulotlarining diffuziyasi bilan cheklanadi. Shlakdagi diffuzion jarayonlarning tezligi ularning qovushqoqligi kamayishi va haroratning ko'tarilishi bilan ortadi.

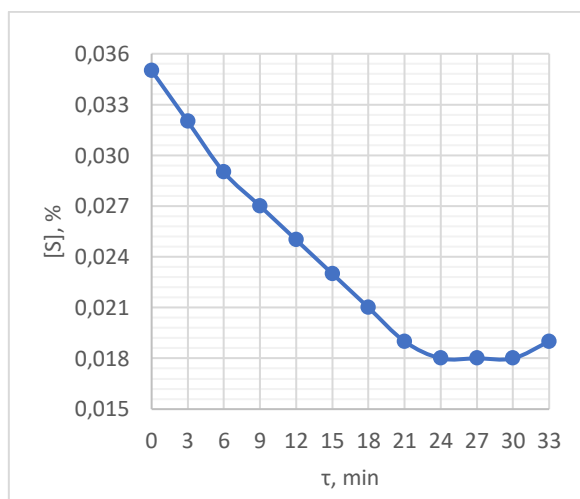
Shuning uchun zararli aralashmalarni, shu jumladan oltingugurtni kamaytirish bo'yicha kinetik parametrlarni, desulfuratsiya jarayonining tezligini o'rganish asosiy hal qiluvchi omillarni aniqlash juda muhimdir.

Shu nuqtai nazardan, induksion tigel pechida 1600 °C haroratda desulfuratsiya jarayoni tahlil qilindi. Pechdan har 3 minut vaqt mobaynida namuna olinib metal tarkibi o'rganildi (4-jadval, 4-rasm).

4-jadval

Metal takibidagi oltingugurtning shlak ostida ushlab turish davomiyligiga bog'liqligi

τ , min	0	3	6	9
[S], %	0,035	0,032	0,029	0,027
τ , min	12	15	18	21
[S], %	0,025	0,023	0,021	0,019
τ , min	24	27	30	33
[S], %	0,018	0,018	0,018	0,019



4-rasm. Metal takibidagi oltingugurtning shlak ostida ushlab turish davomiyligiga bog'liqligi

4-rasmdan ko'rinib turibdiki metal tarkibidagi oltingugurt miqdori shlak ostida ushlab turish davomiyligiga ham bog'liqdir. Dastlabki vaqt mobaynida metalldagi oltingugurt miqdori intensive pasayadi. Eng yaxshi natijalar 21-24 minut oralig'ida kuzatildi, keyingi 6 minutda o'zgarmadi so'ngira resulfuratsiya (shlakdagi oltingugurt metalga o'tishi) jarayoni kuzatildi. Bunga sabab, shlakning reaksiyaga kirish qobiliyati pasayishi hamda metalning oksidlanishi pasayishidir.

Shundan so'ng seriyali desulfuratsiyalash jarayoni o'tkazildi hamda desulfuratsiyalash shlagi 25 minutdan kechiktirmagan vaqtda to'kila boshlandi. Bunda metalni oltingugurtsizlantirish darajasi 45-60 % gacha yetdi.

Desulfuratsiyalash jarayonidan keyin metal pechda 1640 °C ga qizdirilib formaga quyish uchun po'lat quyish kovshiga quyiladi. Kovshdan formaga quyish harorati 1585±5 °C ni tashkil qiladi. Jami sakkizta formaga quyiladi. Formalarga quyiladigan detallar asosan temir yo'l transporti yuk vagonlarining yon ramalari va avtoulagichlari hisoblanadi hamda bir metal eritishda sakkizta opokalar ga quyiladi. To'rtinchi va beshinchi opokalar oralig'ida metallarni mexanik hamda strukturasini tekshirish uchun mahsus formaga metal quyiladi. Bu quyilgan metalni kesib, termik ishlov berilib undan namuna mikrostrukturani tekshirish uchun shlif yasaldi. Mikrostruktura tahlili natijalari 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm- 20GL markali po'latni mikrostrukturasi

Yuqorida keltirilgan rasmdan ko'rinib turibdiki 20GL markali po'latda oltingugurt kam bo'lsa marganes va plyonkali sulfidlar hosil bo'lmaydi.

3. Xulosa

Maqolada oltingugurtning metal xossalari va tuzilishiga salbiy ta'siri, uning temir bilan fizik-kimyoviy o'zaro ta'sirining tabiati, po'latda hosil bo'ladigan sulfidlar o'rganildi hamda ishlab chiqarish sharoitlarida 20GL markali po'latning desulfuratsiyalash jarayonini tadqiq qilindi. Metal takibidagi oltingugurtning shlak ostida ushlab turish davomiyligiga bog'liqligi ko'rsatildi. Ushbu texnologiya natijasida metalni oltingugurtsizlantirish darajasi 45-60 % gacha yetdi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Лунев В.В., Аверин В.В. Сера и фосфор в стали. М.: "Металлургия", 1988 г. -256 с.
- [2] Малиночка Я.Н., Ковальчук Г.З. Сульфиды в сталях и чугунах. М.: "Металлургия", 1988 г. -248 с.
- [3] К.В. Григорович, Т.В. Шибаева, А.М. Арсенкин. Влияние технологии раскисления трубных сталей на состав и количество неметаллических включений. Металлы. 2011. № 5. С. 164–170.
- [4] ГОСТ 32400-2013. Рама боковая и балка надрессорная литые тележек железнодорожных грузовых вагонов. Технические условия. – Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2014.
- [5] Tursunov, N.K., Semin, A.E., Sanokulov, E.A. Study of desulfurization process of structural steel using solid slag mixtures and rare earth metals, (2016) Chernye Metally, (4), pp. 32-37.



[6] Tursunov N. K., Semin A. E., Kotelnikov G. I. Kinetic features of desulphurization process during steel melting in induction crucible furnace. *Chernye Metally*. 2017. No. 5. pp. 23–29.

[7] Tursunov N. K., Semin A. E., Sanokulov E. A. Study of dephosphoration and desulphurization processes in the smelting of 20GL steel in the induction crucible furnace with consequent ladle treatment using rare earth metals. *Chernye Metally*. 2017. No. 1. pp. 33–40.

[8] Seydametov, S. R., Tursunov, N. K., & Alimukhamedov, S. P. (2024, March). Development of out-of-furnace steel treatment technology for the manufacture of railroad transport parts. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3045, No. 1, p. 060022). AIP Publishing LLC.

[9] Seydametov, S., Tursunov, N., & Toirov, O. (2025). Influence of sulphur on mechanical properties of foundry steels and ways to minimise it. *Международный научный журнал «Инженер»*, 3(1), 23-30.

[10] Tursunov, N. Q., Saidiraximov, A. A., & Seydametov, S. R. (2025). 20GL markali po 'latni induksion tigelli pechda eritishda qattiq shlakli aralashmalar yordamida metallni desulfuratsiya qilish jarayonining

nazariy va eksperimental tadqiqotlari. *Строительство и образование*, 4(2), 393-404.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Tursunov Nodirjon /
Nodirjon Tursunov
Toshkent davlat transport universiteti
"Materialshunoslik va mashinasozlik"
kafedrası mudiri, t.f.d., professor
E-mail: u_nadir@mail.ru
Tel.: +998712990169
<https://orcid.org/0009-0008-7910-3980>

Qodirova Nodira /
Nodira Kodirova
Toshkent davlat transport universiteti
"Materialshunoslik va mashinasozlik"
kafedrası magistranti
E-mail: nodiraqodirova300@gmail.com
Tel.: +998933807767

Raxmatova Zarifa /
Zarifa Rakhmatova
Toshkent davlat transport universiteti
"Materialshunoslik va mashinasozlik"
kafedrası magistranti
E-mail: zarirakhmatova@gmail.com
Tel.: +998999439905



Description of failure processes and technical causes in Liugong excavators

K.J. Rustamov¹^a, G.G. Atabaev¹, Sh.M. Khodjaeva¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article presents an analytical study of the failure processes occurring in Liugong hydraulic excavators under real operating conditions. The research focuses on identifying the main types of failures, their technical causes, and their impact on system reliability and performance. Based on statistical data from service records and diagnostic observations, the structure and frequency of failures are classified for the key subsystems, including the hydraulic, mechanical, and control units. It was found that more than 40% of failures are related to the hydraulic system, primarily due to contamination of the working fluid, delayed maintenance, and excessive pressure fluctuations. The study also provides recommendations for improving the reliability of hydraulic systems, optimizing technical service intervals, and enhancing energy efficiency through condition-based maintenance approaches.

Keywords: Liugong excavator, failure process, technical causes, reliability, hydraulic system, operation, maintenance

Liugong ekskavatorlarining buzilish jarayonlari va ularning texnik sabablarini tavsiflash

Rustamov K.J.¹^a, Atabayev G.G.¹, Xodjayeva Sh.M.¹^b

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Mazkur maqolada Liugong rusumli ekskavatorlarning texnik ekspluatatsiya sharoitlarida yuzaga keladigan buzilish jarayonlari, ularning texnik sabablari va rivojlanish xususiyatlari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Ekskavatorlarning asosiy tizimlari — gidravlik, mexanik, elektr va boshqaruv qismlarida uchraydigan nosozliklar statistik ma'lumotlar asosida guruhlanadi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, Liugong ekskavatorlarining buzilishlarining 40% dan ortig'i gidravlik tizim elementlariga to'g'ri keladi. Ishchi suyuqlik sifati, texnik xizmat ko'rsatish intizomi, yuklanish darajasi va operatorlik omili buzilish jarayonini tezlashtiruvchi asosiy omillar sifatida aniqlangan. Maqolada ekskavatorlarning texnik ishonchligini oshirishga qaratilgan takliflar ham ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: Liugong ekskavatori, buzilish jarayoni, texnik sabablar, gidravlik tizim, ishonchlik, ekspluatatsiya, texnik xizmat

1. Kirish

Hozirgi davrda O'zbekiston iqtisodiyotining turli tarmoqlarida, xususan, qurilish, konchilik, yo'l infratuzilmasi va kommunal xo'jalik sohalarida og'ir texnologik mashinalarning, ayniqsa, ekskavatorlarning ishonchli va uzluksiz ishlashi muhim ahamiyat kasb etmoqda. Bozor sharoitida ishlab turgan korxonalar uchun texnik vositalarning ekspluatatsiya jarayonidagi samaradorlik, energiya tejamlorligi va xizmat muddati ularning ishlab chiqarish xarajatlarini bevosita belgilovchi omillardandir. Shu bois, og'ir texnikalarning texnik ishonchligini oshirish bugungi kunda nafaqat muhandislik, balki iqtisodiy nuqtayi nazardan ham dolzarb masala hisoblanadi [1].

O'zbekiston sharoitida so'nggi o'n yillikda Xitoy Xalq Respublikasi ishlab chiqargan Liugong markasidagi ekskavatorlar keng miqyosda ishlatilmoqda. Ushbu texnikalar o'zining yuqori ish unumdorligi, qulay boshqaruv tizimi, energiya samaradorligi va narx/foйда nisbatining

maqbulligi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, ekspluatatsiya qilinayotgan hududlarning iqlim sharoiti (harorat o'zgaruvchanligi, yuqori changlilik, notekis yuklanish, namlik), shuningdek, texnik xizmat ko'rsatish madaniyatining yetarli darajada yo'lga qo'yilmaganligi bu texnikalarning ayrim tizimlarida tezlashgan buzilish jarayonlarini keltirib chiqarmoqda [2].

Boshqa tomondan, Liugong ekskavatorlarining mahalliy sharoitda ishlashi natijasida to'plangan servis va ekspluatatsiya ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, ularning gidravlik tizimi, dvigatel-transmissiya zanjiri, va boshqaruv elementlarida nosozliklar nisbatan yuqori chastotada kuzatiladi. Bunda ayniqsa, gidravlik tizim elementlari (nasos, taqsimlagich, gidrotsilindr, filtr) dagi buzilishlar asosiy ulushni tashkil etadi. Ushbu jarayonlar o'z navbatida mashina ish unumdorligi va energiya samaradorligining pasayishiga, texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarining ortishiga va ishdagi uzilishlarning ko'payishiga olib keladi.

Ekskavatorlarning buzilish jarayoni ko'p omilli va dinamik xususiyatga ega bo'lib, u konstruksion yechimlar,

^a <https://orcid.org/0009-0007-4777-4774>

^b <https://orcid.org/0009-0005-2238-3318>



ishchi suyuqlik sifati, yuklanish darajasi, issiqlik rejimi, tebranishlar va operatorlik omili kabi turli faktorlarning o'zaro ta'siri natijasida shakllanadi. Shu sababli, har bir buzilish hodisasini faqat natija sifatida emas, balki texnik sabablar tizimining oqibati sifatida tahlil qilish zarur. Ana shunday yondashuv texnik ekspluatatsiya nazariyasining asosiy talabi hisoblanadi va u ishonchlilik tahlili (reliability analysis), texnik diagnostika va ekspluatatsiya nazorati konsepsiyalariga tayangan holda amalga oshiriladi[3].

Jahon amaliyotida (AQSh, Germaniya, Yaponiya, Koreya va Rossiyada) ekskavatorlarning ishonchlilik tizimlari bo'yicha ko'plab ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Masalan, Caterpillar, Komatsu, Doosan, Hyundai kabi ishlab chiqaruvchilar nosozliklarni oldindan bashoratlovchi intellektual diagnostika tizimlarini ishlab chiqqan. Biroq, ushbu tizimlar asosan markazlashgan servis infratuzilmasi va yuqori sifatli yoqilg'i-moy resurslariga ega sharoitlar uchun mo'ljallangan. O'zbekiston sharoitida esa ko'plab texnikalar og'ir yuklama, changli muhit va uzoq masofadagi ob'ektlarda ishlaydi, bu esa klassik xizmat modellarining to'liq ishlamasligiga olib keladi. Shu sababli, Liugong ekskavatorlarining buzilish jarayonlarini lokal sharoitlarda o'rganish, ularning texnik sabablarini aniqlash va tavsiflash masalasi ilmiy-amaliy jihatdan muhim ahamiyat kasb etadi [4].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Mazkur tadqiqotning dolzarbligi shundan iboratki, Liugong ekskavatorlarining buzilish jarayonlarini o'rganish orqali:

- texnik tizimlarda yuzaga keladigan nosozliklarning tuzilmasi va takrorlanish chastotasi aniqlanadi;
- gidravlik tizim elementlari ish samaradorligining pasayish sabablari tahlil qilinadi;
- ekspluatatsiya sharoitlariga mos diagnostika va profilaktika algoritmlari ishlab chiqish uchun ilmiy asos yaratiladi.

Mazkur maqolada Liugong ekskavatorlarining buzilish jarayonlari va ularning texnik sabablarini tavsiflash orqali, og'ir texnikalarda yuzaga keluvchi nosozliklarning strukturaviy tahlili, sabab-oqibat bog'liqligi va dinamik rivojlanish bosqichlari ochib beriladi. Ushbu natijalar kelgusida energiyani tejovchi yagona gidravlik tizim konsepsiyasini ishlab chiqishda ham muhim metodik baza vazifasini bajaradi.

2. Tadqiqot ob'ekti va uslubiy asoslar

Tadqiqot ob'ekti sifatida Liugong CLG 925E, CLG 936D va CLG 950E rusumli ekskavatorlar tanlandi. Ushbu modellar O'zbekistonning tog'-kon, yo'l va qurilish sohaslarida 5000 soatdan ortiq ekspluatatsiya tajribasiga ega bo'lgan [5].

Tadqiqot quyidagi uslublarga asoslandi:

- Statistik tahlil – servis markazlari va ekspluatatsiya jumallaridagi 72 ta nosozlik holati bo'yicha ma'lumotlar tahlil qilindi.
- Texnik diagnostika – gidravlik tizim parametrlari (bosim, oqim, harorat) 1500 soatlik siklda kuzatildi.
- Vibratsion tahlil – yuritma tizimi elementlarining tebranish amplitudasi va chastotasi o'lchandi.
- Ekspert baholash – 10 yildan ortiq tajribaga ega mexanik-muhandislarning fikrlari asosida omillar tasniflandi.

Tadqiqotning nazariy asosini ishonchlilik nazariyasi (R(t)), texnik diagnostika va gidravlik tizimlar nazorati usullari tashkil etdi.

3. Ekskavatorlarning buzilish jarayonining umumiy ko'rinishi

Tahlil natijalari Liugong ekskavatorlarida buzilishlarning quyidagi taqsimotini ko'rsatdi:

Tizim turi	Buzilish ulushi, %	Asosiy nosozlik turlari
Gidravlik tizim	41,7	Nasos, taqsimlagich, silindr, filtr elementlari
Dvigatel va transmissiya	28,3	Yog' sizishi, klapan yeyilishi, moment yo'qotish
Elektr tizimi	11,5	Sensor va kabel uzilishi, kontakt ishdan chiqishi
Yuritma va shassi	10,4	Tishli uzatma yeyilishi, g'ildirak mexanizmi deformatsiyasi
Boshqaruv tizimi	8,1	Joystik va klapanlar sinxronizatsiya xatolari

Ushbu raqamlar shuni ko'rsatadiki, **gidravlik tizim** eng ko'p nosozlikka uchraydigan qism hisoblanadi.

4. Gidravlik tizimdagi buzilishlar tahlili

Gidravlik tizimning asosiy elementlari — **nasos, taqsimlagich, gidrotsilindr va filtrlar** — yuqori bosim (24–32 MPa) va haroratda ishlaydi. Shuning uchun ularning ish holati ishchi suyuqlik sifatiga bevosita bog'liq.

Asosiy kuzatilgan nosozliklar quyidagilar:

1. **Nasos rotorining yeyilishi** – moyning ifloslanishi yoki ortiqcha bosim ta'sirida;
2. **Taqsimlagich klapanlarining yopishib qolishi** – metall zarrachalar bilan ifloslanish sababli;
3. **Gidrotsilindr shtoklarida sirt deformatsiyasi** – yuqori mexanik yuklama va changli muhit;
4. **Filtr elementlarining tiqilishi** – yog'ning o'z vaqtida almashtirilmasligi natijasida.

Statistik ma'lumotlarga ko'ra, bunday buzilishlar **ish samaradorligini 8–12 % gacha kamaytiradi**, va **yoqilg'i sarfini 5–7 % oshiradi**.

5. Texnik sabablarning chuqur tahlili

Liugong ekskavatorlarida kuzatilgan buzilishlar texnik sabablarga ko'ra quyidagicha guruhlanadi:

5.1. Konstruktsion omillar

- Gidravlik nasos korpusi va val orasidagi issiqlik kengayish zaxirasi past.
- Tizimdagi klapanlar o'lchamlarining o'zgaruvchanligi 0,02 mm dan oshganda yopilish sifati pasayadi.
- Ba'zi rusumlarda gidravlik blok joylashuvi servisga noqulay bo'lib, bu texnik xizmat vaqtini cho'zadi.

5.2. Ekspluatatsion omillar

- Changli muhitda ishlashda havo filtrining samarasi 90 % dan past bo'ladi.
- Ishchi suyuqlik almashinuvi 500 soatdan keyin emas, 800–900 soatda amalga oshiriladi.



- Harorat 80 °C dan oshganda, moyning qovushqoqligi pasayadi va gidronasos samarasi 3–5 % kamayadi.

5.3. Inson omili

Operatorlarning 47 % hollarda **bosim rejimini noto'g'ri tanlashi** aniqlangan. Bu holat tezkor silindr yuritmalarda **gidravlik zarba amplitudasini 1,5 barobarga oshiradi**, natijada shtok va muhrlar shikastlanadi [5].

6. Buzilish jarayonining bosqichlari

Tajriba asosida Liugong ekskavatorlarida buzilish quyidagi uch bosqichda kechadi:

1. **Boshlang'ich bosqich** – tizim parametrlari (harorat, bosim) sekin o'zgaradi, tashqi belgi yo'q.
2. **Faol bosqich** – gidrotsilindr harakatida tebranish, shovqin, suyuqlik oqishlari paydo bo'ladi.
3. **Kritik bosqich** – nosozlik jiddiylashadi, tizim ishdan chiqadi.

Buzilish jarayonining har bir bosqichini erta aniqlash uchun **vibratsion, termik va gidravlik diagnostika** vositalarini joriy etish zarur.

7. Ekskavator ishonchligini oshirish bo'yicha takliflar

1. **Yog' va filtrni almashtirishni holat bo'yicha belgilash** — masalan, suyuqlikning ifloslanish darajasi 200 mg/l dan oshganda almashtirish.
2. **Gidravlik tizimga onlayn monitoring** (bosim, harorat va tebranish datchiklari orqali).
3. **Ishonchlilikka yo'naltirilgan texnik xizmat tizimi (Reliability-Centered Maintenance, RCM)** joriy etish.
4. **Operatorlar uchun energetik rejimlarni tanlash bo'yicha trening dasturi.**
5. **Issiqlikka bardoshli materiallardan tayyorlangan muhrlar (NBR o'rniga FKM/FPM elastomer)** qo'llash.

Ushbu choralar natijasida ekspluatatsiya ishonchligi 15–18 % ga, energiya tejamkorligi esa 7–9 % ga oshishi mumkin.

3. Xulosa

Liugong ekskavatorlarining buzilish jarayonlari asosan **gidravlik tizim elementlarida** to'planadi va ularning texnik sabablari **ishchi suyuqlik sifati, xizmat ko'rsatish intizomi va yuklanish darajasi** bilan bog'liq. Buzilishlarning o'z vaqtida aniqlanishi va tahlili texnik ekspluatatsiya samaradorligini oshiradi, mashinaning ishlash davomiyligini uzaytiradi va texnik xizmat xarajatlarini kamaytiradi.

Tahlil natijalari **yagona energiya tejamkor gidravlik tizimlarni** loyihalashda, shuningdek, **ekspluatatsion diagnostika metodikasini takomillashtirishda** amaliy ahamiyatga ega. Shu jihatdan ushbu ish O'zbekiston sharoitida qo'llanilayotgan Liugong ekskavatorlarining texnik ishonchligi va energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy asosni shakllantiradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] ГОСТ 27.002–2015. Надёжность в технике. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2016.
- [2] ISO 20815:2018. Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Production assurance and reliability management.
- [3] Чернышев А.А., Киселев И.П. Надёжность и диагностика гидравлических систем строительных машин. – М.: Машиностроение, 2019.
- [4] Liugong Machinery Co., Ltd. Service Manual for Hydraulic Excavator CLG 936D. – Liuzhou, China, 2021.
- [5] Duzhou, F., Lin, W., Zhang, Y. Failure analysis of hydraulic pumps under severe working conditions. // Journal of Construction Machinery Engineering, 2022, №3, pp. 45–52.
- [6] Shukurov A.R., Tursunov O.K. Og'ir texnikalarning ekspluatatsiya ishonchligi va texnik xizmat tizimini takomillashtirish. // O'zbekiston mashinasozlik jurnali, 2023, №2, 34–41-b.
- [7] Komatsu Ltd. Hydraulic System Diagnostics Handbook. – Tokyo, 2020.
- [8] Nurmetov B.M. Gidravlik tizimlarda energiya tejamkorlik va ishonchlilik muammolari. // Texnik fanlar axborotnomasi, 2022, №4, 56–63-b.
- [9] Qodirov Sh.A. Texnik ekspluatatsiya nazariyasi va tizimli tahlil asoslari. – Toshkent: TDTTU nashriyoti, 2021.
- [10] ISO/TR 19972-1:2017. Hydraulic fluid power — Condition monitoring — Part 1: General guidelines.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Rustamov Kamoliddin Jo'raboyevich / Kamoliddin Rustamov	Toshkent davlat transport universiteti "Texnologik mashinalar muhandisligi" kafedrası mudiri, PhD, professor E-mail: koliya22@rambler.ru Tel.: +998971569421 https://orcid.org/0009-0007-4777-4774
Atabayev G'ulom G'ofurjonovich / Gulom Atabev	Toshkent davlat transport universiteti "Texnologik mashinalar muhandisligi" kafedrası tayanch doktoranti
Xodjayeva Shahnoza / Shahnoza Khodjaeva	Toshkent davlat transport universiteti "Texnologik mashinalar muhandisligi" kafedrası magistri E-mail: shaxnoza036036@gmail.com Tel.: +998900363646 https://orcid.org/0009-0005-2238-3318



Evaluation of the operational efficiency of Urgench city trolleybus system and recommendations for its improvement

Z.B. Bozorboev¹ 

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article presents the results of an analysis of the operational efficiency of the trolleybus transportation system in Urgench city. The main purpose of the study is to determine the interrelation between the daily movement of trolleybuses, the volume of passenger transportation, the traveled distance, and the electricity consumption, as well as to develop practical recommendations for improving their efficiency. The analysis was carried out based on one-year real operational data obtained from the Urgench City Transport Department, with detailed observation of indicators for the month of August. In addition, the theoretical foundations and calculation formulas necessary for determining the mechanical work of trolleybus movement were presented. The results show a general direct correlation between the number of passengers and electricity consumption; however, in certain cases, a decrease in energy use despite increased passenger flow is explained by variations in movement cycles, load factors, and the number of stops. Based on the obtained results, recommendations were developed to optimize trolleybus operation, revise stop placement, and introduce energy-efficient control algorithms. These findings have practical significance for improving the public transport system of Urgench city and will serve as a foundation for further mathematical modeling and experimental verification.

Keywords: trolleybus, operational efficiency, energy consumption, mechanical work, passenger flow, transport system, Urgench city

Urganch shahar trolleybuslarining ekspluatatsion samaradorligini tahlil qilish va takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar

Bozorboyev Z.B.¹ 

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada Urganch shahar trolleybus transport tizimining ekspluatatsion samaradorligini tahlil qilish natijalari keltirilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi trolleybuslarning kunlik harakati, yo'lovchi tashish hajmi, bosib o'tilgan masofa va elektr energiyasi sarfi o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash hamda samaradorlikni oshirish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Maqolada Urganch shahar transport boshqarmasidan olingan bir yillik real ma'lumotlar asosida avgust oyidagi ko'rsatkichlar tahlil qilindi. Shuningdek, mexanik ishni aniqlash uchun zarur bo'lgan nazariy asoslar va hisoblash ifodalari keltirildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, yo'lovchi soni va elektr energiyasi sarfi o'rtasida to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlik mavjud bo'lsa-da, ayrim kunlarda energiya sarfining kamayishi transport vositalarining to'xtash va yurish sikllaridagi farqlar, yuklanish darajasi hamda bekatlar sonining ta'siri bilan izohlanadi. Tahlil natijalari asosida trolleybuslar harakatini optimallashtirish, bekatlar joylashuvini qayta ko'rib chiqish va energiya tejamkor boshqaruv algoritmlarini joriy etish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqildi. Ushbu natijalar Urganch shahar jamoat transporti tizimini takomillashtirishda amaliy ahamiyatga ega bo'lib, ularning asosida keyingi bosqichlarda matematik modellash va eksperimental tekshiruvlar olib borish rejalashtirilgan.

Kalit so'zlar: trolleybus, ekspluatatsion samaradorlik, mexanik ish, energiya sarfi, yo'lovchi oqimi, transport tizimi, Urganch shahar

1. Kirish

So'nggi yillarda O'zbekistonning barcha yirik shaharlarida, jumladan Urganch shahrida ham, jamoat transporti tizimini takomillashtirish va energiya samaradorligini oshirish bo'yicha keng ko'lamli islohotlar amalga oshirilmoqda. Bu jarayonda ekologik toza, barqaror va tejamkor transport vositasi sifatida trolleybuslar alohida o'rin egallaydi. Trolleybuslar elektr energiyasi asosida

harakatlanishi sababli atmosfera havosini ifloslantirmaydi, shuningdek, ekspluatatsiya xarajatlari nisbatan pastligi bilan ham ajralib turadi. Shu bilan birga, ularning samaradorligini oshirish masalasi jamoat transporti tizimining barqaror rivojlanishida muhim o'rin tutadi. Urganch shahrida faoliyat yuritayotgan trolleybuslar tizimi shahar va Xiva o'rtasidagi yo'nalishda aholiga xizmat ko'rsatadi. Ushbu tizimda

 <https://orcid.org/0009-0006-1989-3277>



yo'lovchilar soni, qatnov chastotasi, masofa va elektr energiyasi sarfi o'rtasidagi o'zaro bog'liqliklarni chuqur o'rganish orqali real ish jarayonini baholash va samaradorlikni aniqlash imkoniyati mavjud. Ayniqsa, kunlik va oylar kesimida to'plangan statistik ma'lumotlarni tahlil qilish orqali transport tizimining zaif joylarini aniqlash va ularni bartaraf etish yo'llarini ishlab chiqish mumkin.

Zamonaviy transport tizimlarida ekspluatatsion samaradorlikni baholash uchun mexanik ish, energiya sarfi, yo'lovchi oqimi kabi asosiy ko'rsatkichlardan foydalaniladi. Ushbu parametrlarni kompleks o'rganish orqali trolleybuslarning real ishlash rejimlari, yuklanish darajasi, energiya yo'qotishlari hamda bekatlar oralig'idagi o'zgarishlar aniq tahlil qilinadi. Shu asosda transport harakatining optimallashtirilgan modeli ishlab chiqilishi mumkin.

Shuningdek, Urganch shahar transport boshqarmasidan olingan real ma'lumotlar asosida tizimning kunlik va yillik ishlash jarayoni o'rganildi. Tadqiqotda aynan avgust oyi bo'yicha to'plangan ko'rsatkichlar asosida yo'lovchi tashish hajmi, bosib o'tilgan masofa va elektr energiyasi sarfi o'rtasidagi bog'liqliklar tahlil qilindi. Bu tahlillar natijasida transport tizimining ekspluatatsion holatini yaxshilash, energiya tejamlorlikni oshirish hamda bekatlar joylashuvini optimallashtirish bo'yicha takliflar ishlab chiqildi. Shu sababli, mazkur tadqiqotning dolzarbligi — trolleybus harakati samaradorligini real ma'lumotlar asosida baholash va amaliy takomillashtirish yo'llarini ishlab chiqish bilan belgilanadi. Tadqiqot natijalari Urganch shahrining jamoat transporti tizimini modernizatsiya qilish, energiya resurslaridan oqilona foydalanish va aholiga qulay xizmat ko'rsatish sifatini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi — Urganch shahar trolleybuslarining mavjud ekspluatatsion holatini chuqur tahlil qilish, ularning mexanik va energiya samaradorligini aniqlash hamda amaldagi transport tizimida energiya sarfi, yo'lovchi oqimi va qatnov tezligi kabi ko'rsatkichlar o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganishdan iborat. Shuningdek, tadqiqot natijalariga asoslanib trolleybus harakati jarayonida yuzaga kelayotgan yo'qotishlarni kamaytirish, energiya sarfini optimallashtirish va xizmat ko'rsatish sifatini oshirish bo'yicha amaliy takliflar ishlab chiqish maqsad qilib qo'yilgan.

Tadqiqotning qo'shimcha vazifalari sifatida:

Urganch shahar transport boshqarmasidan olingan statistik ma'lumotlar asosida trolleybuslarning kunlik va oylik samaradorlik ko'rsatkichlarini baholash;

Yo'lovchi soni, bosib o'tilgan masofa va elektr energiya sarfi o'rtasidagi funksional bog'liqlikni aniqlash;

Energiya tejamlor rejimda harakatni tashkil etishning eng maqbul yo'llarini tavsiya etish;

Kelgusida matematik modellashirish asosida tizimni raqamli tahlil qilish ko'zda tutilgan. Tadqiqot uchun Urganch shahar transport boshqarmasidan olingan bir yillik amaliy ma'lumotlardan foydalanildi. Ushbu maqola doirasida 2025-yil avgust oyidagi 31 kunlik ma'lumotlar tahlil qilindi. Quyidagi ko'rsatkichlar asosiy tahlil bazasini tashkil etadi: (1-jadval)

1- jadval

Ushbu ma'lumotlar o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash uchun statistik va grafik tahlil usullaridan foydalanildi. Hisoblashlar MATLAB va Excel dasturlarida amalga oshirildi

Ko'rsatkich nomi	Minimal qiymat	Maksimal qiymat
<i>Qatnovlar soni (ta)</i>	45	56
<i>Yo'lovchilar soni (dona)</i>	1274	1525
<i>Bosib o'tilgan masofa (km)</i>	1642.5	2044
<i>Elektr energiyasi sarfi (kWh)</i>	1827	2434

Trolleybuslarning ekspluatatsion samaradorligini aniqlashda eng muhim parametr — mexanik ish (A) hisoblanadi. Trolleybus harakatida umumiy (g'ildirakdagi) mexanik ish energiya o'zgarishlari asosida quyidagicha aniqlanadi:

$$A_{\text{wheel}} = \Delta E_{\text{kin}} + E_{\text{yo'qotish}} \quad (1)$$

bu yerda:

- $\Delta E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{\text{wheel,final}}^2 - v_{\text{wheel,initial}}^2)$ — kinetik energiya o'zgarishi,

- $E_{\text{yo'qotish}}$ — ishqalanish, havo qarshiligi va uzatish mexanizmlaridagi yo'qotishlar:

$$E_{\text{yo'qotish}} = \int (F_r + F_h) \cdot v(t) dt \quad (2)$$

Trolleybus harakatida bajarilgan **mexanik ish**, ya'ni **g'ildirakdagi mexanik ish**:

$$A_{\text{wheel}} = \int F_{\text{wheel}}(t) \cdot v_{\text{wheel}}(t) dt \quad (3)$$

bu yerda:

$$F_{\text{wheel}} = \frac{M_{\text{wheel}}}{R_{\text{wheel}}};$$

$$M_{\text{wheel}} = M_{\text{motor}} \cdot i \cdot \eta_{\text{gear}}$$

• M_{motor} — elektromotor momenti (Nm),

• $\eta_{\text{gear}} \approx 0.95$ — vites qutisi samaradorligi.

Mazkur ifodalar yordamida transport vositasining haqiqiy ishlash ko'rsatkichlarini nazariy baholash mumkin.

3. Tahlil va natijalari

Tadqiqot jarayonida Urganch shahar trolleybuslari bo'yicha avgust oyi ma'lumotlari asosida elektr energiya sarfi va tashilgan yo'lovchilar soni o'rtasidagi bog'liqlik tahlil qilindi. Bu bog'liqlik transport tizimi samaradorligini baholashda asosiy mezonlardan biri hisoblanadi, chunki yo'lovchi oqimining o'zgarishi to'g'ridan-to'g'ri energiya iste'moliga ta'sir qiladi. Tahlil uchun 2025-yil avgust oyidagi kunlik ko'rsatkichlar tanlab olindi, chunki ushbu



davrida yo'lovchi oqimi va transport yuklanishining o'rtacha darajasi kuzatiladi. Ma'lumotlar jadvalida har bir kun uchun qatnovlar soni, tashilgan yo'lovchilar miqdori, bosib o'tilgan masofa va sarflangan elektr energiyasi keltirilgan. Ushbu ko'rsatkichlarning minimal va maksimal qiymatlari mos ravishda 45–56 qatnov, 1274–1525 yo'lovchi, 1642,5–2044 km masofa hamda 1827–2434 kVt energiya sarfi diapazonida o'zgarib turgani aniqlandi.

1-rasmda kunlik yo'lovchilar soni (ustunlar bilan) va ular uchun sarflangan elektr energiya miqdori (chiziq ko'rinishida) keltirilgan.



1-rasm. Avgust oyi davomida yo'lovchilar soni va elektr energiyasi sarfi o'rtasidagi o'zgarish (Urganch shahar trolleybuslari)

Grafikdan ko'rinib turibdiki, ayrim kunlarda, xususan oy oxiriga kelib, yo'lovchilar soni ortgan bo'lishiga qaramay, elektr energiya sarfi biroz kamaygan. Bu holat bir necha texnik va tashkiliy omillar bilan izohlanadi. Birinchidan, oy davomida trolleybuslar harakatining barqarorlashuvi va haydovchilarning harakat rejimini iqtisodiy lashtirish tajribasi ortib boradi, bu esa ortiqcha tezlanish va tormozlanish sonining kamayishiga olib keladi. Ikkinchidan, oy oxiriga kelib qatnovlar soni qisqargan bo'lishi mumkin, lekin har bir qatnovda tashilgan yo'lovchilar soni ortgan — bu esa umumiy energiya sarfini kamaytirgan holda tashilgan yo'lovchilar sonini oshirgan. Shuningdek, tashqi haroratning pasayishi, kontakt tarmog'idagi kuchlanishning barqarorlashuvi va texnik xizmat ko'rsatish sifatining yaxshilanishi ham energiya tejamliligiga ijobiy ta'sir ko'rsatgan. Natijada, trolleybuslarning o'rtacha ekspluatatsion samaradorligi oshgan, ya'ni bir kilovatt-soat elektr energiya hisobiga tashilgan yo'lovchilar soni ko'paygan.

Yo'lovchi soni va energiya sarfi o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik tahlili shuni ko'rsatadiki, energiya sarfi faqat tashilgan yo'lovchilar soniga bog'liq emas. Bu jarayonni chuqurroq tushunish uchun trolleybus tomonidan bajarilgan mexanik ish miqdorini aniqlash va uni nazariy jihatdan tahlil qilish zarur. Urganch shahar trolleybuslarining ekspluatatsion samaradorligini baholashda asosiy ko'rsatkichlardan biri — mexanik ish (A) miqdoridir.

U harakat jarayonidagi energiya o'zgarishlari, kinetik energiya ortishi hamda yo'qotishlar yig'indisidan iborat bo'lib, umumiy holda quyidagicha ifodalanadi:

$$A_{wheel} = \Delta E_{kin} + E_{yo'qotish} \quad (4)$$

Bu yerda kinetik energiya o'zgarishi tezlik farqiga, $E_{yo'qotish}$ esa ishqalanish va havo qarshiligi yo'qotishlariga bog'liq. Trolleybus g'ildiraklarida bajarilgan ish esa quyidagicha aniqlanadi:

$$A_{wheel} = \int F_{wheel}(t) \cdot v_{wheel}(t) dt \quad (5)$$

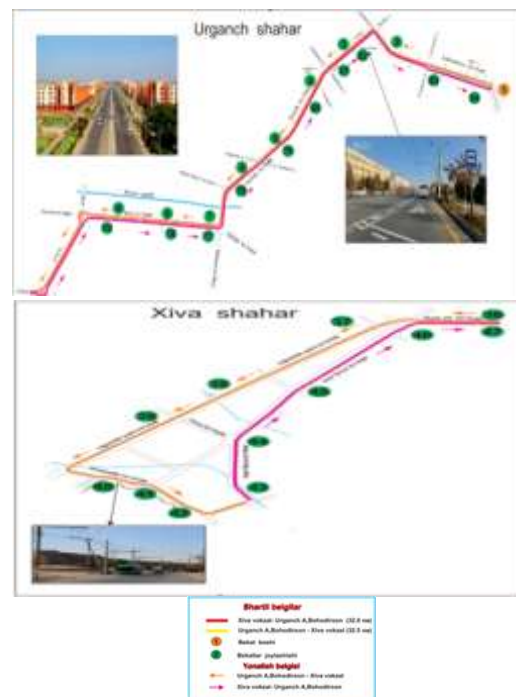
Hozirgi kunda Urganch shahridagi Škoda 24Tr turidagi trolleybuslarda klassik uzatmalar qutisi mavjud emas, balki bir pog'onali reduktor tizimi ishlatiladi. Ushbu tizim elektromotor aylanish tezligini g'ildirak harakatiga moslashtiradi va energiya isroflarini kamaytiradi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, mexanik ish qiymati elektromotor momenti va tezlikning vaqt bo'yicha o'zgarishiga bevosita bog'liq. Tezlanish bosqichida mexanik ish keskin ortadi, turg'un harakatda esa barqarorlashadi. Shu bilan birga, mexanik ishning bir qismi ishqalanish va havo qarshiligiga sarflanadi.

Amaliy kuzatuvlarga ko'ra, ba'zi kunlarda yo'lovchilar soni oshgan bo'lsa ham, energiya sarfi kamaygan. Bu holat trolleybuslarning silliq harakat qilgani, tormozlanish sonining kamaygani va energiya yo'qotishlarining qisqarishi bilan izohlanadi. Shu sababli mexanik ish va energiya sarfi o'rtasida nolinear bog'liqlik kuzatiladi.

Mexanik ishning miqdoriga kuchli ta'sir etuvchi omillar quyidagilardir:

1. Elektromotor momentining o'zgarish tezligi;
2. Reduktor samaradorligi va aylanish uzatish nisbati;
3. Tezlanish-tormozlanish fazalarining davomiyligi;
4. Harakat sikli va yo'l sharoiti.

Shunday qilib, mexanik ishni oshirish bilan birga energiya samaradorligini saqlash uchun reduktor tizimini optimal holatda ishlatish, trolleybus tezlanish-tormozlanish siklini silliq lashtirish hamda energiyani qayta tiklash tizimini joriy etish tavsiya etiladi. Ushbu yondashuv Urganch shahar trolleybuslarining ekspluatatsion samaradorligini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi.



2-rasm. Urganch – Xiva yo'nalishidagi trolleybus bekatlari sxemasi

Urganch shahar va Xiva yo'nalishida harakatlanadigan trolleybuslarning samaradorligi ko'p jihatdan ularning

bekatlar soni va joylashuviga bog'liqdir. Bekatlar orasidagi masofa, yo'lovchi oqimining taqsimlanishi hamda to'xtashlar soni transport vositasining umumiy energiya sarfiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli, 2-rasmda Urganch–Xiva yo'nalishidagi bekatlar joylashuvi va ularning umumiy chizmasi keltirilgan. Ushbu ma'lumotlar asosida keyingi tahlillarda trolleybuslarning mexanik ishi va ekspluatatsion samaradorligi baholandi.

Urganch–Xiva yo'nalishidagi trolleybus bekatlari joylashuvi keltirilgan. Umumiy 84 ta bekatdan iborat bo'lgan ushbu tizimda harakat yo'nalishining umumiy uzunligi 36,3 km ni tashkil etadi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, ayrim bekatlar orasidagi masofa nisbatan qisqa, bu esa harakat siklida tez-tez to'xtash va qayta tezlanishlarga olib keladi. Natijada elektr energiyasi sarfi ortadi, mexanik ishning foydali ulushi esa kamayadi. Shu sababli, bekatlar orasidagi masofani optimallashtirish va ularning joylashuvini qayta ko'rib chiqish transport tizimining umumiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Bunda yo'lovchilar oqimi zichligi, yo'l sharoitlari va energetik yo'qotishlar hisobga olinishi lozim.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, trolleybuslarning samaradorligi nafaqat energiya sarfiga, balki yo'lovchi oqimi va qatnov chastotasiga ham bevosita bog'liq.

O'rtacha yuklama holatlarida (yo'lovchi soni 1300–1450 atrofida) energiya sarfi eng past qiymatlarda kuzatildi. Bu esa qatnov jadvalini optimallashtirish orqali umumiy samaradorlikni oshirish mumkinligini ko'rsatadi.

4. Xulosa

Tadqiqot davomida Urganch shahrida faoliyat yuritayotgan trolleybus transport tizimining ekspluatatsion samaradorligi real statistik ma'lumotlar asosida tahlil qilindi. Avgust oyi bo'yicha olingan ko'rsatkichlar asosida yo'lovchilar soni, qatnovlar soni, bosib o'tilgan masofa va elektr energiyasi sarfi o'rtasidagi o'zaro bog'liqliklar aniqlanib, ular orasidagi munosabatlar grafik tarzda tahlil qilindi. Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, yo'lovchi soni ortishi bilan elektr energiyasi sarfi o'rtasida umumiy o'sish tendensiyasi mavjud, biroq ayrim kunlarda energiya sarfining pasayishi kuzatilgan. Bunga trolleybuslarning harakat jadvalidagi o'zgarishlar, bekatlar oralig'ining notekisligi, yo'lovchi oqimining kun davomida bir xil bo'lmashligi hamda to'xtash va qayta tezlanish sikllarining farqlari sabab bo'lgan. Ushbu holatlar transport vositalarida energiya tejamkor boshqaruv tizimlarini joriy etish zarurligini ko'rsatadi.

Mexanik ishni aniqlash formulalari asosida olib borilgan nazariy tahlil natijalariga ko'ra, trolleybuslarning mexanik ishi masofa va tezlik o'zgarishiga to'g'ridan-to'g'ri bog'liq. Shu bilan birga, ishqalanish, havo qarshiligi va yo'l sharoitlaridagi o'zgarishlar natijasida mexanik ishning foydali ulushi kamayib boradi. Bunday jarayonlarni kamaytirish uchun transport harakatini barqaror tezlikda tashkil etish va keskin tezlanishlarni cheklash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Bekatlarni joylashuvi va ularning soni bo'yicha o'tkazilgan tahlil natijalariga ko'ra, ayrim bekatlar orasidagi qisqa masofalar energiya sarfini orttirib, umumiy samaradorlikni kamaytiradi. Shu sababli, bekatlarning joylashuvini yo'lovchi oqimi zichligi va harakat jadvali bilan muvofiqlashtirish, ularni optimallashtirish energetik jihatdan ijobiy samara beradi.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari Urganch shahridagi trolleybus transport tizimining hozirgi ekspluatatsion holatini yaxshiroq tushunish imkonini berdi va energiya samaradorligini oshirish bo'yicha bir qator amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi:

- Harakat jadvalini real yo'lovchi oqimi zichligiga moslashtirish;
- Bekatlar joylashuvini qayta ko'rib chiqish va energiya yo'qotishlarni kamaytirish;
- Elektr motorlarni energiya tejamkor rejimda boshqarish tizimlarini joriy etish;
- Mexanik ishni doimiy monitoring qilish uchun avtomatik nazorat tizimini yaratish.

Tadqiqot natijalari shuningdek, keyingi bosqichlarda MATLAB dasturiy muhiti asosida matematik model yaratish, mexanik ishni hisoblash algoritmlarini takomillashtirish va tajriba sinovlarini o'tkazish uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi. Ushbu ishning natijalari Urganch shahrining jamoat transporti tizimini modernizatsiya qilish, energiya samaradorligini oshirish hamda ekologik toza transport tizimini shakllantirishga yo'naltirilgan muhim ilmiy-amaliy qadamdir.

1. Urganch shahar trolleybus tizimining o'rtacha ekspluatatsion samaradorligi 0.68 ni tashkil etdi.

2. Yo'lovchilar oqimi notekis taqsimlangani uchun elektr energiyasi sarfi kun davomida o'zgarib turadi — shu sababli qatnov chastotasini soat oralig'ida optimallashtirish tavsiya etiladi.

3. Transport vositalarining yuklanishini onlayn monitoring tizimlari orqali kuzatish samaradorlikni 10–15% gacha oshiradi.

4. Keyingi bosqichda MATLAB yoki Simulink dasturlari yordamida matematik model asosida mexanik ishni hisoblash va eksperimental ma'lumotlar bilan solishtirish rejalashtirilmoqda

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Абдурашулов, А. Ш. Транспорт воситаларида электр энергияси истеъмолини камайитириш усуллари. — Тошкент: ТАТУ нашриёти, 2021.

[2] Бекмуродов, Ж. Э. Шаҳар электр транспортининг эксплуатацион самарадорлигини ошириш йўллари. — Тошкент: “Фан ва техника” журнали, №4, 2022, 45–52-бетлар.

[3] Мирзаев, У. Т. Электр транспорт воситаларида энергия тежамкор бошқарув тизимлари. — Урганч: УрДУ нашриёти, 2023.

[4] Махкамов, Ф. Х., ва Абдуллаев, Д. Электр двигателларининг иш режими ва момент хосил қилиш қонуниятлари. — “Энергетика ва транспорт технологиялари” журнали, 2020, №2, 30–36-бетлар.

[5] Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2022 йил 15 мартдаги “Экологик тоза транспорт турларини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги қарори №132. — Тошкент, 2022.

[6] Ganiev, R., & Khudayberganov, A. Analysis of trolleybus operation efficiency in urban transport systems. — Scientific Bulletin of Transport and Energy, Vol. 7, No. 2, 2023, pp. 56–63.



[7] Kholmatov, I., & Abdullaev, S. Optimization of Electric Drive Systems for Urban Transport. — International Journal of Mechanical and Electrical Engineering Research, 2022, Vol. 5(1), pp. 22–29.

[8] Bozorov, S. Energy consumption analysis of electric public transport vehicles. — Transport and Energy Systems Journal, 2021, Vol. 4(3), pp. 40–47.

[9] Urganch shahar transport boshqarmasining 2024-yilgi statistik hisobotlari. — Urganch, 2024.

[10] • Skoda Electric Company: Technical Specifications for Skoda 24Tr Trolleybuses. — Plzeň, Czech Republic, 2023.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Bozorboyev
Zafarbek
Bektursin
o'g'li /
Zafarbek
Bozorboev

Toshkent davlat transport universiteti,
“Transport vositalari muhandisligi”
kafedrasida magistranti.
E-mail: zafarlogistt@gmail.com
Tel: +99897 608-04-21
<https://orcid.org/0009-0006-1989-3277>



Seismic safety of the population and territory of the Republic of Uzbekistan

D.A. Bekmirzaev¹

¹Academy of sciences of the Republic of Uzbekistan institute of mechanics and seismic stability of structures named after M.T. Urazbaev, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article analyzes the reforms and measures implemented in the Republic of Uzbekistan to ensure the seismic safety of its population and territory. In recent years, the country has strengthened the legal and scientific foundations in the fields of seismology, earthquake resistance, and public preparedness for earthquakes. Within the framework of the main priorities for seismic safety, modern monitoring and early warning systems have been introduced, and the practice of assessing and electronically registering the seismic resistance of buildings and structures has been established. In addition, the activities of scientific laboratories have been expanded, increasing the effectiveness of seismological research. These efforts contribute to ensuring public safety and reducing the economic and social losses caused by natural disasters.

Keywords: seismic safety, earthquake, seismology, earthquake resistance, monitoring system, early warning, buildings and structures, electronic technical passport, laboratory research

O'zbekiston respublikasining aholisi va hududining seysmik xavfsizligi

Bekmirzaev D.A.¹

¹O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi M.T. O'rozboyev nomidagi Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada O'zbekiston Respublikasida aholi va hududlarning seysmik xavfsizligini ta'minlash bo'yicha amalga oshirilayotgan islohotlar va chora-tadbirlar tahlil qilinadi. So'nggi yillarda mamlakatda seysmologiya, zilzilabardoshlik va aholini zilzilaga tayyorlash sohalarida qonunchilik va ilmiy asoslar mustahkamlandi. Seysmik xavfsizlikni ta'minlashning ustuvor yo'nalishlari doirasida zamonaviy monitoring va erta ogohlantirish tizimlari joriy etildi, bino va inshootlarning zilzilabardoshligini baholash hamda elektron texnik pasportlashtirish amaliyoti yo'lga qo'yildi. Shu bilan birga, ilmiy laboratoriyalar faoliyati kengaytirilib, seysmologik tadqiqotlar samaradorligi oshirildi. Ushbu ishlar mamlakat aholisining xavfsizligini ta'minlash, tabiiy ofatlardan kelib chiqadigan iqtisodiy va ijtimoiy talafotlarni kamaytirishga xizmat qilmoqda.

Kalit so'zlar: seysmik xavfsizlik, zilzila, seysmologiya, zilzilabardoshlik, monitoring tizimi, erta ogohlantirish, bino va inshootlar, elektron texnik pasport, laboratoriya tadqiqotlari

1. Kirish

So'nggi vaqtlarda dunyodagi seysmik vaziyat faollashdi. Dunyoning turli mamlakatlarda sodir bo'layotgan kuchli zilzilalar oqibatida yuzaga kelayotgan talafatlar O'zbekiston Respublikasida ham seysmik xavfsizlik choralari kuchaytirishni talab etmoqda.

Bu masalaga jiddiy e'tibor qaratish kerakligini Turkiya, Suriya, Myanma, Tailand, Yaponiya va qo'shni Tojikistonda sodir bo'lgan zilzilalar oqibatlari yana bir bor ko'rsatdi.

O'zbekiston Respublikasida 2020-2025 – yillar davomida seysmik xavfsizlikni ta'minlash sohasiga zamonaviy yondashuvlarni joriy qilish, bino va inshootlarning zilzilabardoshligini yanada oshirish, kuchli zilzilalarni prognoz qilishning yangi usullarini ishlab chiqish va ularga tayyorgarlik ko'rishning zamonaviy tizimini yaratish maqsadida O'zbekiston Respublikasining 2 ta Qonuni, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2 ta Farmoni va 5 ta qarori, 10 dan ortiq Vazirlar mahkamasi qarorlari qabul qilinib, ushbu hujjatlar mamlakatimizda istiqomat qilayotgan fuqarolarning xavfsizligini ta'minlashga qaratilgan.

2. Tadqiqot metodologiyasi

O'zbekiston Respublikasida seysmik xavfsizlik sohasi 3 ta ustuvor yo'nalishda takomillashtirilmoqda.

1) Seysmologiya – bu ilm-fan;

2) Zilzilabardoshlik – bu bino va inshootlarning seysmik mustahkamligi;

3) Aholi va hududlarni bo'lishi mumkin bo'lgan zilzilalarga tayyorlash – bu xavfsizlik.

Yuqorida qayd etilgan normativ-huquqiy hujjatlarda ko'rsatib o'tilgan ustuvor yo'nalishlar to'liq qamrab olingan. Ularning ijrosini ta'minlash doirasida erishilgan natijalarni tahlillar va raqamlar orqali izohlaymiz.

I. Seysmik faol zonalar yangilandi, yaqin yillar ichida zilzilalar sodir bo'lishi kutilayotgan hududlar aniqlandi.

So'ngi tahlillar shuni ko'rsatadiki, MSK-64 shkalasi bo'yicha O'zbekiston Respublikasining 3 %-9 ball, 21 %-8 ball, 28 %-7 ball, 35 %-6 ballik seysmik faollikka ega.

Respublika hududining yangilangan (22 foizga o'zgargan) umumiy seysmik va batafsil rayonlashtirish xaritalari ishlab chiqildi.

Respublikada ilk bor tuman va shaharlar markazlarining makroseysmik ballardagi va cho'qqi tezlanishdagi



mikrohududlashtirish xaritalari ishlab chiqildi. Natijada 16 qavatdan yuqori binolarni zilzilabardoshligini ta'minlashga qaratilgan seysmologik ko'rsatkichlar belgilandi.

Kuchli zilzilalarda epitsentral zonalaridagi bino va inshootlarning shikastlanishi haqida makroseysmik ma'lumotlar bazasi platformasi ishlab chiqildi.

Respublikadagi mavjud faol tektonik yoriqlar xaritasi tuzildi. Natijada yaqin kelajakda kutilayotgan kuchli zilzila xavfi bor hududlarni aniqlash tizimi yo'lga qo'yildi.

II. Respublikadagi seysmik va kompleks-prognostik kuzatuvlar tarmog'i to'liq yangilandi, qo'shimcha stantsiyalar ochildi.

Xalqaro seysmik kuzatuvlar global tizimi bilan integratsiyalashuv asosida qo'shni Qozog'iston, Qirg'iziston va Tojikiston respublikalarining jami 57 ta stantsiyalari bilan "SeisComp 5.0" dasturi orqali to'g'ridan-to'g'ri real vaqt rejimida seysmik ma'lumotlar almashinuv tizimi yo'lga qo'yildi.

Respublikada zilzilalarni kuzatish tarmog'idagi onlayn stantsiyalar soni 7 barobarga oshirilib, 35 tadan 250 taga yetkazildi.

Gorizontal harakatlarning tezligini va Yer qobig'ining alohida tektonik bloklari harakati yo'nalishini aniqlash uchun 14 ta GNSS stantsiyalar o'rnatilib, tarmoq ishga tushirildi.

Qattiq foydali qazilma konlarida ("Murantau" va "Kalmakir", "Yoshlik-1") hamda neft va gaz ("Sho'rtan") konlarida seysmologik monitoring tizimi yo'lga qo'yildi.

Zilzila darakhchilarini 4 ta yo'nalishda aniqlash yo'lga qo'yildi.

- 1) Magnitometrik kuzatuvlar;
- 2) Hidrogeoseysmologik kuzatuvlar;
- 3) Seysmometrik kuzatuvlar;
- 4) GNSS stantsiyalardagi kuzatuvlar.

Zilzila darakhchilarini aniqlashda foydalaniladigan asbob-uskunalar to'liq yangilandi.

III. Kuchli zilzilalar haqida erta ogohlantirish milliy tizimini bosqichma-bosqich ishga tushirish bo'yicha ishlar yo'lga qo'yildi.

Ilk bor "Erta ogohlantirish tizimi" joriy etilmoqda. Bu tizim zilzila sodir bo'lishidan 10 soniyadan-110 soniyagacha oldin xabar berish imkonini beradi.

Tahlillarga ko'ra, agar zilzila haqida 10 soniya oldin xabar berilsa, talafotlar 23 % ga kamayadi. Agar 30 soniya oldin aniqlansa – 41 %gacha pasayadi.

Bu vaqt oralig'i odamlarni evakuatsiya qilish va tizimlarni avtomatik ravishda to'xtatish uchun yetarli hisoblanadi.

Ushbu tizim quyidagicha ishlaydi:

a) zilzila o'chog'iga yaqin ikki va undan ortiq seysmik stantsiyalarda kuchli tebranishlar qayd etilib, respublika hududida MSK-64 shkalasi bo'yicha 5 va undan yuqori balli zilzila kuchi sezilganda:

– seysmik ma'lumotlar seysmik stantsiyalardagi maxsus dasturlar orqali avtomatik tarzda tahlil qilinadi hamda zilzila parametrlari tezkorlik bilan aniqlanadi;

– "Kuchli zilzilalardan ogohlantirish" mobil ilovasi orqali aholiga qisqa soniyalarda respublika hududida zilzila kuzatilishi to'g'risida tezkor xabarnoma yuboriladi.

IV. Bino va inshootlarning zilzilabardoshligini oshirishga oid tadbirlar ko'lamini kengaytirildi.

Yirik qurilish loyihalarini alohida yondashuv bilan seysmologik xulosalar asosida amalga oshirilmoqda.

"Yangi Toshkent", "Yangi Andijon", "Toshkent Siti", "Yangi O'zbekiston" massivlarida seysmik izlanishlar loyihalashning birinchi bosqichida o'tkazildi.

Zilzilabardoshlikni ta'minlash doirasida Jizzax va Toshkent shahrida vibrodinamik uskunalar yordamida binolarning 7, 8 ballga chidamliligi tabiiy sinovdan o'tkazildi. Bunday sinovlar yangi qurilish standartlarini ishlab chiqishda muhim ilmiy asos bo'ladi.

Ob'ektlarning qurilish ishlarini boshlashga ob'ektlarning loyiha-smeta hujjatlari bo'yicha modellashtirilgan tajribalar o'tkazilib, zilzilabardoshlik bo'yicha ilmiy xulosalar berilganidan so'ng ruxsat etish amaliyoti yo'lga qo'yildi.

Seysmik xavfsizligi II–IV toifadagi ob'ektlarni loyihalash, ekspertizadan o'tkazish, qurish va nazoratni amalga oshirish bo'yicha mutaxassislarni sertifikatlash tartibi joriy etildi.

Seysmik xavfsizligi II–IV toifadagi qurilayotgan ob'ektni konstruksiyasini o'zgartirish bo'yicha qurilish ishlarini boshlashga faqatgina loyiha hujjatlariga ijobiy xulosa olingandan so'ng ruxsat etish amaliyoti yo'lga qo'yildi.

O'tgan yillar davomida seysmik zaif hamda instrumental-texnik tekshiruvdan o'tkazish talab etiladigan maktabgacha ta'lim, umumiy o'rta ta'lim, oliy va o'rta maxsus ta'lim tashkilotlari hamda tibbiyot muassasalarining 724 ta ob'ektlari, instrumental-texnik tekshiruvdan o'tkazilib mustahkamlash choralari ko'rildi.

V. Respublika hududining seysmik (riskini) xatarlarini iqtisodiy ko'rsatkichlarda baholash amalga oshirildi;

Turar joy fondining iqtisodiy ko'rsatkichlardagi seysmik xatari hamda talafot maydoni (ming kv.m) aniqlandi. Qurilish hududlarining o'rtacha seysmik zaifligi baholandi.

Seysmik xatarni kamaytirish chora-tadbirlar dasturi hamda Seysmik xatar xaritasini ishlab chiqish tartibi to'g'risidagi nizom tasdiqlandi.

Bu orqali hududlarning seysmik xatari o'z vaqtida baholanib, uni kamaytirish bo'yicha rejalar tayyorlanib talafotlar va iqtisodiy zarar hajmini sezilarli darajada kamaytirishga erishiladi.

VI. Cuv omborlari to'g'onlarida seysmologik va kosmik monitoring tizimi yo'lga qo'yildi.

Seysmologik kuzatuvlarni olib borishning yaxlit tizimi shakllantirilib, "Suv omborlarida seysmologik kuzatuvlarni olib borish elektron platformasi" ishga tushirildi.

Seysmik faol zonalarida joylashgan yirik suv omborlarida monitoring tashkil etish uni doimiy tahlil etib borish amalga oshirilmoqda.

Hozirda 23 ta yirik suv omborlariga 148 ta yangi seysmik stantsiyalar o'rnatilib lokal seysmologik kuzatuvlar yo'lga qo'yildi.

To'g'onda hosil bo'luvchi siljishlar cho'kishlar va deformatsiyalar yangi asbob-uskunalar yordamida onlayn monitoring qilib borilmoqda.

Seysmik faol zonalarida joylashgan 29 ta suv omborlari to'g'onlarida esa yuqoridagi kuzatuvga qo'shimcha tarzda kosmik monitoring yo'lga qo'yildi.

Favqulodda vaziyatlar vazirligi va Fanlar akademiyasi tomonidan 58 ta suv omborlarida faoliyat yurituvchi xodimlarning seysmologik kuzatuvlar olib borish bo'yicha har 2 yilda malakasini oshirish amaliyoti yo'lga qo'yildi.

Suv omborlari to'g'onlarining zilzilabardoshligini doimiy kosmik monitoring qilish tizimi platformasi ishga tushirildi. Natijada to'g'on o'pirilishi qutqaruv ishlarida tegishli tashkilotlarni zarur kosmik suratlar hamda ishlov



berilgan ma'lumotlar bilan ta'minlash amaliyoti yo'lga qo'yildi.

Grunтли inshootlar, suv omborlari to'g'onlarining seysmik mustahkamligini ta'minlash mezonlari ishlab chiqildi.

VII. Aholini zilzilada to'g'ri harakat qilishga tayyorlash tadbirlari amalga oshirilmogda.

Aholining barcha qatlamini zilziladan oldin, zilzila vaqtida va zilziladan so'ng to'g'ri harakat qilishga mustaqil o'rgatish uchun mo'ljallangan mobil ilova ishlab chiqildi.

Ishlab chiqarish va xizmat ko'rsatish sohasida band bo'lmagan aholi qatlami, shuningdek jismoniy imkoniyati cheklangan shaxslar uchun zilzilada harakat qilishga mo'ljallangan o'quv-uslubiy materiallar chop etildi.

Aholining barcha qatlamlarini zilzilaga tayyorlashga mo'ljallangan milliy elektron platforma orqali davlat organlari rahbar kadrlari hamda xodimlarining onlayn malakasini oshirish va qayta tayyorlash kurslari yo'lga qo'yildi.

Zilzilada harakatlanishga tayyorlash bo'yicha milliy elektron platforma orqali hamda "Zilzila Mobile" mobil ilovasi yordamida 234 962 nafar ishlab chiqarish va xizmat ko'rsatish sohasida band bo'lgan tashkilotlar rahbarlari va xodimlari hamda ish bilan band bo'lmagan aholining tayyorgarligi ta'minlandi.

Favqulodda vaziyatlar vazirligi tomonidan "Aholini zilzilaga tayyorlash haftaligi" doirasida har yili reja-grafik asosida zilzila bilan bog'liq favqulodda vaziyatlarda aholi xavfsizligini ta'minlash bo'yicha qo'mondonlik-shtab, maxsus-taktik va ob'ekt o'quv mashqlari o'tkazilmogda.

Hozirda haftalik, amaliy mashg'ulotlar, malaka oshirish va targ'ibot tadbirlari orqali respublikaning 48,1 % aholisi qamrab olindi.

VIII. Seysmik xavfsizlik sohasida laboratoriyalar kengaytirildi, ilmiy tadqiqotlar hajmi oshirildi hamda malaka oshirish jarayonlari yo'lga qo'yildi.

Sohada ilmiy-tadqiqot ishlari natijadorligini yanada oshirish, bino va inshootlarning seysmik mustahkamligi bo'yicha tadqiqotlar olib borish, seysmik xavfni baholash va kamaytirish maqsadida bir qator oliy ta'lim tashkilotlarida o'quv-ilmiy laboratoriyalar tashkil etildi.

Jumladan:

Toshkent shahridagi Turin politexnika universiteti qoshida "Bino va inshootlarni eksperimental tadqiq qilish" ilmiy-texnik laboratoriyasi;

"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universitetida grunтли inshootlar, suv omborlarining to'g'onlari, asos va poydevorlarni zilzilabardoshlik bo'yicha zamonaviy raqamli hisoblash usullari va dasturlari yordamida baholashga mo'ljallangan "Suv omborlari va gidrotexnika inshootlarining zilzilabardoshligini baholash" o'quv-ilmiy laboratoriyasi;

Namangan davlat texnika universitetida bino va inshootlarning zilzilabardoshlik bo'yicha texnik holatini baholash, aktiv seysmik himoyalash usullari bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borishga mo'ljallangan "Bino va inshootlarni seysmik himoyalash" o'quv-ilmiy laboratoriyasi;

Toshkent arxitektura-qurilish universitetida zilzila ta'sirida gruntlarning mustahkamligi va deformatsiyalanishini, fizik-mexanik xossalarni, murakkab grunt sharoitlarida bino va inshootlarni loyihalash hamda poydevorlar qurilishini tadqiq etishga mo'ljallangan

"Gruntlar mexanikasi, zamin va poydevorlar" o'quv-ilmiy laboratoriyasi;

Farg'ona davlat texnika universitetida bino va inshootlarning zilzilabardoshlik bo'yicha texnik holatini baholash, foydalanishdagi binolar qavatining sonini oshirishda seysmik yuklarni hisobga olish hamda qurilish konstruksiyalarining zilzilabardoshligini tekshirishga mo'ljallangan "Bino va inshootlar konstruksiyalari zilzilabardoshligini baholash" o'quv-ilmiy laboratoriyasi tashkil qilinib, ularning moddiy-texnik bazasi mustahkamlanib borilmogda.

Seysmik xavfsizlikni ta'minlash sohasidagi xorijiy tajribani o'rganish maqsadida tanishtiruv-stajirovka kurslari tashkil etildi. Soha xodimlari Yaponiya, Turkiya va boshqa rivojlangan davlatlarda stajirovka kursini o'tab kelmogda.

Toshkent shahridagi Turin politexnika universitetida "Bino va inshootlarni zamonaviy kompyuter dasturlari yordamida modellashtirish" fani bo'yicha oliy ta'lim tashkilotlari professor-o'qituvchilari va talabalari uchun intensiv kurslar tashkil etildi.

IX. Respublikaning seysmik faol hududlarida joylashgan bino va inshootlarni zilzilabardoshlik bo'yicha pasportlashtirish yo'lga qo'yildi.

Respublikaning seysmik faol hududlarida joylashgan bino va inshootlarning zilzilabardoshlik bo'yicha elektron texnik pasportlarini yagona integratsiyalashgan platformasi ishga tushirildi.

3. Xulosa

Natijada respublikadagi sun'iy inshootlarni (ko'priklar, tonnellar, estakadalar, temir yo'l ko'priklari va boshqalar) zilzilabardoshlik bo'yicha elektron texnik pasportlarini shakllantirish amaliyoti yo'lga qo'yilib 10 mingga yaqin transport inshootlari zilzilabardoshlik bo'yicha pasportlashtirildi.

Hozirda 178 mingdan ziyod bino va inshootlar (yoki 1 mln 200 ming xonadon), shundan 160 mingdan ortiq mavjud va 16 mingdan ortiq yangi qurilgan bino va inshootlarining, 58 ta suv omborlarining, 37 ta gidrouzellarining, 28 ta nasos stantsiyalarining zilzilabardoshlik bo'yicha elektron texnik pasportlari shakllantirilib doimiy monitoringi yuritilmogda.

Hozirda respublikadagi 41 mingdan ziyod ko'p kvartirali uy-joylarning zilzilabardoshlik bo'yicha elektron texnik pasportlari shakllantirildi.

Respublikadagi sun'iy inshootlar (ko'priklar, tonnellar, estakadalar, temir yo'l ko'priklari va boshqalar) xatlovdan o'tkazildi va ular yagona raqamlashtirilgan ma'lumotlar bazasida jamlandi.

Ta'kidlash kerakki, O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M. Mirziyoev tomonidan seysmik xavfsizlik sohasida amalga oshirilgan islohotlarini bir so'z bilan ta'riflab bo'lmaydi. Sohani takomillashtirish, uning qonunchilik tizimini barpo etish yo'lida ishlar hali davom ettirilmogda.

Sohada hali amalga oshiriladigan ishlar talaygina. Shuning uchun doimiy ravishda seysmik xavfsizlik sohasidagi ishlar izchil davom ettiriladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] O'zbekiston Respublikasining "O'zbekiston Respublikasi aholisi va hududining seysmik xavfsizligini



ta'minlash to'g'risida" Qonuni, 13.09.2021 yildagi O'RQ-713-son.

[2] O'zbekiston Respublikasining "Seysmik xavfsizlikni ta'minlash tizimi takomillashtirilishi munosabati bilan O'zbekiston Respublikasining ayrim qonun hujjatlariga o'zgartirishlar kiritish to'g'risida" Qonuni, 25.03.2025 yildagi O'RQ-1050-son.

[3] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Seysmologiya, seysmik chidamli qurilish hamda O'zbekiston Respublikasi aholisi va hududining seysmik xavfsizligi sohasida ilmiy tadqiqotlar olib borishni takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida" Qarori, 09.08.2017 yildagi PQ-3190-son.

[4] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "O'zbekiston Respublikasi aholisi va hududining seysmik xavfsizligini ta'minlash tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida" qarori, 30.07.2020 yildagi PQ-4794-son.

[5] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "O'zbekiston Respublikasining seysmik xavfsizligini ta'minlash tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida" Farmoni, 30.05.2022 yildagi PF-144-son.

[6] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "O'zbekiston Respublikasi aholisi va hududining seysmik xavfsizligini ta'minlash tizimini yanada takomillashtirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" qarori, 16.05.2023 yildagi PQ-158-son.

[7] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Bino va inshootlarning zilzilabardoshligini oshirish hamda seysmik xavfni monitoring qilish faoliyatini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida" qarori, 17.04.2024 yildagi PQ-161-son.

[8] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Seysmik xavfsizlikni ta'minlash hamda seysmologiya sohasidagi ishlar samaradorligini yanada oshirishga oid

qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" Farmoni, 20.10.2025 yildagi PF-184-son.

[9] O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining "Bino va inshootlarning seysmik mustahkamligini baholash hamda elektron texnik pasportlarni shakllantirish tizimini joriy etish to'g'risida" qarori, 30.06.2021 yildagi 405-son.

[10] O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining "Respublikaning seysmik faol zonalarida qurilishi rejalashtirilayotgan xavflilik omili IV toifaga mansub bo'lgan bino va inshootlarga zilzilabardoshlik bo'yicha ilmiy xulosalar berish tartibini joriy etish to'g'risida" qarori, 15.10.2022 yildagi 603-son.

[11] O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining "Aholini zilzilada harakatlanishga tayyorlash tizimini tashkil etish to'g'risida" qarori, 29.09.2023 yildagi 513-son.

[12] O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining "Suv omborlari to'g'onlarining zilzilabardoshligini doimiy radiolokatsion kosmik monitoring qilish tizimini joriy etish to'g'risida" qarori, 11.10.2024 yildagi 666-son.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Bekmirzayev	O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi M.T. O'rozboyev
Diyorbek /	nomidagi Mexanika va inshootlar
Diyorbek	seysmik mustahkamligi instituti
Bekmirzaev	E-mail: diyorbek_84@mail.ru



Optimization of maneuver movements at railway stations

D.T. Dulobov¹^a, Sh.U. Saidivaliev¹^b, D.R. Abdullaev²

¹ Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

² “Uzbekistan Temir Yullari” JSC, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

Optimizing maneuvering movements at railway stations is an important task aimed at increasing operational efficiency and reducing fuel and energy resource costs. A significant portion of the operating costs of stations is attributed to the maneuvering work, making the development of energy-saving technologies both economically and environmentally relevant. The work examines the main directions for reducing fuel consumption during maneuvers. One of the key approaches is the selection of optimal operating modes for shunting locomotives based on the criterion of minimum energy consumption. For this purpose, it is proposed to use mathematical modeling and simulation algorithms that allow determining the rational parameters of speed, acceleration and braking times, as well as optimal movement routes. Additionally, attention is paid to the issues of rational distribution of time for the delivery and cleaning of wagons by station facilities. The correct organization of shunting operations contributes to the reduction of downtime, the reduction of unnecessary movements, and the more uniform loading of locomotives and crews. The implementation of the proposed solutions allows not only to reduce fuel consumption, but also to reduce the level of harmful emissions, improve environmental indicators, and extend the service life of rolling stock. Thus, the implementation of measures to optimize shunting movements provides a comprehensive effect: saving operating costs, increasing station productivity, and achieving environmental standards. The obtained results can be used in the development of practical recommendations and programs for modernizing the operation of stations in modern conditions of transportation volume growth.

Keywords:

railway station, maneuvering work, optimization, energy saving, fuel costs, mathematical modeling, traffic modes, rational time allocation, environmental efficiency, operating costs

Temir yo‘l stansiyalarida manyovr harakatlarini takomillashtirish

Do‘lobov D.T.¹^a, Saidivaliyev Sh.U.¹^b, Abdullayev D.R.²

¹ Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

² O‘zbekiston temir yo‘llari AJ, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya:

Temir yo‘l stansiyalarida manyovr harakatlarini optimallashtirish muhim vazifa hisoblanib, foydalanish samaradorligini oshirish va yoqilg‘i-energetika resurslari sarfini kamaytirishga qaratilgan. Stansiyalarning ekspluatatsiya xarajatlarining katta qismi aynan manyovr ishlariga to‘g‘ri keladi. Bu esa energiya tejovchi texnologiyalarni ishlab chiqishni ham iqtisodiy, ham ekologik jihatdan dolzarb ekanligini ko‘rsatadi. Ushbu ishda manyovrlarni bajarishda yoqilg‘i sarfini kamaytirishning asosiy yo‘nalishlari ko‘rib chiqiladi. Asosiy yondashuvlardan biri energiya sarfini minimal darajaga tushirish mezonini asosida manyovr lokomotivlarining optimal ish rejimlarini tanlashdir. Bu maqsadda tezlik, tezlanish va sekinlanish vaqtining maqbul parametrlarini hamda harakatlanishning eng qulay yo‘nalishlarini aniqlash imkonini beruvchi matematik modellash va imitatsion algoritmlardan foydalanish taklif etiladi. Shuningdek, stansiya obyektlari bo‘ylab vagonlarni yetkazib berish va olib ketish vaqtini oqilona taqsimlash masalalariga ham e‘tibor qaratiladi. Manyovr ishlarini to‘g‘ri tashkil etish lokomotiv va brigadalarning bekor turib qolish vaqtini qisqartirishga, ortiqcha harakatlarni kamaytirishga yordam beradi. Taklif etilgan yechimlarni joriy etish nafaqat yoqilg‘i sarfini kamaytirish, balki zararli chiqindilar miqdorini pasaytirish, ekologik ko‘rsatkichlarni yaxshilash va harakatlanuvchi tarkibning xizmat muddatini uzaytirish imkonini beradi. Shunday qilib, manyovr harakatlarini optimallashtirish bo‘yicha chora-tadbirlarni amalga oshirish quyidagi kompleks samarani beradi: ekspluatatsiya xarajatlarini tejash, stansiya unumdorligini oshirish va ekologik me‘yorlarga erishish. Olingan natijalar tashish hajmi o‘shirishining zamonaviy sharoitida stansiyalar ishini takomillashtirish bo‘yicha amaliy tavsiyalar va dasturlarni ishlab chiqishda qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar:

temir yo‘l stansiyasi, manyovr ishlari, optimallashtirish, energiya tejamkorligi, yoqilg‘i sarfi, matematik modellash, harakat rejimlari, vaqtni oqilona taqsimlash, ekologik samaradorlik, ekspluatatsiya xarajatlari

^a <https://orcid.org/0009-0005-7757-0874>

^b <https://orcid.org/0000-0002-4461-4093>



1. Kirish

Stansiyalarda manyovr ishlari uchun yoqilg'i sarfi qiymati stansiyalarning ekspluatatsion xarajatlarining sezilarli qismni tashkil etadi. Shu sababli, energiyani tejaydigan texnologiyalarni joriy etishga qaratilgan chora-tadbirlarni ishlab chiqish dolzarb hisoblanadi. Manyovr ishlari uchun yoqilg'i sarfini kamaytirish minimal energiya sarfi mezoniga ko'ra maqbul rejimlarni tanlash hamda vagonlarni yetkazib berish va olib ketish uchun obyektlar bo'yicha harakat vaqtini taqsimlash orqali erishiladi.

Bugungi kunda temir yo'llar tarmog'ida teplovozlarning poyezd va manyovr ishlarida dizel yoqilg'isi sarfini ishonchli baholash tizimi yo'q, chunki lokomotivga bevosita o'rnatiladigan ishonchli qurilmalar mavjud emas.

Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida quyidagi ko'rsatkichlar asosida lokomotiv haqida axborot bazasini yaratish taklif etilgan [1,9]:

1) teplovozning dizel-generator qurilmasi (DGU) ishlab chiqargan elektr energiyasi miqdori (bu miqdorni kuch zanjiriga o'rnatilgan hisoblagich yordamida o'lchash orqali, kVt. soat);

2) dizelning umumiy ishlash vaqti va DGUning yuklanma ostida ishlash vaqti (tegishli hisoblagichlarni o'lchash orqali);

3) komplekt sarf o'lchagichlarni o'rnatish orqali dizel yoqilg'isi sarfini aniqroq o'lchash natijasida uning miqdorini aniqlash.

Ushbu ko'rsatkichlar manyovr lokomotivlarining yoqilg'i sarfini asosli me'yorlash va ekspluatatsiyani takomillashtirish xaziralari izlash imkonini beradi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Dizel yoqilg'isini tejashning yo'llaridan biri manyovr teplovozlarni boshqarish rejimlarini tashkil etishdir. Optimal boshqarishning vazifasi yoqilg'ining minimal sarfi bilan manyovr tarkiblarining harakatlanishini ta'minlaydigan mashinist nazoratchi pozitsiyasining modelini ishlab chiqishdan iborat. Shuni ta'kidlash kerakki, optimal rejimni sintez qilish teplovozning tortish kuchi va yoqilg'i sarfi bo'yicha o'tish jarayonlarini hisobga olgan modelda amalga oshiriladi. Bu esa tortish kuchi va yoqilg'i sarfi bo'yicha o'tish jarayonlarining ekspluatatsion egri chiziqlaridan foydalanishdan iboratdir. [2,10,13]

Manyovr paytida lokomotivni optimal boshqarishni baholash yoqilg'i sarfi hamda manyovr operatsiyalari va ularning elementlari davomiyligi bo'yicha amalga oshiriladi. Bunday turli xil mezonlar bo'yicha boshqaruvni optimallashtirish murakkab hisoblanadi.

Vaqt mezon bo'yicha masalani yechishni vagonlarning yetishmovchiligi hollarida amalga oshiramiz. Shunga qaramay, har bir manyovr operatsiyasini maksimal rejimlarda bajarishga mexanik ravishda intilish iqtisodiy jihatdan o'zini oqlamaydi.

Manyovr lokomotivini boshqarishni optimallashtirish ko'plab parametrlar bilan tavsiflanadi [2,4,6-9].

Maqsad funksiyasi umumiy ko'rinishda quyidagicha taqdim etiladi:

$$K_{np} = f_1(R, V_p, m) + f_2(V_n, t_n, m) + f_3(t_p, m) + f_4(t_i, m, V_j) + f_5(t_i^{ok}, t_j^{ok}, t_z^{ok}) \quad (1)$$

bu yerda R - berilgan tezlanish rejimida nazoratchi pozitsiyasining optimal qiymati;

V_p - tezlanish tezligi km/soat;

$f_1(R, V_p, m)$ - manyovr tarkibini tezlashtirishda xarajatlarning turli omillarga bog'liqligi;

V_n, t_n - o'rnatilgan tezlik va ushbu tezlik bilan harakatlanish vaqti;

$f_2(V_n, t_n, m)$ - o'rnatilgan tezlikda harakatlanish uchun sarflanadigan xarajatlari;

t_p - manyovr tarkibining inersiya bilan harakatlanish vaqti;

$f_3(t_p, m)$ - inersiya bilan harakatlanish xarajatlari;

t_i, V_j - tormozlanish boshlanadigan vaqt va tezlik;

$f_4(t_i, m, V_j)$ - manyovr tarkibini tormozlash bilan bog'liq xarajatlari;

$f_5(t_i^{ok}, t_j^{ok}, t_z^{ok})$ - boshqa transport vositalarining kechikish davomiyligiga bog'liq qo'shimcha xarajatlari.

Maqsad funksiyasining murakkabligi sababli, optimallashtirishning birinchi bosqichida optimallashtirish nazariyasini va olingan bog'liqliklarni umumiy ko'rinishda asos qilib olib, alohida punktlarda poyezdlarning kesishishi bilan bog'liq bo'lgan aniq tarkibiy elementlarning mazmunini o'rganamiz. Yuqoridagi formuladan ko'rinish turibdiki, f ning barcha elementlari asosan uzatish masofasi L, manyovr tarkibining massasi, manyovr harakatlarining vaqti (yoki tezligi)ga bog'liq. Shuning uchun funksional jihatdan quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$U(L, Q, T) = a \cdot L(t) + b \cdot Q(t) + c \cdot T(t) \quad (2)$$

bu yerda a, b, c - hisoblash yo'li bilan aniqlanadigan koeffitsiyentlar.

3. Tahlil va natijalar

Yoqilg'i sarfining yuqorida sanab o'tilgan omillarga bog'liqligi tajriba yo'li bilan hisoblab olindi. Shunday qilib, ba'zi hisoblash nuqtalarida berilgan yoqilg'i sarfi funksiyasining jadval ko'rinishi olindi.

Masala funksiyaning jadvaldagi hisoblash tugunlaridan boshqa nuqtalardagi qiymatlarini topishdan iborat. Shunday qilib, masala uch o'zgaruvchili funksiyani approksimatsiyalashga keltiriladi. Approksimatsiyani chiziqli funksiyalar yordamida amalga oshiramiz, bunda approksimatsiyalovchi funksiya quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi (3):

$$U(L, Q, T) = a_1 \cdot L(t) + a_2 \cdot Q(t) + a_3 \cdot T(t) + a_0 \quad (3)$$

bu yerda a_1, a_2, a_3, a_0 - hisoblangan koeffitsiyentlardir.

Ushbu a_1, a_2, a_3, a_0 koeffitsiyentlarni topish uchun quyidagi to'rtinchi tartibli chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini yechish zarur:

$$\begin{cases} F(A) = x_a \cdot a_1 + y_a \cdot a_2 + z_a \cdot a_3 + a_0 \\ F(B) = x_b \cdot a_1 + y_b \cdot a_2 + z_b \cdot a_3 + a_0 \\ F(C) = x_c \cdot a_1 + y_c \cdot a_2 + z_c \cdot a_3 + a_0 \\ F(D) = x_d \cdot a_1 + y_d \cdot a_2 + z_d \cdot a_3 + a_0 \end{cases} \quad (4)$$

bu yerda A, B, C, D - olingan ma'lumotlar jadvalidagi izlanayotgan nuqtaga eng yaqin tugunlardir.

Izlanayotgan nuqtaga eng yaqin tugunlarni topish uchun izlanayotgan nuqtadan har bir tugungacha bo'lgan masofani quyidagi formula yordamida aniqlash mumkin:



$$d = \sqrt{(x - x_a)^2 + (y - y_a)^2 + (z - z_a)^2} \quad (5)$$

bu yerda x, y, z - izlanayotgan nuqtaning koordinatalari. Shundan so'ng izlanayotgan nuqtadan eng qisqa masofada joylashgan to'rtta nuqtani tanlab olamiz.

Olingan tizimning yagona yechimga ega bo'lishi uchun quyidagi shart bajarilishi lozim:

$$\nabla = \begin{bmatrix} x_a & y_a & z_a & 1 \\ x_b & y_b & z_b & 1 \\ x_c & y_c & z_c & 1 \\ x_d & y_d & z_d & 1 \end{bmatrix} \neq 0 \quad (6).$$

Agar determinant nolga teng bo'lsa, boshqa nuqtalarni tanlash kerak. Nuqtalar tenglama nolga teng bo'lmaguncha tanlanadi. Tenglamalar sistemasi (4) yagona yechimga ega ekanligiga ishonch hosil qilingach, uni Gauss usuli yordamida yechamiz.

Gauss usuli chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini yechishda qo'llaniladi. Gauss usuli sistemasini yechishning to'g'ridan-to'g'ri usullariga kiradi. Usul algoritmi ikki bosqichdan iborat. Birinchi bosqich usulning to'g'ri yo'li deb atalib, u tenglamalardan a_1 dan boshlab noma'lumlarni ketma-ket chiqarib tashlashdan iborat. Tenglamalar sistemasini yechishning ikkinchi bosqichi Gauss usulining teskari yo'li deb ataladi va a_0 noma'lumdan boshlab a_1 gacha bo'lgan a_k noma'lumlarni ketma-ket aniqlashdan iborat [11,12].

a_1, a_2, a_3, a_0 koeffitsiyentlar topilgandan so'ng, olingan koeffitsiyentlarni (3) tenglamaga qo'yamiz va har bir elementga (1) yoqilg'i sarfini aniqlovchi omillarning berilgan qiymatlarida funksiyaning qiymatlarini topamiz. Har bir yangi kiritilgan nuqta uchun unga mos yangi koeffitsiyentlar yuqorida keltirilgan algoritm orqali aniqlanadi.

Yuqorida qo'yilgan masalani yechish algoritmi Delphi muhitida ishlab chiqilgan dasturda amalga oshiriladi. Dastur universal imkoniyatga ega, ya'ni dastur cheklanmagan miqdordagi o'zgaruvchilarni o'z ichiga olishi mumkin [3,5].

Ushbu pozitsiyada kontrollerning kechikish vaqtiga qarab, yoqilg'ining umumiy sarfini quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

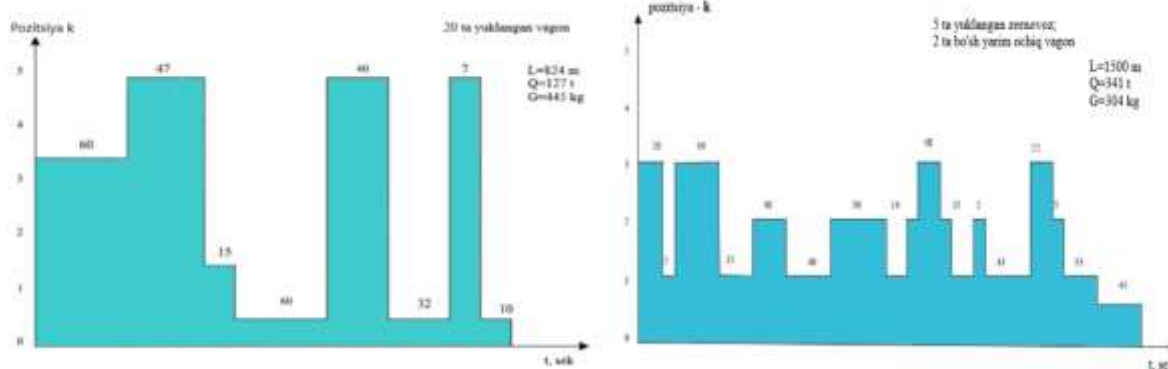
$$f(L, Q, T) = \sum q_{ij} \cdot t_{ij}, \quad (7)$$

bu yerda t_{ij} - kontrollering ushbu pozitsiyada ushlanib qolish vaqti, daqiqa;

k - kontroller pozitsiyalarining o'zgarish soni;

q_{ij} - kontrollering muayyan pozitsiyasidagi yoqilg'i sarfi.

Ma'lum vaqt davomida berilgan hajm bo'yicha: og'irlik (brutto), masofa va vaqtga nisbatan harakatlanuvchi tarkibning nazoratchi pozitsiyasi qiymatlari xronometraj usuli bilan o'lchab olindi (1-rasm).



1-rasm. Berilgan ish hajmi uchun kontrollering o'zgarishi va holatini tavsiflovchi grafiklar

4. Xulosa

Xulosa qilib aytganda har bir yuk obyekti uchun berilgan vagonlar soni va vagonlarning tegishli og'irligi (brutto) bo'yicha shunday xarakterli grafiklarni tuzish yoqilg'i sarfini aniqroq belgilash mumkinligini ko'rsatmoqda.

Berilgan vagon oqimi uchun yuk stansiyalaridagi manyovr ishlari xarajatlarini shu tarzda modellashtirish haqiqiy yoqilg'i sarfini aniqlash imkonini beradi. Bu esa kutilmagan yoqilg'i xarajatlarini hisobga olish va kamaytirishga hamda prognoz qilinayotgan davrning ushbu tashish hajmi uchun yoqilg'i resurslari sarfini oldindan hisoblab berishga yordam beradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Михаиллиди К.Г. Предложения по ресурсосбережению на основе создания

информационной базы о работе маневровых тепловозов. В сб. «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте. М.: МИИТ. 2000г.

[2] [Гончаров Н.Е. Повышение качества и эффективности управления транспортными средствами. Киев, Будивельник, 1976г.

[3] Туляганов У., Мацкель С.С. Рациональное использование маневровых средств на станциях. Ташкент, УЗИНТИ, 1972г.

[4] Агеев, В. И. Организация и управление маневровой работой на железнодорожных станциях. – М.: Транспорт, 2015. – 280 с.

[5] Григорьев А.В., Ковалев П.Н. Энергосберегающие технологии на железнодорожном транспорте. – СПб.: Изд-во ПГУПС, 2018. – 312 с.

[6] Иванов, С. М. Оптимизация маневровых процессов на сортировочных станциях. – Новосибирск: Наука, 2016. – 224 с.

[7] Пузанов, Е.П., Чумаченко, Д.С. Математическое моделирование маневровой работы на



железнодорожных станциях // Вестник транспорта. – 2019. – №4. – С. 45–52.

[8] Федоров, И. А. Повышение эффективности маневровой работы за счет внедрения энергосберегающих технологий // Железнодорожный транспорт. – 2020. – №7. – С. 12–18.

[9] Мацкель С.С. Проектирование сортировочных устройств на железнодорожных станциях [Текст]: Учеб.-метод. пособие / С.С. Мацкель, У.Т. Туляганов, А.К. Петрова; Ташк. ин-т инженеров ж.-д. транспорта, Кафедра ж.-д. станций и узлов. - Ташкент: [ТашИИТ], 1975. - 28 с.,

[10] Kozlov, N., Petrov, A. Optimization of Shunting Operations in Railway Stations // Transportation Research Procedia. – 2021. – Vol. 54. – P. 190–198.

[11] Saidivaliev, Sh.U. A new method of calculating time and speed of a carriage during its movement on the section of the first brake position of a marshaling hump when exposed headwind / Sh.U. Saidivaliev, R.Sh. Bozorov, E.S. Shermatov // STUDENT eISSN: 2658-4964. 2021, №9.

[12] Jamshid Renatovich Kobulov, Jamshid Sayfullayevich Barotov, Diyor Shomurotovich Boboyev. Improvement of the cooling system during storage in the process of agricultural products. Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers. 16(2), 2020, 200-204.

[13] Хаджимухаметова М.А., Абдуллаев Р.Я., Саидивалиев Ш.У. Инновационные решения для совершенствования транспортных процессов и

параметров сортировочных станций // Ташкентский государственный транспортный университет. Ташкент, 2025.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Do'lov Doston
Tojiyevich / Dulobov Doston
Toshkent davlat transport universiteti,
“Yuk transport tizimlari” kafedasi
tayanch doktoranti
E-mail: doston.dolobov1994@gmail.com
Tel.: +99890 985 06 94
<https://orcid.org/0009-0005-7757-0874>

Saidivaliyev Shuxrat Umarxodjayevich / Shukhrat Saidialiev
Toshkent davlat transport universiteti,
“Yuk transport tizimlari” kafedasi
dotsenti (PhD)
E-mail: shuxratxoja@mail.ru
Tel.: +99897 462 21 29
<https://orcid.org/0000-0002-4461-4093>

Abdullayev Jamshid Rustamovich / Jamshid Abdullaev
Toshkent davlat transport universiteti
“Yuk transport tizimlari” kafedasi
dotsenti (PhD)
E-mail: rasulovabdullaev@mail.ru
Tel.: +99893 544 12 40



Problems arising on metroways and their solutions

P.A. Begmatov¹, Sh. Jonkobilov¹

¹ Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article presents the current role of metropolitan roads in public transport and the work that needs to be done to develop it. At the same time, the operation of the ballast prism, which is one of the main elements of the overpass structure of subway roads, is described. A complex of works aimed at increasing the load-bearing capacity of the ballast prism on metropolitan roads has been studied, and the main reasons for its failure have been identified. The causes of ballast prism deformation on subway tracks are presented, and modern methods of measures to combat them are presented.

Keywords: roadbed, constructions, slope strengthening, geosynthetic materials, assessment, technological scheme, solution, method, soil, geofence, module, lifting, non-woven materials, protective layer

Metropoliten yo‘llarida yuzaga kelayotgan muammolar va ularning yechimi

Begmatov P.A.¹, Jonqobilov Sh.¹

¹ Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada metropoliten yo‘llarining hozirgi kundagi jamoat transportidagi o‘rni, uni rivojlantirish bo‘yicha olib borilishi kerak bo‘lgan ishlar keltirilgan. Shu bilan birgalikda metropoliten yo‘llarining yo‘l ustki qurilmasining asosiy elementlaridan biri bo‘lgan ballast prizmasining ishlashi keltirib o‘tilgan. Metropoliten yo‘llarida ballast prizmasini ko‘tarishqobiliyatini oshirishga qaratilgan ishlar kompleksi o‘rganilgan va uning ishdan chiqishining asosiy sabablari keltirib o‘tilgan. Metropoliten yo‘llarida ballast prizmasining deformatsiyalanish sabablari keltirilgan va ular bilan kurashish chora-tadbirlarining zamonaviy usullari keltirib o‘tilgan.

Kalit so‘zlar: subway roads, rails, ballast prism, overpass, public transport

1. Kirish

Megapolis shaharlar uchun transport infratuzilmasini rivojlantirish orqali shahar aholisiga qulaylik yaratish juda muhim ahamiyatga ega. Markaziy Osiyoning eng yirik shaharlaridan biri bo‘lgan Toshkent shahrida ham aholi turar joylari hamda transport infratuzilmasini rivojlantirish, yangi loyihalarni hayotga tadbqiq etishga alohida e‘tibor qaratilmoqda [1, 2].

Bugungi kunda transport infratuzilmasini rivojlantirish har bir zamonaviy shaharning ustuvor vazifalaridan biriga aylangan. Shu yo‘nalishda jamoat transportlari orasida metropoliten – eng samarali, tezkor va ekologik toza transport turi sifatida alohida ahamiyatga ega [3].



1-rasm. Toshkent metropolitening yer usti metro liniyasi

Metro nafaqat odamlarni tez va xavfsiz manziliga yetkazishga xizmat qiladi, balki shaharning iqtisodiy, ijtimoiy va ekologik rivojiga ham kuchli ta‘sir ko‘rsatadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Ballast prizmasida yuzaga keluvchi nosozliklar va ular bilan qarshi kurashish chora-tadbirlari

Bugungi kunda butun jahonda metropolitenlarda poyezdlar harakati xavfsizligini ta‘minlash uchun yo‘lining ustki qurilmasi elementlarini to‘g‘ri tanlash, loyihalash va hisoblash masalalariga, shuningdek mustahkamligi yuqori bo‘lgan yo‘l ustki qurilmasi elementlarini yaratishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

Yo‘l ustki qurilmasi barcha elementlarining xizmat muddatlarini davomiylik ballast prizmasiga bog‘liq. Agar ballast prizmasini qurish uchun ko‘tarish qobiliyati kichik bo‘lgan materialdan foydalanilsa, ko‘plab notekis botiq cho‘kish, silkinish, qiyshayib qolish holatlari kuzatiladi, bu esa relslarni ko‘proq umumiy va to‘liqsimon yedirilishiga, ularda kontaktli-charchash oqibatida hosil bo‘ladigan nuqsonlarni vaqtdan ilgari paydo bo‘lishiga olib keladi.

Ballast prizmasini ishdan chiqishining asosiy sabablari – mustahkamligi, barqarorligi va prizma o‘lchamlarini, hamda yo‘lni butun bo‘ylama yo‘nalish bo‘ylab bir xil mustahkamligi va bir xil elastikligidagi o‘zgarishlardir.

Ballast prizmasidagi nosozliklar yo‘lni ham bo‘ylama, ham ko‘ndalang yo‘nalishlarda notekis cho‘kishga olib

 <https://orcid.org/0000-0003-0160-9814>



keladi, ayrim hollarda cho'kish kattaligi poyezdlar harakatiga xavf tug'diradigan darajaga yetishi mumkin.

Yo'lni va ballast prizmasini soz holatda saqlashdagi kamchiliklarga yo'lning barcha elementlarini soz holatda saqlash bo'yicha belgilangan me'yorlarni buzish ham kiradi.

Yo'lning jami ekspluatatsiya davrida ballast prizmasini belgilangan o'lchamlariga muvofiq hamda tozalikda saqlash, yo'lning teng elastiklik holatini suvni chetlatish inshootlarini soz holatda saqlash bilan birga bajariladigan ishlarga alohida e'tibor qaratish zarur.

Ballast prizmasi o'lchamlarini o'zgarishi ularni ekspluatatsiya sharoitlariga mos bo'lmaganida, zichlashtirishda ballast prizmasining cho'kish zaxirasiga qo'yiladigan me'yorlarga rioya qilinmaganida, turli ekspluatatsiya sharoitlarida namunaviy ko'ndalang profilardan foydalanishga oid texnik talablarni buzishda, yer polotnosi kengligi yetarlicha bo'lmaganida va yuqorida ballast prizmasi mustahkamligiga putur yetkazish masalalari ko'rib chiqilganda ko'rsatilgan boshqa sabablarga ko'ra sodir bo'ladi [4,5].

Metropolitan yo'llarida ballast prizmasining deformatsiyalanish sabablari bir nechta muhim omillar bilan bog'liq bo'lib, ular texnologik, muhandislik-geologik, va ekspluatatsion omillardan kelib chiqadi:

1. Vagon harakati natijasida hosil bo'ladigan dinamik yuklamalar:

- harakatdagi metro poyezdlari rels va ballastga muntazam tebranuvchi yuklar (vibratsiya) hosil qiladi;
- bu yuklar ballast zarralari orasidagi o'zaro bog'liqlikni zaiflashtiradi;
- natijada ballast zichligi kamayadi, yotqizilgan prizma shakli buziladi.

2. Namlik va suv ta'siri:

- tunnel ichiga suv kirishi yoki kondensatsiya natijasida ballast zarralari namlanadi;

- suv ballast zarralari orasidagi ishqalanishni kamaytiradi, bu esa ularni joyidan siljishga olib keladi;

- suv bilan to'yingan ballast loy holatiga o'tishi mumkin.

3. Notekis zichlashtirish (kompaktatsiya):

- ballast yotqizish jarayonida bir tekis zichlanmasa, ayrim joylar bo'sh qoladi;

- yuklama ostida bu bo'sh joylar tezda o'tirishga olib keladi, prizma buziladi.

4. Ballast materialining sifatsizligi:

- to'g'ri granula shaklida bo'lmagan, juda mayda yoki yumshoq materiallardan foydalanish;

- maydalanuvchan materiallar yuklama ostida maydalana boradi, bu esa ballast qatlamining zichligini pasaytiradi va deformatsiyaga olib keladi.



2-rasm. Ballast prizmasining nosozligini keltirib chiqaruvchi omillar

5. Rels-shpal bog'lamasi nosozligi:

- rels va shpallar orasidagi mahkamlagichlar bo'shab qolsa, yuklama bevosita ballastga o'tadi;

- bu esa ballast prizmasining tezroq yemirilishiga va g'ovaklanishiga sabab bo'ladi.

6. Tunnel ichiga harorat farqlari:

- issiq va sovuq zonalarining almashinuvi natijasida materiallar kengayadi yoki qisqaradi.

- bu termik deformatsiyalar ham ballastning o'z holatini yo'qotishiga olib keladi.

7. Tashqi vibratsiyalar va mikrozilzilalar:

- tunnel yaqinidagi qurilish ishlari, metro ustki qatlamida joylashgan avtomobil yo'llari, qurilish texnikasi va hatto mikrozilzilalar ham ballastni beqarorlashtirishi mumkin.

Metropolitan yo'llarida ballast prizmasi deformatsiyalanishi va uni bartaraf etish uslublarini o'rganish odatda yo'lning ishlash sharoitlari, yuklama xususiyatlari va xizmat ko'rsatish texnologiyalarini chuqur tahlil qilishdan boshlanadi.



3-rasm. Merropolitenda yo'lni ta'mirlash jarayoni

Yoqilg'i Ballast prizmasi deformatsiyalanishining sabablari:

1. Mexanik ta'sirlar:

- poyezd g'ildiraklaridan uzluksiz dinamik yuklama;

- tormozlanish va tezlanishdan kelib chiqadigan qo'shimcha kuchlanish.

2. Namlik va drenaj yetishmovchiligi:

- tunnellarda suv oqishlari yoki kondensat tufayli ballastning namlanishi.

3. Zarrachalarning maydalanishi:

- ballast donachalari poyezd yuklamalari ostida maydalanganda zichlashib, elastiklikni yo'qotadi.

4. Noaniq zichlash:

- dastlabki qurilish yoki ta'mirdan keyin yetarli zichlash ishlari bajarilmagan bo'lsa.

5. Yon surilish va siljish:

- egri uchastkalarda markazdan qochma kuchlar ballastning yon siljishiga olib keladi. Ballastga texnik xizmat ko'rsatish uni shpallar ostida muntazam ravishda ballast qatlamidan suvni to'kish va uning yuzasidan ifloslangan qimirlarini tozalashdan iborat. Shuningdek ballast qatlamining yuqori qismi shpalning yuqorisidan 3 sm pastda bo'lishini ta'minlash kerak [6]. Vaqt o'tishi bilan ezilgan ballast ifloslangan va tiqilib qoladi, shuning uchun u doimiy tozalashni talab qiladi. Stantsiyalardan chiqish joylarida joylashgan yo'l uchastkalari eng kuchli ifloslanishlar yuzaga keladi. Ballast eng ko'p harakatlanuvchi tarkibdan yog' tushishi, g'ildiraklarning ishqalanishi paytida hosil bo'lgan chang va tamping paytida ballastni maydalash bilan ifloslangan



4-rasm. Yeterli donadorlikka ega bo'lmagan metropoliten yo'llarining ballast prizmasi

Ballast prizmasini ta'mirlash va tiklash uslublari:

1. Mexanik zichlash:
 - Maxsus yo'l mashinalari yoki qo'lda ishlaydigan vibrozichlagich yordamida ballast qatlamini zichlash;
 - Shpallar ostidagi bo'shliqlarni to'ldirish.
 2. Ballast to'ldirish va profilni tiklash:
 - Eskirgan ballast ustiga yangi ballast material qo'shish;
 - Profilni tiklash uchun yon tomonlariga ham ballast qo'shish;
 3. Ballast yuvish:
 - namlangan yoki loy aralash ballastni maxsus ballast yuvish mashinalari yordamida tozalash;
 - yuvilgan ballast qayta ishlatiladi yoki yangisi bilan almashtiriladi.
 4. Ballast almashinuvi:
 - kuchli ifloslangan yoki maydalanib ketgan ballastni to'liq olib tashlash;
 - yangi ballast material bilan to'ldirish;
 - bu usul odatda kapital ta'mirlash vaqtida qo'llanadi.
 5. Drenaj tizimini yaxshilash:
 - tunel devorlarida suv oqishini kamaytirish yoki bartaraf etish;
 - yon kanallar yoki drenaj quvurlarini o'rnatish;
 - ballast namlanishini minimallashtirish.
- Ballast prizmasini tamirlashda zamonaviy texnologiyalarni qo'llash usullari:
1. Geosintetik materiallardan foydalanish: Geotekstil va geosetkalar bilan mustahkamlash.
 2. Kimyoviy mustahkamlash: Polimerlar va boshqa moddalar yordamida ballastni mustahkamlash.
 3. Avtomatlashtirilgan tekislash: Lazer texnologiyalari yordamida aniq tekislash.
 4. Profilaktik chora-tadbirlar: muntazam monitoring va diagnostika, drenaj tizimini yaxshilash, yuk tashish rejimini optimallashtirish.
- Metropoliten yo'llarini ta'mirlash ishlari sifatini texnik nazorat qilish — bu faqat "ko'zdan kechirish" emas, balki qat'iy reglament, o'lchov, hujjatlashtirish va qabul-topshirish tartiblarini o'z ichiga olgan kompleks jarayon. Metro sharoitida (yopiq tunellar, qisqa ish vaqti, yo'lovchi xavfsizligi talablari yuqoriligi) bu nazorat yanada muhim.

3. Xulosa

Metropoliten yo'llarida ballast prizmasining deformatsiyalanishi ko'p omilli muammo bo'lib, bu holatlar nafaqat yo'l holatining yomonlashuviga, balki poyezdlarning harakat xavfsizligiga ham salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli, zamonaviy metrolarda ballastsiz (monolit asosli) yo'l konstruksiyalari afzal ko'rilmogda. Metropoliten yo'llarida ballast prizmasining deformatsiyalanishini oldini olish va bartaraf etish kompleks yondashuvni talab qiladi. Zamonaviy materiallar va texnologiyalardan foydalangan holda, shu bilan birga muntazam profilaktik ishlarni olib borish ballast prizmasining uzoq muddatli xizmat qilishini ta'minlaydi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Day, John R.; Reed, John. The Story of London's Underground – 10th. – Harrow: Capital Transport, 2008.
- [2] A.Sh.Shorustamov, J.R.Qobulov, K. A. Jo'raboyev, R. A. Egamberdiyev. Temir yo'l transporti asoslari. Toshkent 2019.
- [3] Добровольская Э. М. Электропоезда метрополитена. Академия, 2003. – 320 с.
- [4] Путь и путевое хозяйство метрополитенов: Учебное пособие /А.Н. Овчинников, А.Ф. Расулев, И.И. Кузнецов. МВ и ССР РУз. – Ташкент, 2007. 184 с.
- [5] Метрополитены. Лиманов Ю.А. Изд. Второе, исправленное и дополненное. Изд-во. Транспорт, 1971 г. 359 с.
- [6] SHNK 2.05.04.-21 "METROPOLITENLAR". 2024, 256 b.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Begmatov Pardaboy Abduraximovich / Pardaboy Begmatov	Toshkent davlat transport universiteti, "Temir yo'l muhandisligi" kafedrasida dotsenti (PhD) E-mail: pbegmatov_1986@mail.ru Tel.: +998998747086 https://orcid.org/0000-0003-0160-9814
Jonqobilov Shohjahon Shavkat o'g'li / Shohjahon Jonqobilov	Toshkent davlat transport universiteti magistratura talabasi E-mail: shohjahonjonqobilov17@mail.com Tel.: +998904278077



Improving the effectiveness of transport services provided to the population through intellectual transport systems

S.A. Kholmiraev¹^a, A.R. Akhmedov¹^b

¹Namangan State Technical University, Namangan, Uzbekistan

Abstract: This article provides a scientific analysis of the role and significance of basalt and steel fibers in modern construction materials, particularly in fiber-reinforced concrete, and their impact on the physical and mechanical properties of concrete. The study highlights the advantages of concrete reinforced with various types of fibers, emphasizing their role in improving indicators such as strength, elasticity, and crack resistance. Notably, the article emphasizes that basalt fibers stand out for their environmental safety, high thermal stability, and resistance to chemical effects and corrosion. The paper presents detailed information on the thermal properties of fiber-reinforced concrete, its energy efficiency, and the prospects for its application in road construction, industrial projects, hydraulic engineering, and civil construction. The findings demonstrate that basalt and steel fibers play a crucial role in enhancing the quality of construction materials.

Keywords: Fibrobon, BSFRC, steel fiber, basalt fiber, Model Code 2020, ULS, glass fiber, mechanical properties of fibrobon

Bazalt va po'lat tolali fibrobonning rivoji va tarixi

Xolmirzaev S.A.¹^a, Axmedov A.R.¹^b

¹Namangan davlat texnika universiteti, Namangan, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada bazalt va po'lat tolalarning zamonaviy qurilish materiallari, xususan, fibrobon tarkibidagi o'rni, ahamiyati hamda ularning betonning fizik-mexanik xususiyatlariga ta'siri ilmiy asosda tahlil qilingan. Tadqiqotda turli turdagi tolalar bilan mustahkamlangan betonlarning afzalliklari, ularning mustahkamlik, elastiklik, yoriqlarga chidamlilik kabi ko'rsatkichlarini yaxshilashdagi roli yoritilgan. Ayniqsa, bazalt tolalarning ekologik xavfsizligi, yuqori issiqlik barqarorligi, kimyoviy ta'sirlarga va korroziyaga chidamliligi bilan ajralib turishi ta'kidlangan. Maqolada tolalar qo'shilgan betonning termik xususiyatlari, energiya tejamliligi hamda ularning yo'l, sanoat, gidrotexnika va fuqarolik qurilishi sohalarida qo'llanilish istiqbollari haqida batafsil ma'lumotlar keltirilgan. Olingan natijalar bazalt va po'lat tolalarning qurilish materiallari sifatini oshirishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Fibrobon, BSFRC, po'lat tola, bazalt tola, Model Code 2020, ULS, shisha tola, Fibrobonning mexanik xossalari

1. Kirish

Respublikamizda qurilish materiallari sohasini yanada rivojlantirish, raqobatbardosh qurilish materiallarini ishlab chiqarish, bino va inshootlar mustahkamligini hamda seysmik xavfsizligini ta'minlashda foydalaniladigan yangi qurilish materiallarini ishlab chiqarishga katta e'tibor qaratilmoqda. 2024-2025-yillarda amalga oshirilishi belgilangan seysmik xavfsizlikni ta'minlash hamda bino va inshootlarning zilzilabardoshligini oshirish tizimini takomillashtirish bo'yicha «Yo'l xaritasi»da yangi materiallarni sinash, ularning xususiyatlarini o'rganish va qo'llanish sohasini aniqlash vazifalari belgilangan. Ushbu vazifalarni hisobga olib, betonning mustahkamligini oshirishda po'lat tolalaridan foydalangan holda fibrobonning tarkibini aniqlash, bazalt va po'lat tolalar bilan dispers armaturalangan fibrobonning mexanik xossalarni tadqiq qilish hamda fibrobonbeton

to'sinlarning kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holatini, mustahkamligini, darzbardoshligini o'rganish, shuningdek fibrobonbetonning mexanik xususiyatlarini hisoblashning yangi amaliy dasturlarini yaratish muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

Bazalt va po'lat tolalarning sement sarfini kamaytirish asosida kompozit tola ishlab chiqarish dastlab AQShda vujudga kelgan bo'lib, u asosan aeroport qo'nish yo'laklari, tunnel qoplamalari va port inshootlarida amaliyotga tatbiq etilgan. Bazalt va po'lat tolalar bilan mustahkamlangan beton "BSFRC" (bazalt po'lat tolalar bilan mustahkamlangan beton) bo'yicha patent 1962-yilga borib taqaladi. 1970-yillardan boshlab "BSFRC" (bazalt va po'lat tolalar bilan mustahkamlangan beton) texnologiyasi Yevropada keng tarqala boshladi. O'sha vaqtdan beri uning asosiy konstruktiv qo'llanilishi qobiq konstruksiya ya'ni (gumbaz, suv havzasi, beton tom qobig'i va h.k.), devor, pol kabi tekis elementlarda amalga oshirilmoqda [1]. Sement

^a <https://orcid.org/0009-0006-5117-0159>

^b <https://orcid.org/0009-0001-1934-8694>



qorishmasiga tolalar qo'shilishi betonning deformatsion xususiyatlarini yaxshilashga hamda yoriqlarni darzlarni kamaytirish jarayonida amalga oshiriladi. Ushbu usul nafaqat yuk ko'tarish qobiliyatini va chidamlilikni, balki egiluvchanlikni, sinish va bo'laklanib ketishdan himoya qilish, uzluksiz, ammo kichik yuklar ta'sirida vaqt o'tishi bilan ichki tuzilmasi buzilishi, qisqarishiga, yoriqlarga, zarbaga, darzdan keyingi egilish mustahkamligini, energiyani yutishga mustahkalik oshirishga xizmat qiladi. Shunga qaramay, ushbu texnologiyani keng tarqalgan bo'lishiga qaramasdan, uning asosiy konstruktiv elementlarda qo'llanilishi hamda amaliyotga joriy etilishi hanuzgacha cheklanganligicha qolmoqda [2]. "BSFRC" (bazalt va po'lat tolalar bilan mustahkamlangan beton) elementlarini loyihalashda bir nechta omillar muhim ahamiyatga egadir: to'g'ri qorishma tarkibini tanlash, tolalarning quruq qorshimada yoyilishi hamda sinov usulining bajarilish shakli. Odatda bilvosita (cho'zilishdagi mustahkamligini aniqlash uchun qo'llaniladigan bilvosita usul)idan foydalanib sinovlarda asosan konstruksiyani egiluvchanligi, yoriqlar paydo bo'lishi deformatsiyalanishini egilishdagi mustahkamligi orqali bajariladi [3]. Bu sinovlar uch yoki to'rt nuqtali egilish sxemalarida o'tkazilib, yoriq ochilishi yoki markaziy chiziqdagi siljish "UNI EN 14651:2007 yoki DIN" 51220 (beton va fibrobeton materiallarining sinov usullarini tartibga soluvchi xalqaro texnik me'yorlar)dan biri hisoblanib, yotug'lar uzunligi o'lchanadi [3]. Bunday hollarda "BSFRC" (bazalt va po'lat tolalar bilan mustahkamlangan beton) elementlarining egilish va kesish mustahkamligi tahlil qilinadi. So'nggi yillarda turli xalqaro standartlar "BSFRC" (bazalt va po'lat tolali mustahkamlangan beton)ni loyihalash va sinovdan o'tkazish bo'yicha ko'rsatmalar ishlab chiqildi. Oddiy betonning asosiy xususiyatlari-cho'zilish mustahkamligi, elastiklik moduli, kesish moduli, siqilishdagi mustahkamlik sinovlari orqali aniqlansa, "BSFRC" (bazalt va po'lat tolali mustahkamlangan beton)ning yoriqlardan keyingi cho'zilish, egilishlarni aniqlash uchun qo'shimcha sinov ishlarini amalga oshirish talab etiladi, chunki tola va beton o'rtasidagi o'zaro ta'sir murakkab [4]. "BSFRC" (bazalt va po'lat tolali mustahkamlangan beton)da yoriqlanishdan keyingi qoldiq cho'zilish kuchlanishlarni dachiklarda aniqlash o'lchash eng muhim parametrlar bo'lib, u materialning yoriqlanishdan keyingi mexanik xususiyatlarini aniqlash imkonini beradi. Bu maqsadda odatda uch nuqtali yoki to'rt nuqtali egilish sinovlari qo'llanadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Bugungi "Model Code 2020" (temirbeton konstruksiyalari uchun taqdim etilgan "model kod" bo'lib, yangi va mavjud konstruksiyalarni loyihalash, baholash, xizmat muddati, ta'mirlash va yangilash jihatlarini) qamrab oladi, "RILEM TC 162-TDF" (po'lat tolali temirbeton uchun dizayn ko'rinishi bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish texnik) standartlari hisoblanib bular asosan yoriqlardan keyingi qoldiq egilish mustahkamligini fR1–fR4 (namunalarning egilishdagi mustahkamligi turli xil yoriqlarni ochilish)ni aniqlash uchun sinov ishlarida tavsiya qilinadi [5,6]. Bu parametrlar yordamida "BSFRC" (bazalt va po'lat tolali mustahkamlangan beton) elementlarining xizmatbardoshlik "SLS" (mustahkamlik chegaraviy holati) va oxirgi chegaraviy "ULS" (inshoot yoki konstruksiya maksimal yuklama ta'sirida mustahkamligini

yo'qotadigan holat chegarasi) holatlari uchun loyihaviy hisob ishlari amalga oshiriladi. Bazalt va po'lat tolali beton konstruksiyalarida armatura sterjenlari bilan birgalikda tolalarning ishlatilishi "R/BSFRC" (ekologik va iqtisodiy jihatdan samarali bo'lgan, bazalt va po'lat tolalar bilan mustahkamlangan beton) deb nomlanadi. Biroq bunday konstruksiyalarni tahlil qilish murakkab, chunki cho'zilish zonasida bir vaqtning o'zida ikkita kuchlanish turi yuz beradi [7-9]:

- o qoldiq kuchlanishlar, yoriqlar orasida tolalar tomonidan ushlab turiladigan;
- o cho'zilishdagi kuchlanishlari, beton va armatura o'rtasidagi o'zaro ta'sirdan paydo bo'ladigan.

Bu holatlarni modellashtirish uchun ko'plab nazariy va tajribaviy yondashuvlar ishlab chiqilgan, jumladan, armatura va beton orasidagi bog'lanish mexanizmlarini hisobga oluvchi stress-deformatsiya modellaridan foydalaniladi. Biroq "Model Code 2020 va RILEM TC 162-TDF" hozircha po'lat tolaning yuza qismi to'liqinsimon toladan foydalanish samarali hisoblanadi chunki yuza qismi tekis bo'lmaganligi uchun beton bilan kirishishi juda ham yaxshi hisoblanadi.

BSFRC - bu, ya'ni "bazalt va po'lat tolalar bilan mustahkamlangan beton" degani. Bu turdagi beton tarkibiga ma'lum miqdorda bazalt va po'lat tolalar (odatda 0,25–2% hajmda) qo'shiladi. Ushbu tolalar beton ichida mikroarmatura sifatida ishlaydi va uning mexanik xususiyatlarini-egilishga, cho'zilishga, siqilishga va darzbardoshligini oshirishga xizmat qiladi [10].

Fibrobeton-Hozirgi davrda qurilish sanoatida materiallarning mustahkamligi, ishonchiligi va uzoq muddatli chidamliligini oshirish masalasi dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Shu nuqtai nazardan, beton tarkibiga turli tolali gibril tola qo'shish orqali mustahkamlovchi xususiyatlarga ega bo'lgan fibrobeton keng qo'llanilmoqda.

Fibrobeton - bu sement, suv, mayda va yirik to'ldiruvchilar hamda muayyan miqdordagi turli xil tolalar basalt, po'lat, polipropilen, shisha va boshqalardan tashkil topgan kompozit material hisoblanib, oddiy betonga nisbatan yuqori deformatsiyalanish, mexanik va darzbardoshlik xususiyatlariga ega hisoblanadi.

Fibrobetonning asosiy afzalligi - beton tarkibidagi mikroyoriqlarni rivojlanish bosqichidayoq cheklash, egilish, cho'zilish, buzulishdagi mustahkamlikni oshirish va mo'rtlik darajasini kamaytirishdir. Bu esa temirbeton konstruksiyalarning uzoq muddatli ishlashini asosan ta'minlaydi. Tola qo'shilgan betonda har tomonga tartibsiz tarzda taqsimlanadi va yuklama ta'sirida hosil bo'ladigan ichki kuchlanishlarni yutadi.

Fibrobetonning asosiy turlari ishlatiladigan tola turiga qarab quyidagicha farqlanadi:

- o Po'lat tolali fibrobeton-yuqori mustahkamlik, yuklamalar ta'siriga bardoshliligi va egiluvchanlik talab etiladigan konstruksiyalarda qo'llaniladi;
- o polipropilen tolali fibrobeton-yengil, yong'inga chidamli va suv o'tkazuvchanligi past bo'lgan beton turlari uchun ishlatiladi;
- o bazalt tolali fibrobeton-yuqori haroratga va kimyoviy muhitga chidamli konstruksiyalarda samarali hisoblanadi;

shisha tolali fibrobeton-arxitektura elementlari, pardozbop panellar va dekorativ qismlarda qo'llaniladi.



3. Tahlil va natijalar

Fibrobetonning mexanik xossalari tola turiga, miqdoriga, geometrik o'lchamlariga va ularning beton tarkibida bir xilda taqsimlanish darajasiga bevosita bog'liq. Umumiy olganda, fibrobetonning bosimga, egilishga, siqilishga va cho'zilishga mustahkamligi oddiy betonga nisbatan yuqori bo'ladi. Shu bilan birga, yoriqlar paydo bo'lishini oldini oladi, vaqtincha va doimiy yuklamalarga ta'sirini chidamliligini oshiradi.

Natijada, fibrobeton kompozit materiallar sinfiga kiradi hamda turar-joy, jamoat va sanoat inshootlarida, yo'l va ko'priklarni qurilishida, tunnel va gidrotexnik inshootlarda keng qo'llanilmoqda.

Tolalardan foydalanish betonning quyidagi xususiyatlarini yaxshilashi mumkin:

- Cho'zilish mustahkamligini oshiradi;
- tolalar betonning cho'zilishdagi zonasini kamaytiradi. Masalan, po'lat yoki bazalt tolalar beton ichida tarqalib, kuchlanishlar paydo bo'lganda yoriqlarni kengayishidan saqlaydi;
- yoriqlanishni kamaytiradi;
- tolalar mikro va makroyoriqlarni ushlab turib, ularning kengayishini oldini oladi. Bu betonning sirt sifatini va suv o'tkazmasligini yaxshilaydi;
- olovbardoshlikni oshiradi;
- tolali beton dinamik va statik yuklamalar ta'sirida yaxshiroq natija beradi. Ayniqsa, bazalt va po'lat tolalar energiyani yutish qobiliyatini oshiradi;
- sovuqqa va harorat ko'tarilishiga chidamliligini yaxshilaydi;
- tolalar issiqlikda kengayish yoki sovuda betondagi zo'rliqlarni kamaytiradi, bu esa muzlash jarayonlarida mustahkamlikni saqlashga yordam beradi;
- betonning egilishdagi mustahkamligini oshiradi;
- bazalt, po'lat, shisha yoki polipropilen tolalar qo'shilganda betonning egilishdagi mustahkamligi va deformatsiyalanuvchanligi ortadi;

Tolalar betonning mikrostrukturasi ichida bog'lanishlar hosil qilib, silliq, zich va kam g'ovak bo'lishini ta'minlaydi.

Beton tarkibida qo'llaniladigan turli xil tolalarning fizik-mexanik xususiyatlari va kimyoviy reaksiya ularning qo'llanilish sohasini bevosita belgilab beradi. 1-Jadvalga asosan po'lat tolalar betonning egilishga bo'lgan mustahkamligini va darzbardoshligini sezilarli darajada oshiradi. Biroq, ular korroziyaga moyilligi va kompozitning umumiy og'irligini oshirishi bilan ajralib turadi. Bazalt tolalar esa issiqlikka chidamliligi, ekologik tozaligi va yoriqlanishga qarshi samarali ta'siri bilan ajralib turadi.

Beton tarkibida qo'llaniladigan turli xil tolalarning fizik-mexanik xususiyatlari va kimyoviy reaksiya ularning qo'llanilish sohasini bevosita belgilab beradi. 1-Jadvalga asosan po'lat tolalar betonning egilishga bo'lgan mustahkamligini va darzbardoshligini sezilarli darajada oshiradi. Biroq, ular korroziyaga moyilligi va kompozitning umumiy og'irligini oshirishi bilan ajralib turadi. Bazalt tolalar esa issiqlikka chidamliligi, ekologik tozaligi va yoriqlanishga qarshi samarali ta'siri bilan ajralib turadi. Polipropilen tolalar yengil va arzon hisoblanib, ular betonda yoriqlar paydo bo'lishini kamaytiradi va korroziyaga uchramaydi, Shisha tolalar esa silliq sirtga va yuqori kimyoviy moddalar ta'siriga bardoshli bo'lib, bu ularning afzalliklaridan hisoblanadi. Umumiy qaraganda har bir tola

turi o'ziga xos ijobiy va salbiy jihatlariga ega bo'lib, optimal natijaga erishish uchun betonda ishlashi juda samarali hisoblanib, iqtisodiy jihatdan qaraganda ham foydalari hisoblanadi.

1-jadval

Turli xildagi tolalarning ko'rsatkichlari

No	Tola turi	Afzalliklari	Kamchiliklari
1.	Po'lat tola	Yuqori mustahkamlik, darzbardoshligi, egilishga bo'lgan mustahkamligi yuqori.	Korroziyaga moyil, og'irlikni oshiradi
2.	Bazalt tola	Issiqlikka chidamli, ekologik toza, yoriqlanishga qarshi.	Nisbatan qimmat
3.	Polipropilen tola	Yengil, arzon, yoriqlar hosil bo'lishini kamaytiradi, korroziyaga uchramaydi.	Cho'zilish moduli past
4.	Shisha tola	Silliq sirt, yaxshi kimyoviy ta'sirlarga bardoshli.	Ishlab chiqarish murakkab, ishqorli muhitda sekin yemiriladi.

2-jadval

Bazalt tolaning mexanik xususiyatlari

Ko'rsatkich	Qiymati	Izoh
Zichlik (ρ)	2.6–2.8 g/cm ³	Po'latga nisbatan 3 baravar yengil
Yung moduli (E)	85–95 GPa	Elastiklik darajasi yuqori, egilishga chidamli
Cho'zilishdagi mustahkamlik (σ_t)	2000–4800 MPa	Juda yuqori po'latdan ba'zan ustun
Uzayish (uzilishdagi cho'zilish)	2.5–3.5 %	O'rtacha elastiklik ko'rsatkichiga ega
Erish harorati	1450–1500°C	Yuqori issiqlikka chidamli
Termik xususiyati	Juda yaxshi	700–800°C gacha mexanik xossalari saqlaydi
Kimyoviy chidamlilik	Yuqori	Ishqor, kislota va namlik ta'siriga bardoshli
Elektr o'tkazuvchanligi	Juda past	Dielektrik xossaga ega (izolyator sifatida ishlatiladi)

Umuman olganda, tolalar betonning mustahkamligi va ishlash xususiyatlarini yaxshilashda samarali bo'lsada, mavjud tola turlari va ularning betondagi qo'llanishi ma'lum cheklolarga ega. Shu bois, betonning ishlovchanligi va mexanik xususiyatlarini yanada yaxshilaydigan yangi turdagi tolalarni ishlab chiqish zarur hisoblanadi. Inshootlarda, ayniqsa past chastotali yuklar ta'sirida masalan, tonnel qoplamalari, ko'priklarning plitalari va boshqalar, darzlar paydo bo'lishi keng tarqalgan bo'lib, bu betonning



xavfsizligi va bardoshliligiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Ushbu muammoni bartaraf etish uchun po'lat yoki bazalt tolalar qo'shish mumkin. Shu sababli ushbu tadqiqotda yangi turdagi bazalt tolasi "NBF" (yangi turdagi bazalt tola) taklif qilingan u yuqori mustahkamlik, egilishdagi mustahkamligi yuqoriligi, arzon narxli tufayli qurilishda qo'lash samarali hisoblanadi Bazalt tolaning mexanik xususiyatlari 2-jadvalda keltirib o'tilgan.

4. Xulosa

Ko'plab ilmiy izlanishlar shuni ko'rsatadiki, bazalt va po'lat tolali fibrobetonning mustahkamligiga samarali ta'sir ko'rsatadi. Beton matritsasiga tolalarni qo'shilishi natijasida mustahkamlik va deformativ xossalarning yaxshilanish samarasi tolalarning turi, ularning mexanik va geometrik xususiyatlari, miqdori, beton qorishmasining tarkibi, betonning tayyorlash texnologiyasi bog'liq.

Ilmiy izlanishlar natijasida bazalt va po'lat tolalar bilan mustahkamlangan fibrobeton "BFRC" (bazalt tolali mustahkamlangan beton), "BSFRC" (bazalt po'lat tolalar bilan mustahkamlangan beton) oddiy betonlarga nisbatan yuqori mexanik va ekspluatatsion xususiyatlarga ega. Bazalt va po'lat tolalar betonning cho'zilish va egilishdagi mustahkamligini sezilarli darajada oshiradi hamda yorilishdan keyingi deformatsiyalanish xususiyati oldini olishni ta'minlaydi. Bazalt tolalar esa o'zining yengilligi, korroziyaga chidamliligi, yuqori issiqlikka bardoshliligi va ekologik xavfsizligi bilan qurilishda qo'llash tavsiya qilinadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Lantsoght E. O. L. How do steel fibers improve the shear capacity of reinforced concrete beams without stirrups? //Composites Part B: Engineering. – 2019. – T. 175. – C. 107079.
- [2] Romanazzi V., Leone M. Analysis of flexural behaviour of steel reinforced cement-less concrete beam //Engineering Structures. – 2025. – T. 330. – C. 119859.
- [3] Giaccio G., Tobes J. M., Zerbino R. Use of small beams to obtain design parameters of fibre reinforced

concrete //Cement and Concrete Composites. – 2008. – T. 30. – №. 4. – C. 297-306.

[4] Puppio M. L. et al. Precast steel-fiber reinforced concrete (SFRC) on beams: Results from an experimental campaign //Engineering Structures. – 2025. – T. 341. – C. 120738.

[5] Shamiyev D. B. O. G. L. et al. Bazalt tolasi va uning tarkibiy tuzilmasi //Science and Education. – 2023. – T. 4. – №. 4. – C. 379-388.

[6] A. Brandt, "Fibre reinforced cement-based (FRC) composites after over 40 years of development in building and civil engineering," Composite Structures, vol. 86, no. 1–3, pp. 3–9, 2008.

[7] V. Fiore, G. Di Bella, and A. Valenza, "Glass-basalt/epoxy hybrid composites for marine applications," Materials & Design, vol. 32, no. 4, pp. 2091–2099, 2011.

[8] A. S. Alhozaimy, P. Soroushian, and F. Mirza, "Mechanical properties of polypropylene fiber reinforced concrete and the effects of curing," Cement and Concrete Research, vol. 26, no. 4, pp. 561–570, 1996.

[9] J. Li, H. Xu, and L. Zhang, "Thermal and corrosion resistance of basalt fiber reinforced concrete," Materials Today: Proceedings, vol. 68, pp. 1124–1131, 2023.

[10] N. Ali, I. Qureshi, and M. A. Khan, "Influence of basalt fibers on mechanical properties of concrete," Procedia Engineering, vol. 173, pp. 194–199, 2017.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

S.A.Xolmirzayev / S.A
Kholmirzaev
Namangan davlat texnika universiteti, Qurilish muhandisligi kafedrası professori
E-mail: sattar59@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0006-5117-0159>

A.R.Axmedov/ A.
R.Akhmedov
Namangan davlat texnika universiteti, Bino va inshootlar qurilishi kafedrası doktoranti
E-mail: axmedovakmalxon1@gmail.com



Uzbekistan's and foreign experience in ensuring priority movement of urban public transport

A.S. Abdualimov¹ 

¹Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan

Abstract: This article highlights the reforms implemented in the Republic of Uzbekistan for the development of the automobile and public transport sector after gaining independence, the adopted regulatory legal acts, and the directions for improving the transport system. It also analyzes the transport problems of modern cities - land use, traffic congestion, car dependency, environmental impact, and safety issues. Innovative approaches to solving transport problems were studied using the experience of developed countries, in particular Japan and China. The article, using the example of the city of Jizzakh, developed proposals for controlling the rolling stock of public transport, increasing the indicator of public transport use by the population, and improving the quality of transport services.

Keywords: Uzbekistan, automotive industry, public transport, traffic congestion, transport security, urbanization, innovative solutions

Umumiy foydalanishdagi shahar jamoat transportining ustuvor harakatini ta'minlashda O'zbekiston va xorij tajribasi

Abdualimov A.S.¹ 

¹O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligi, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada O'zbekiston Respublikasida mustaqillikka erishilgandan so'ng avtomobil va jamoat transporti sohasini rivojlantirish bo'yicha amalga oshirilgan islohotlar, qabul qilingan normativ-huquqiy hujjatlar hamda transport tizimini takomillashtirish yo'nalishlari yoritilgan. Shuningdek, zamonaviy shaharlarning transport muammolari – yerdan foydalanish, tirbandlik, avtomobilga qaramlilik, atrof-muhitga ta'sir va xavfsizlik masalalari tahlil qilinadi. Rivojlangan davlatlar tajribasi, xususan Yaponiya va Xitoy misolida transport muammolarini bartaraf etishning innovatsion yondashuvlari o'rganilgan. Maqolada Jizzax shahri misolida jamoat transporti harakat tarkibini nazorat qilish, aholining jamoat transportidan foydalanish ko'rsatkichini oshirish hamda transport xizmatlari sifatini yaxshilash bo'yicha takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: O'zbekiston, avtomobil sanoati, jamoat transporti, tirbandlik, transport xavfsizligi, urbanizatsiya, innovatsion yechimlar

1. Kirish

O'zbekiston Respublikasi mustaqillikka erishgandan so'ng barcha soha va yo'nalishlarni rivojlantirishga birdek e'tibor bermoqda. Xususan avtomobil sanoatida ham juda ko'plab ishlar amalga oshirildi. Yurtimizda avtomobil ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi. Avtomobil sanoatining istiqbolli kelajagi uchun asos yaratildi. Shu asos zahirida Xorijiy investitorlar bilan hamkorlikda avtomobil ishlab chiqaruvchi zavodlar soni yil sayin ortib bormoqda. Hozirgi vaqtga qadar avtomobil sanoatini rivojlantirishga aloqador ko'plab normativ-me'yoriy hujjatlar ishlab chiqildi.

Jumladan, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2017-yil 25-apreldagi 238-sonli qarori, 2003-yil 4-noyabrda "O'zbekiston Respublikasida avtomobil avtomobil transportida yo'lovchilar va bagaj tashish qoidalarini hamda avtobuslarda yo'lovchilar tashish xavfsizligini ta'minlashga doir talablarni tasdiqlashga haqida"gi 482-son qarori, 2013-yil 9-oktyabrda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Toshkent

shahrida yo'lovchi tashish transportini tashkil etish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-2048-sonli qarori, 2019-yil 1-fevraldagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Transport sohasida davlat boshqaruvi tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-5647-son farmoni [1,2,3].

Bundan tashqari yana ko'plab qaror, farmon va faroyishlar ishlab chiqilyabdi, barchasining zahirida asosan avtomobil transporti va jamoat transporti sohasini rivojlantirish, aholiga ko'rsatilayotgan xizmat sifatini oshirish, xavfsiz va qulay transport tizimini yaratish pirovard maqsad qilib olingan.

Ayni shiddat bilan rivojlanayotgan davrda aholini jamoat transporti bilan qamrab olish darajasini oshirish, jamoat transportining jozibadorligini va xizmat ko'rsatish sifatini oshirish bugungi kunning muhim masalalaridan biri bo'lib kelmoqda. Aholining jamoat transportidan foydalanish ko'rsatkichini oshirish orqali yo'llarda

 <https://orcid.org/0009-0009-8797-8979>



kuzatilayotgan tirbandliklar, yo'l-transport hodisalari va ularda jabrlanganlar ko'rsatkichining kamayishiga xizmat qiladi.

Rivojlangan davlatlar transport sohasiga va aynan jamoat transporti sohasiga e'tibor qaratadigan bo'lsak, barcha Davlatlar va shaharlarda jamoat transporti o'zining arzon va qulayligi, ishonchli va xavfsizligi, aniq va tezkor ishlashi va boshqa ko'plab qulayliklari bilan aholi orasida o'zining mavqe'iga ega ekanligini ko'rishimiz mumkin. Jizzax shahar aholisi va shahrimiz mehmonlari uchun Jizzax shahri jamoat transporti harakat tarkibini nazorat qilish tartibini joriy etish va aholini jamoat transporti bilan qamrab olish darajasini oshirish dissertatsiya ishining dolzarbligini belgilaydi [4].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Hozirgi vaqtda rivojlangan davlatlarga e'tibor qaratadigan bo'lsak, ba'zi sohalarida muammo va kamchiliklarga duch kelayotganini kuzatishimiz mumkin. Bu muammolar qatorida "Transport muammolari" ni ham uchratamiz.

Asosiy muammolar sifatida zamonaviy rivojlangan davlatlarda 5 ta keng yo'nalishni ko'rsatib o'tadilar. Ular quyidagilar [5]:

- Yerdan foydalanish;
- Tirbandlik;
- Mashinaga qaramlilik;
- Atrof-muhit;
- Xavfsizlik.

Yuqorida sanab o'tilgan muammolarni bartaraf qilish uchun har bir davlatlar o'zining qisqa va uzoq muddatli chora-tadbirlar rejalarini ishlab chiqmoqdalar.

Xususan rivojlangan 16 ta davlat vakillaridn iborat bo'lgan jamoa interaktiv doimiy munozaralar tashkil etib kelmoqda. Munozaralarda hozirgi vaqtda duch kelayotgan muammolar va ular oldida turgan ustuvor vazifa va yechimlarni taqdim qilish imkoniyatlari berilgan [6].

Ushbu jamoaga a'zo davlatlar: Afina, Barselona, Bryussel, Dublin, Hayfa, Istanbul, Kocaeli, London, Rim, Sheffild, Stokgolm, Shtutgart, Tel-Aviv, Gaaga, Turin va Tsyurix.

Bunda jamoatchilikka (muammoni hal qilish maqsadida piyoda, velosipedchilar va jamoat transportiga ko'proq imtiyozlar yaratiladi) ko'proq joy va imkoniyatlar yaratish asosiy maqsad qilib olinadi

Yerdan foydalanish muammolarini hal etish maqsadida Yaponiya davlati hukumati ham ajoyib bir usuldan foydalanadilar. Unga ko'ra Yaponiya davlatida avtomobil sotib olmoqchi bo'lgan fuqaro avtomobil harid qilishdan oldin avtomobil uchun ajratilgan maxsus joy(parkovka)ga ega ekanligini tasdiqlovchi hujjatni taqdim etishi lozim bo'ladi.

Bu usul keyinchalik uchrashi mumkin bo'ladigan yerdan foydalanish muammosi kelib chiqishining oldini olish uchun samarali xizmat qilib kelmoqda (1-rasm).



1-rasm. Avtomobillar to'xtashi va to'xtab turishi uchun mo'ljallangan maxsus maydon(parking)

Tirbandlik muammosi – Hozirgi vaqtda 200 dan ziyod dunyo mamlakatlari ichida 28 ta davlatda avtomobil ishlab chiqarish sanoati yo'lga qo'yilgan. Mana shu 28 ta davlatda ishlab chiqarilayotgan avtomobillar talab darajasidan kelib chiqib o'z haridorlariga ega [7].

Insonlar kundalik turmush tarzida avtomobil vositasi xizmatlaridan foydalanadi. Bu esa o'z navbatida ko'cha va yo'llarda tirbandlikni keltirib chiqaradi.

Tirbandlik muammosi hozirgi vaqtda katta shaharlarda zamonaviy hayotning eng muhim jihatlardan biriga aylandi. Tirbandlik muammosi nafaqat hozirgi kunda balki, 1960-yillardan boshlab kuzatilib kelinayotgan muammolardan biridir.

Statistik ma'lumotlarga ko'ra dunyoda eng uzun tirbandliklar 6 ligi ro'yhatidan AQSH (Nyu-York shtati), AQH (Boston shtati), Fransiya

(Lion-Parij), Germaniya (Berlin), Braziliya (San-Paulu), Xitoy (Pekin) da kuzatilgan tirbandliklar o'rin olgan. 1980-yil Fransiya davlatida Lion-Parij yo'nalishida 5 millionga yaqin avtomobil ishtirokida 175 km uzunlikdagi tirbandlik kuzatilgan bo'lib, shimoliy regionlarda yashaydigan aholi uyiga Alpdagi bayramlar nishonlanib bo'lganidan so'ng yetib kelishgan(2-rasm).



2-rasm. Pekin shahri avtomobil raqamlari va ularga qo'yiladigan cheklovlar

Tirbandlik muammosini hal etish borasida Xitoy davlati Pekin shahrida ajoyib bir usuldan foydalanishadi. Yo'l harakati qoidalariga ko'ra, shaharda tirbandliklarning oldini



olish uchun haftaning har bir kunida ma'lum raqamga ega avtomobillar uchun harakatlanishga ruxsat beriladi. Haftaning ish kunlarida avtomobillarning beshdan bir qismi ertalab soat 7:00 dan kechgi soat 20:00 gacha avtomobil raqamlaridan kelib chiqqan holda yo'llarni chetlab o'tadilar [8].

Dushanba kuni ohirgi raqami 1 va 6, seshanba kuni 2 va 7, chorshanba kuni 3 va 8, payshanba kuni 4 va 9, juma kuni 5 va 0 bilan tugaydigan avtomashinalar harakatlanishi mumkin (1.5-rasm). Dam olish kunlarida raqamlar bo'yicha cheklavlar qo'yilmaydi.

Jamoat transporti – o'z nomi bilan aholiga xizmat ko'rsatadigan, odamlarning uzog'ini yaqin qiladigan, aholining kayfiyatiga to'g'ridan to'g'ri ta'sir ko'rsatadigan vosita hisoblanadi [9].

2020-yil 30-noyabrda bo'lib o'tgan Prezident Shavkat Mirziyoyev raisligidagi yig'ilishda ham hududlarda jamoat transportini rivojlantirish chora-tadbirlari muhokama qilindi. Yig'ilishda keltirilgan ba'zi ma'lumotlar [10]:

- Ohirgi 10 oy mobaynida xalq qabulxonalariga 3 mingdan ortiq murojaat kelib tushgan;

- Kunlik 20 million yo'lovchilardan bor-yo'g'i 4.4 millioni yoki 22 % i jamoat transportidan foydalanadilar;

- Avtobuslar bilan ta'minlanganlik darajasi har 100 000 aholiga 24 tani tashkil etadi. Ba'zi viloyatlarda bo'lsa 15 tani tashkil etadi;

- Viloyat hokimligi va mutassadi vazirliklarga Samarqand shahrida qulay transport bosh rejasini ishlab chiqish topshirildi;

- Transport-logistika sohasiga ko'proq e'tibor qaratish va zamonaviy kadrlarni tayyolash.

Respublikamizning ko'plab viloyat va shaharlarida transport rejalari qayta ko'rib chiqilmoqda. Natijada ko'cha va yo'llarda yuzaga kelayotgan muammolar, tirbandliklar, YTH larini kamaytirish va oldini olishga erishilmoqda.

Bundan tashqari jamoat transporti uchun ajratilgan yo'laklar, jamoat transportining jozibadorligini oshirish, bekatlarni ta'mirlash va qayta qurish, ularni zamonaviy qurilmalar bilan jihozlash, elektron to'lov tizimlarini yaratish (ATTO), jamoat transportining harakat tarkibini kuzatish imkoniyati va shu kabi ko'plab ishlar amalga oshirilmoqda.

1-jadval.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 10-yanvardagi PQ-2724-son qarori 2-ilovasida 2017-2021-yillarda yangi avtobuslar sotib olish parametrlari ko'rsatib o'tilgan

T/r	Hududlar	Sotib olinadigan avtobuslar soni	Shu jumladan:				
			2017-yil	2018-yil	2019-yil	2020-yil	2021-yil
1.	Qoraqalpog'iston Respublikasi	112	30	40	10	13	19
2.	Andijon viloyati	319	22	77	78	76	66
3.	Buxoro viloyati	350	50	81	64	77	78
4.	Jizzax viloyati	106	45	23	10	6	22
5.	Qashqadaryo viloyati	287	59	51	60	70	47
6.	Navoiy viloyati	83	26	16	15	14	12
7.	Namangan viloyati	415	45	83	106	114	67
8.	Samarqand viloyati	460	73	81	81	88	137
9.	Surxondaryo viloyati	85	35	6	10	16	18
10.	Sirdaryo viloyati	103	34	27	26	9	7
11.	Toshkent viloyati	178	40	25	37	37	39
12.	Farg'ona viloyati	281	43	40	52	67	79
13.	Xorazm viloyati	133	35	21	41	13	23
JAMI:		2 912	537	571	590	600	614
<i>shundan: shaharlararo yo'nalishlar uchun</i>		226	26	50	50	50	50
<i>shahar va shahar atrofidagi yo'nalishlar uchun</i>		2 686	511	521	540	550	564



3. Tahlil va natijalar

Hozirgi kungga qadar Toshkent shahri, Namangan shahri, Qarshi shahri, Termiz shahri, Samarqand shahri va Jizzax shaharlarining transport bosh rejaları qayta ko'rib chiqilib, mavjud muammo va kamchiliklar bartaraf etildi.

Bu jarayonda jamoat transporti harakati va yo'nalish chizmalari, shuningdek, iqtisodiy va ijtimoiy infratuzilma obektlari geolokatsiyalari maxsus dasturga kiritilib, shaharlarning transport Bosh rejaları ishlab chiqilmoqda.

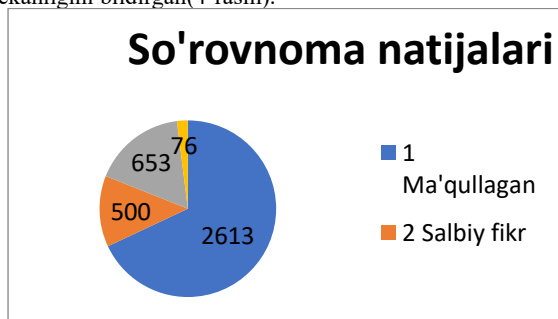
Toshkent shahri misolida Toshkent xalqaro aeroportidan Bobur va Furqat Ko'chalari bo'ylab Beshyog'och maydoniga qadar avtobuslar uchun alohida maxsus yo'lak ajratildi (3-rasm).



3-rasm. Bobur ko'chasi bo'ylab harakatlanishda, Nukus va Muqimiy ko'chalari kesishgan chorraha

Shahardagi eng tirband va to'rt bo'lakdan ko'p bo'lgan yo'llarning ma'lum bir qismida faqat jamoat transporti harakatlanadi, xolos. Toshkent shahar transport boshqarmasi tomonidan bunday ko'chalarning aniq ro'yxati tuzilgan. Unga ko'ra shaharning jami 10 ta ko'chasida jamoat transporti uchun alohida yo'laklar ajratiladi.

Ushbu reja haqida "tushuntirish va so'rovnoma" o'tkazilgan. 2021-yil 25-yanvaridan 3-fevralga qadar o'tkazilgan so'rovnomada 3842 nafar kishi qatnashgan. Ulardan 68 foizi jamoat transporti uchun alohida yo'l bo'lagi tashkil etishni ma'qullab ovoz bergan bo'lsa, 13 foizi salbiy fikrlar bildirishgan, 17 foiz ishtirokchi betaraf ekanligini bildirgan (4-rasm).



4-rasm. Toshkentda jamoat transportiga alohida yo'lak ajratish haqida o'tkazilgan so'rovnoma natijalari

Ushbu loyihani amalga oshirish orqali:

- Yo'nalishdagi avtobuslarning harakatlanish tezligi 25 foizga oshiriladi;
- Transport vositalarining chorrahalardan o'tishdagi to'xtashlar soni 3,5 tadan 1 taga kamayadi;

Transport vositalarining ekologiyaga zarar yetkazishi 33 foizga kamayadi.



5-rasm. Toshkent xalqaro aeroportidan Bobur ko'chasi bo'ylab harakatlanish



6-rasm. Bobur ko'chasi va Shota Rustaveli ko'chalari kesishmasi

Ajratilgan yo'lak Toshkent xalqaro aeroporti bekatidan – Seul ko'chasi kesishmasiga qadar qo'yilgan. 8 tasmali bu ko'chaning umumiy uzunligi

3,6 kilometrni tashkil qiladi (7-rasm). Bu ko'chada 18 ta avtobus, 5 ta yo'nalishli taksilar harakati yo'lga qo'yilgan.



7-rasm. Umumiy foydalanishdagi shahar jamoat transportining ustivor harakatini ta'minlashda xorij tajribasi

Turli rivojlangan davlatlarning transport sohasiga e'tibor qaratilgan bo'lsak, jamoat transportiga yaratilayotgan turli xil imtiyoz va ustivorliklarni ko'rishimiz mumkin.

Jamoat transportiga alohida ajratilgan yo'laklar va bekatlarda yo'lovchilar uchun yaratilayotgan imkoniyatlar asosiy ishlardan hisoblanadi.

Jamoat transportining ustivor harakati deganda biz ko'z oldimizga BRT (Bus rapid transit) – ajratilgan bo'lak (yo'l) ni keltiramiz (1.21-rasm). BRT nima?

BRT (Bus Rapid Transit) – yuqori asosli avtobusga asoslangan transit tizimi bo'lib, u bizga metro darajasidagi imkoniyatlarda tezkor, qulay va tejamkor xizmatlarni taqdim etadi.

BRT karidor – bu avtobus marshruti yoki kamida 3 km (1,9 milya) uzunlikdagi bir butun yo'l hisoblanadi.



Ajratilgan bo'laklar qatnov qismida ikki xil usulda joylashtirilishi mumkin:

- qatnov qismining o'rtasida;
- qatnov qismining o'ng(chetki) tamonida.

Xorij davlatlarida ajratilgan yo'laklar qatnov qismining o'rtasida yoki qatnov qismining o'ng(chetki) tamonida loyihalanadi. Qatnov qismining o'rtasida loyihalanganda bir qancha qulayliklar yuzaga keladi. Masalan qarama-qarshi yo'nalishlar uchun bitta bekat loyihalanadi. Bu holatda ham yer mummosi ham iqtisodiy muammolar kamroq kuzatiladi.



8-rasm. Qatnov qismining o'rtasida loyihalangan ajratilgan bo'lak

Janubiy Korea (Seul) davlatidagi jamoat transporti ishlash jarayoni haqida o'rganadigan bo'lsak, bu yerda aholi avtobus va poezdlardan muntazam ravishda foydalanadilar. Nega bu tanlovga kelganligi haqida esa ular:

- toza;
- qulay;
- xavfsiz;
- arzon;
- sifatli deya javob berishadi.

4. Xulosa

O'zbekiston Respublikasi mustaqillikka erishganidan so'ng mamlakatning barcha sohalarida, xususan avtomobil va jamoat transporti tizimida tub o'zgarishlar amalga oshirildi. Hukumat tomonidan ishlab chiqilgan qaror, farmon va dasturlar transport infratuzilmasini modernizatsiya qilish, aholini sifatli va xavfsiz transport xizmatlari bilan ta'minlashga qaratilgan. Bugungi kunda jamoat transporti tizimini rivojlantirish orqali yo'l harakati xavfsizligini ta'minlash, tirbandliklarni kamaytirish va ekologik muammolarni bartaraf etish dolzarb masalaga aylanmoqda. Rivojlangan davlatlar tajribasidan kelib chiqib, O'zbekiston shaharlarida, jumladan Jizzaxda ham, jamoat transportini raqamlashtirish, harakatni monitoring qilish tizimini joriy etish hamda ekologik toza transport vositalaridan foydalanishni kengaytirish zarur. Shu yo'l bilan mamlakatda transport tizimi samaradorligini oshirish, aholining hayot sifatini yaxshilash va barqaror shahar transporti konsepsiyasini shakllantirish mumkin bo'ladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining Aholiga transport xizmati ko'rsatish hamda

shaharlar va qishloqlarda avtobuslarda yo'lovchilar tashish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlarini amalga oshirish to'g'risida 25.04.2017 yildagi 238-son qarori.

[2] O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining "Avtomobil avtomobil transportida yo'lovchilar va bagaj tashish qoidalarini hamda avtobuslarda yo'lovchilar tashish xavfsizligini ta'minlashga doir talablarni tasdiqlashga haqida"gi 2003-yil 4-noyabrda 482-son qarori.

[3] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Toshkent shahrida yo'lovchi tashish transportini tashkil etish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi 2013-yil 9-oktyabrda PQ-2048-sonli qarori.

[4] S. Kasimov, L. Akbarova, M. Fattaxova, "Factors Affecting Supply and Demand in The Automobile Industry of The Republic of Uzbekistan," Texas Journal of Multidisciplinary Studies, vol. 5, 2022, pp. 337–342.

[5] R. Kobilov, "Issues and Prospects of Localization in the Automotive Industry of Uzbekistan," Economics and Innovative Technologies, vol. 12, no. 5, 2024, pp. 57–67.

[6] T. Ismatullaev, "Trends in Automotive Industry of Uzbekistan in 2022-2024," European Journal of Interdisciplinary Research and Development, vol. 37, 2025, pp. 176–179.

[7] M. Abdukhmidova, "Production, Export and Import of Cars in the Republic of Uzbekistan," International Journal of Economics, Finance and Management, vol. 8, no. 2, 2024.

[8] Z. N. Naubetova, "The Evolution of Passenger Transport in Uzbekistan and its Impact on Economic Growth," Yashil Iqtisodiyot va Taraqqiyot, 2023–2024.

[9] A. Sánchez-Atondo et al., "Understanding Public Transport Ridership in Developing Countries to Promote Sustainable Urban Mobility: A Case Study of Mexicali, Mexico," Sustainability, vol. 12, no. 8, 2020, article 3266.

[10] [10] R. Adinata, W. Wanto, "Public Transport in Developing Countries," Journal of Public Administration Studies (JPAS), 2021.

[11] P. González-Aliste, I. Derpich, M. López, "Reducing Urban Traffic Congestion via Charging Price," Sustainability, vol. 15, no. 3, 2023, article 2086.

[12] S. Priyanto, P. Romadhona, "The Evaluation of Public Transport Safety Facilities in Developing Countries: A Case Study in Yogyakarta, Indonesia," WIT Transactions on the Built Environment, vol. 107, 2009, pp. 359–368.

[13] "Literature Review on Public Transport and Land Use: Based on CiteSpace Statistical Analysis," Land, vol. 14, no. 5, 2025, article 1096.

[14] "Scaling up Public Transport Usage: A Systematic Literature Review of Service Quality, Satisfaction and Attitude Towards Bus Transport Systems in Developing Countries," Public Transport, vol. 17, 2025, pp. 1–44.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Abdualimov Asror Sunnatulla o'g'li / Asror Abdualimov
O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligi, Jamoat transporti boshqarmasi yetakchi mutaxassisi.
Tel: +998995768388
<https://orcid.org/0009-0009-8797-8979>



Digitalization method for calculating vehicle exhaust emissions

A.A. Mukhitdinov¹^a, J.A. Ravshanbekov¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

Exhaust gases emitted by vehicles have a significant negative impact on environmental sustainability and the environment, accounting for a significant share of the total emissions. Therefore, large-scale research and practical measures are being carried out around the world to reduce the negative effects of these emissions and effectively manage them. Along with the gradual tightening of the EURO environmental requirements developed and implemented by the United Nations, test methods used to determine exhaust emissions are constantly being improved, and the technical level of testing equipment is aimed at ensuring high accuracy, speed and reliability. In particular, taking into account the above environmental requirements in the production of cars, the environmental safety of the design is assessed using modern test methods based on international standards, such as dynamometers, PEMS (Portable Emission Measurement System), WLTP (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure) and RDE (Real Driving Emissions). However, the process of measuring the composition of exhaust gases of operating vehicles is labor-intensive, time-consuming and expensive, which makes it difficult to carry out emission measurements on a large number of vehicles. The development of a digital method for monitoring exhaust gases using data from the electronic control unit (ECU) of operating vehicles is currently relevant. This article proposes a method for determining the amount of CO₂ in exhaust gases per unit of mileage by digitalizing the vehicle ECU data.

Keywords:

exhaust gases, gasoline engine, EBD, digitization, OBD-II, monitoring

Avtomobil chiqindi gazlar hisobini raqamlashtirish uslubi

Muxitdinov A.A.¹^a, Ravshanbekov J.A.¹^b

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Transport vositalaridan ajralib chiqadigan zararli gazlar ekologik barqarorlikka hamda atrof-muhit holatiga sezilarli darajada salbiy ta'sir ko'rsatib, umumiy emissiya manbalari tarkibida yuqori ulushni tashkil etadi. Shu bois, jahon miqyosida ushbu chiqindilarning salbiy oqibatlarini kamaytirish va ularni samarali boshqarish bo'yicha keng qamrovli ilmiy-tadqiqot ishlari hamda amaliy choralar olib borilmoqda. Birlashgan Millatlar Tashkiloti tomonidan ishlab chiqilgan va joriy etilgan EURO ekologik talablari bosqichma-bosqich kuchaytirilishi bilan bir qatorda, chiqindi gazlarni aniqlash bo'yicha qo'llaniladigan sinov metodologiyalari ham izchil takomillashib, sinov jihozlarning texnologik darajasi yuqori aniqlik, tezkorlik va ishonchlikni ta'minlashga yo'naltirilmoqda. Xususan, avtomobillarni ishlab chiqarish jarayonida yuqorida qayd etilgan ekologik talablarni inobatga olgan holda, konstruksiyaning ekologik xavfsizligi shassi dinamometrlari, PEMS (Portable Emission Measurement System), WLTP (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure) va RDE (Real Driving Emissions) kabi xalqaro standartlarga asoslangan ilg'or sinov uslublari orqali baholanadi. Lekin foydalanishdagi transport vositalarining chiqindi gazlari tarkibini o'lchash jarayoni katta ishchi kuchi, ko'p vaqt talab qiladi hamda xizmat narxi yuqoriligi ko'p sonli avtomobillarda emissiya o'lchovlarini o'tkazishda murakkab bo'lib qolmoqda. Foydalanishdagi avtomobillarning elektron boshqaruv bloki (EBB) ma'lumotlaridan foydalanib chiqindi gazlarni monitoring qilishning raqamlashtirilgan uslubini ishlab chiqish bugungi kunda dolzarb hisoblanadi. Ushbu maqolada avtomobilning EBB ma'lumotlarini raqamlashtirish orqali chiqindi gazlar tarkibidagi CO₂ yo'l birligiga to'g'ri keluvchi miqdorini aniqlash uslubi taklif qilingan.

Kalit so'zlar:

chiqindi gazlar, benzinli dvigatel, EBB, raqamlashtirish, OBD-II, monitoring

1. Kirish

O'zbekiston Avtotransport vositalari sonining ortib borishi ekologiya va atrof-muhitga ta'sir darajasining sezilarli darajada oshishiga sabab bo'lmoqda [1]. Ushbu jarayonni boshqarish maqsadida jahon miqyosida avtomobillardan ajralib chiqadigan zararli gazlarni

kamaytirishga qaratilgan qat'iy ekologik talablar, normativ hujjatlar hamda ilg'or sinov va baholash uslublari joriy etilmoqda [2]. Jumladan WLTP - laboratoriya sharoitida avtomobilni real haydash sharoitlariga yaqinlashtirilgan sikllarda sinovdan o'tkazishni ta'minlaydigan metodologiya

^a <https://orcid.org/0000-0001-5360-8624>

^b <https://orcid.org/0009-0009-8234-3974>



bo'lib, RDE esa transport vositalarining haqiqiy yo'llarda chiqindi gazlarini PEMS (Portable Emission Measurement System) qurilmalari yordamida bevosita o'lchash imkonini beradi [3,4]. Mazkur yondashuvlarning afzalligi shundaki, chiqindi gazlar real haydash sharoitida baholanadi, laboratoriya natijalari bilan yo'l sharoitidagi tafovutlar bartaraf etiladi hamda ishlab chiqaruvchilarning ekologik mas'uliyati kuchayadi. Shu bilan birga, bu sinovlarning ayrim kamchiliklari ham mavjud bo'lib, ular yuqori xarajat talab etishi, ko'p vaqt olishi va natijalarni qayta ishlab chiqish jarayonining murakkabligi bilan tavsiflanadi. WLTP va RDE sinov metodologiyalari Euro 6 ekologik talablari bilan uzviy bog'liq bo'lib, ushbu standartlarda belgilangan NOx, CO, HC va PM bo'yicha qat'iy me'yoriy ko'rsatkichlarga muvofiqlikni real sharoitlarda ham nazorat qilish imkonini beradi [5,6,7]. Natijada, Euro 6 standartlarining amaliy samaradorligi oshib, avtomobil transporti chiqindilarini kamaytirish bo'yicha xalqaro ekologik siyosat yanada mustahkamlanadi.

Zamonaviy avtomobilsozlikda ekologik talablarni bajarish va zararli chiqindilarni kamaytirish maqsadida bir qator ilg'or texnologiyalar keng qo'llanilmoqda. Masalan, turbocharging (turbokompressor) texnologiyasi dvigatel quvvati va momentini oshirish, yonilg'i sarfini kamaytirish hamda CO₂ emissiyasini pasaytirishda muhim rol o'ynab, kichik hajmli dvigatellarda yuqori samaradorlik ("downsizing")ni ta'minlaydi [8]. Biroq, ushbu tizimning murakkab tuzilishi va yuqori ishlab chiqarish xarajatlari, turbolag hodisasi hamda texnik xizmat ko'rsatishda qo'shimcha ehtiyotkorlik zarurati uning asosiy kamchiliklari hisoblanadi. Shuningdek, Gasoline Direct Injection (GDI) - yoqilg'ini bevosita purkash texnologiyasi yoqilg'i-havo aralashmasining aniq nazoratini ta'minlab, dvigatel samaradorligini oshiradi, yonilg'i sarfini kamaytiradi va CO₂ chiqindilarini pasaytiradi. Shu bilan birga, yuqori bosimli tizimning murakkabligi va qimmatligi, NOx emissiyasining ortishi hamda karbonat qoldiqlari hosil bo'lishi ushbu texnologiyaning salbiy jihatlaridan hisoblanadi [9]. Bundan tashqari, start-stop tizimlari ham keng tatbiq etilib, transport vositalari svetofor yoki tirbandliklarda to'xtaganda dvigatelni avtomatik ravishda o'chirib-yoqib turishi orqali yonilg'i tejamliligini ta'minlaydi hamda CO₂ va CO chiqindilarini kamaytiradi [10].

Shu bilan birga, starter va akkumulyatorning tez eskirishi, sovuq iqlim sharoitida samaradorlikning pasayishi va qisqa masofali harakatlarda amaliy foydaning cheklanishi uning kamchiliklarini tashkil etadi. Uch komponentli katalitik neytrallash texnologiyasi (3-way catalyst) CO, HC va NOx komponentlarini bir vaqtning o'zida neytrallash imkoniyatiga ega bo'lib, Euro 6 kabi qat'iy ekologik me'yorlarni bajarishda asosiy vositalardan biri hisoblanadi [11]. Biroq, platina, palladiy va rodiiy kabi qimmatbaho metallardan foydalanish zarurati, yuqori harorat sharoitida samarali ishlashi (cold start davrida samaradorlikning pastligi) hamda vaqt o'tishi bilan samaradorlikning pasayishi uning muhim cheklovlarini sifatida qayd etiladi. Yuqorida qayd etilgan texnologik yutuqlar va ekologik me'yoriy talablarning inobatga olgan holda ekspluatatsiyadagi avtomobillardan chiqayotgan chiqindi gazlarni monitoring qilish jarayonlarini raqamlashtirilgan usullarini ishlab chiqish, dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Mazkur yondashuv nafaqat real vaqt rejimida emissiya jarayonlarini kuzatish imkonini yaratadi, balki yig'ilgan ma'lumotlarni tahlil qilish, ekologik xavf darajasini baholash hamda transport vositalarining xalqaro

standartlarga muvofiqligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu sababli, raqamlashtirilgan monitoring tizimlarini joriy etish avtomobilsozlik sanoati va ekologik nazorat amaliyotining integratsiyalashgan rivojlanishini ta'minlovchi muhim ilmiy-texnik vazifadir.

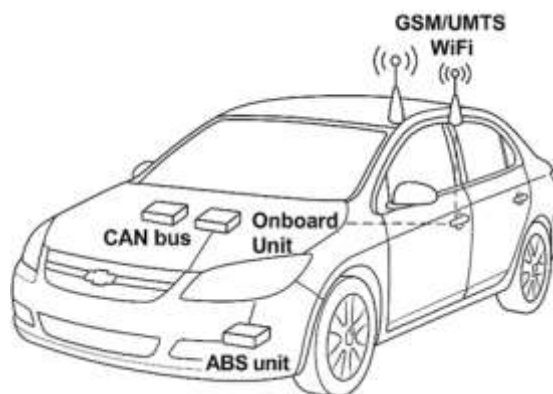
Chiqindi gazlarni xisob uslublari xamda sinov uslublari bilan aniqlash 1936 yildan boshlanib kelgan. Mualliflar B. A. D'Alleva and W. G. Lovell ning maqolasida karbonat anhidrid, uglerod oksidi, vodorod, metan va kislorod uchun to'liq chiqindi gaz tahlillari turli xil ish sharoitlari va turli xil havo o'lchash moslamalari bo'lgan uchta dvigatel uchun havo-yonilg'i nisbatlarini bevosita o'lchangan [14].

Yevropa mamlakatlari bu soxada ko'plab ilmiy tadqiqotlar bilan shug'ullanib kelishmoqda. Jumladan Justin D.K. Bishop va boshqalar tomonidan avtomobilning xarakat siklidagi yonilg'i sarfi va undagi chiqindi gazlarning vaqt birligida miqdorlari xaqida ish olib borgan [15]. Marcin Noga tomonidan turbinali besh zarbli dvigatel uchun chiqindi gazni tozalash tizimini ishlab chiqish bo'yicha tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Besh zarbli dvigatelnig xarakterli xususiyati umumiy samaradorlikni oshirish uchun qo'shimcha kengaytirish jarayonidan foydalanish hisoblanadi. Katalitik konvertor uchun qiyinchilik shundaki, u past chiqindi gaz haroratiga ega. [16]

Hata Hiroo va boshqalar. Ular ushbu tadqiqotida turli xil to'xtash vaqtlaridan keyin ishlaydigan benzinli dvigatellarning chiqindi gazlari shassi dinamometri yordamida o'lchashdi. Uch tomonlama katalitik konvertorni qayta ishlashdan keyingi quvvati vaqtga bog'liq energiya tejash tenglamasi bilan birlashtirilgan katalizatordagi kimyoviy reaksiyalarni kimyoviy kinetik modellashirish orqali baholashdi [17].

2. Tadqiqot metodologiyasi

NEDC va WLTC sikllarini o'z ichiga olgan an'anaviy transport vositalarini sinovdan o'tkazish usullari haqiqiy haydash sharoitlarini to'liq aks ettira olmaydi, chunki haydovchining haydash uslubi yoqilg'i sarfi va chiqindilariga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Haqiqiy ish sharoitida transport vositasining atrof-muhitga ta'sirini va atrof-muhitga ta'sirini aniqlash murakkab ilmiy va texnik vazifadir. Shuning uchun, haqiqiy ish sharoitida transport vositasining atrof-muhitga ta'sirini aniqlash uchun bort elektron boshqaruv tizimiga ulangan turli sensorlardan olingan ma'lumotlar asosida haqiqiy haydash jarayonlari qayd etildi va tahlil qilindi.



1-rasm. Bortdagi o'lchov tizimlari

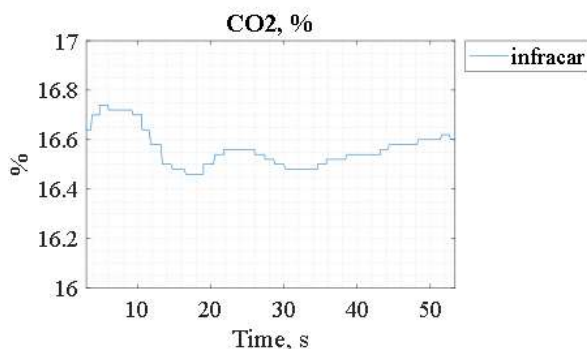
OBD-II interfeysi orqali yig'ilgan parametrlar transport vositasining ishlash rejimlari va chiqindi gazlar shakllanishi bilan bevosita bog'liq bo'lgan bir qator muhim ko'rsatkichlarni o'z ichiga oladi. Bular jumlasiga avtomobil tezligi, havo-yoqilg'i aralashmasining stexiometrik nisbatini belgilovchi ko'rsatkichlar, kiruvchi havoning massaviy oqim tezligi, dvigatelning aylanish chastotasi (rpm), dvigatel yuklamasi, gaz pedali holati, lambda sensorining chiqish kuchlanishi, yonilg'i injektorining ochiqlik vaqti hamda kiruvchi havoning harorati kiradi 1-rasm. Mazkur parametrlarning tizimli monitoringi va ularning o'zaro bog'liqligini tahlil qilish dvigatel ish jarayonining ekologik samaradorligini baholash va chiqindi gazlarni raqamli usulda aniqlash uchun muhim ilmiy asos yaratadi. Eksperimental tadqiqotlarni o'tkazish jarayonida sinov obyekti sifatida Chevrolet Cobalt rusumli avtomobil tanlab olindi. Mazkur avtomobilning tanlanishiga bir necha omillar sabab bo'ldi, jumladan, uning 1,5 litr hajmdagi benzinli dvigateli mintaqada keng tarqalgan va amaliyotda faol ekspluatatsiya qilinadigan transport vositalariga xos texnik ko'rsatkichlarga ega ekanligi, shuningdek, mahalliy sharoitlarda qo'llanilayotgan ekologik talablar va xalqaro standartlarga mos keluvchi sinov natijalarini olish imkoniyatini berishi. Bundan tashqari, Chevrolet Cobalt avtomobilining OBD-II tizimi orqali zarur diagnostik parametrlarni ishonchli qayd etish imkoniyati mavjudligi ham ushbu modelni tanlashda muhim mezon bo'lib xizmat qildi. Chiqindi gazlar tarkibini aniqlashda Infrakar gazanalizatoridan foydalanildi. Gazanalizator statsionar ish rejimida ishlashini inobatga olgan holda sinovlar har xil o'zgarmas tezliklarda o'tkazildi.



2-rasm. Avtomobil OBD II parametrlarini to'plash uchun dasturiy interfeys

3. Tahlil va natijalar

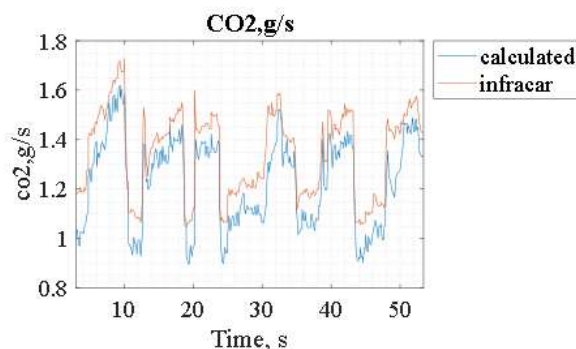
Avtomobil chiqindi gazlarida CO₂ konsentratsiyasini aniqlash jarayonida dastlab eksperimental sinovlar o'tkazilib, INFRACAR gazanalizatori yordamida real vaqt rejimida turli o'zgarmas tezlik rejimlarida CO₂ ning hajmiy ulushi qayd etildi (2-rasm). Keyingi bosqichda olingan eksperimental ma'lumotlar matematik tahlil asosida qayta ishlanib, CO₂ emissiyasining vaqt birligiga to'g'ri keluvchimassaviy miqdori aniqlandi. Shu bilan birga, OBD-II interfeysi orqali olingan parametrlar asosida CO₂ miqdori hisoblandi va natijalar eksperimental sinov ko'rsatkichlari bilan taqqoslandi. Solishtiruv natijalari shuni ko'rsatdiki, hisoblangan qiymatlar va gazanalizator yordamida qayd etilgan ma'lumotlar o'rtasidagi farq 3–4 % dan oshmadi (3-rasm), bu esa ishlab chiqilgan hisoblash metodikasining yuqori aniqligi va amaliy qo'llash uchun yetarlicha ishonchligini tasdiqlaydi.



3 – rasm. Gaz analizatori natijalari

4. Xulosa

O'tkazilgan eksperimental sinovlar va matematik tahlillar shuni ko'rsatdiki, avtomobil chiqindi gazlaridagi CO₂ konsentratsiyasini aniqlashda laboratoriya sharoitida INFRACAR gazanalizatori yordamida olingan natijalar bilan OBD-II parametrlari asosida hisoblash uslubi orasida farq 3–4 % dan oshmaganligi kuzatildi. Ushbu ko'rsatkich ishlab chiqilgan hisoblash metodikasining yuqori aniqlikka ega ekanligini va uni amaliyotga qo'llash imkoniyatlarini tasdiqlaydi. Bunda raqamlashtirilgan yondashuv sinov o'lchovlariga nisbatan tezkorlik, qulaylik va iqtisodiy samaradorlik kabi ustunliklarga ega bo'lib, transport vositalarining ekspluatatsiya jarayonida ekologik



4 – rasm. Hisob va sinov natijalari

monitoring samaradorligini oshirish uchun keng imkoniyat yaratadi. Shu bilan birga, natijalar hisoblash algoritmlarini yanada takomillashtirish, hamda turli haydash sharoitlari va dvigatel yuklama rejimlarida qo'shimcha sinovlar o'tkazish zarurligini ko'rsatadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Yi Tan 2019. Final Report Certification and In-Use Compliance Testing for Heavy-Duty Diesel Engines to Understand High In-Use NOx Emissions Contract No.



15RD001 Air Resources Board Research Division California.

[2] Whitfield J.K. and Harris D.B. 1998. Comparison of heavy-duty diesel emissions from engine and chassis dynamometer and on-road testing, in 8th On-Road Vehicle Emissions Workshop, San Diego, CA.

[3] Pelkmans L. and Debal P. 2006. Comparison of on-road emissions with emissions measured on chassis dynamometer test cycles. Transportation Research Part D: Transport and Environment 11, 233-241.

[4] B.Bazarov "Экологическая безопасность автотранспортных средств". Tashkent, "Chinor ENK" 2012 – 216.

[5] Huzeifa Badshah, Francisco Posada, Rachel Muncrief. 2019. Current state of NOx emissions from in-use heavy-duty diesel vehicles in the United States International Council on Clean Transportation USA.

[6] Li, X., Tang, L., Chen, S., Zhang, Y., & Xu, H. 2023. Comparison of fine particle emissions of light-duty gasoline vehicles from chassis dynamometer tests and on-road measurements. Measurement, 215, 112359. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2023.112359>

[7] Mock, A., Schmidt, L., & Wagner, J. 2023. On-road vs. WLTP CO₂ emissions of petrol passenger cars: quantifying the cycle-beating effect. International Journal of Vehicle Emissions, 12(2), 98–112. <https://doi.org/10.1016/j.ijve.2023.05.004>

[8] Wang, Y., Li, J., Zhang, X., & Chen, L. 2024. Evaluating the feasibility of estimating particulate mass emissions of on-road vehicles using a pitot-based exhaust flowmeter and onboard PEMS. Scientific Reports, 14, 83327. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83327-1>

[9] Selleri, T., Mocera, F., Chiriaco, C., Evangelisti, S., & Compagnoni, M. 2022. Real-Time Measurement of NOx Emissions from Modern Diesel Vehicles Using On-Board Sensors. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/365653574>

[10] Dhital, N. B., Wu, C.-H., Lin, H.-Y., & Yang, H.-H. 2023. Real-world Cold Start Emissions Evaluation for Direct-injection Gasoline Vehicle with PEMS and SEMS. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/369942268>

[11] Ferrarini, L., Genon, G., & Zaldei, A. 2020. A miniature Portable Emissions Measurement System (Mini-PEMS) for on-board monitoring of HC, CO, NO_x and CO₂ in two-wheelers. Atmospheric Measurement Techniques, 13, 5827–5843. <https://doi.org/10.5194/amt-13-5827-2020>

[12] Zhang, Y., & Wang, L. 2024. A novel method to identify high emission states of CO₂ and NO_x from gasoline

passenger cars based on Portable Emission Measurement Systems. Journal of Environmental Monitoring, 29, 210–222. <https://doi.org/10.1016/j.jenvmon.2024.05.003>

[13] Farren, N. J., Schmidt, C., Juchem, H., Pöhler, D., Wilde, S. E., Wagner, R. L., Wilson, S., Shaw, M. D., & Carslaw, D. C. 2023. Emission ratio determination from road vehicles using a range of remote emission sensing techniques. Science of the Total Environment, 875, 162621. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162621>

[14] B. A. D'Alleva, W. G. Lovell. Relation of Exhaust Gas Composition to Air-Fuel Ratio. SAE Transactions, Vol. 31 (1936), pp. 90-98 (9 pages) <https://www.jstor.org/stable/44439093>

[15] Bishop, Justin D.K., Stettler, Mark Ye.J., Molden, N., Boies, Adam M., (2016) Engine maps of fuel use and emissions from transient driving cycles, Applied Energy, 202-217, 183. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.08.175>

[16] Noga, Marcin. (2019). A three-way catalyst system for a five-stroke engine. Czasopismo Techniczne. 3. 149-183. 10.4467/2353737XCT.19.039.10213.

[17] Hata, Hiroo., Okada, Megumi., Yanai, Koichi., Kugata, Masahiko., Hoshi, Junya. (2022). Exhaust emissions from gasoline vehicles after parking events evaluated by chassis dynamometer experiment and chemical kinetic model of three-way catalytic converter. Science of The Total Environment, 157578, 848 <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157578>

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Muxitdinov	Toshkent davlat transport universiteti,
Akmal	"Transport vositalari muhandisligi"
Anvarovich /	kafedrası professori. t.f.d (DSc), E-
Akmal	mail: akmalmukhitdinov@gmail.com
Mukhitdinov	https://orcid.org/0000-0001-5360-8624

Ravshanbekov	Toshkent davlat transport universiteti,
Jaxongir	"Transport vositalari muhandisligi"
Alisher o'g'li	kafedrası assistenti. E-mail:
/ Jakhongir	rja16041994@gmail.com
Ravshanbekov	Tel: +998936449423
	https://orcid.org/0009-0009-8234-3974



Key factors influencing the mentoring system of executive training

Kh. Makhmadaminova¹

¹Academy of Public Policy and Administration under the President of the Republic of Uzbekistan

Abstract: This article analyzes the institutional foundations of the mentoring system, the key factors influencing its effectiveness, international best practices, as well as elements of local governance. The specific features of the mentoring process in modern management are discussed in detail.

Keywords: mentoring, leadership, mentoring system, executive training, professional development, leadership skills, education and knowledge exchange

Rahbar kadrlar tayyorlashda mentorlik tizimiga ta'sir etuvchi asosiy omillar

Maxmadaminova X.¹

¹O'zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi davlat siyosati va boshqaruvi akademiyasi

Annotatsiya: Maqolada mentorlik jarayonining institutsional asoslari, unga ta'sir etuvchi omillar xorijiy tajriba va mahalliy boshqaruv elementlari tahlil qilingan. Zamonaviy boshqaruvda mentorlik jarayonining o'ziga xos xususiyatlari yoritib berilgan.

Kalit so'zlar: mentorlik, rahbar kadrlar, mentorlik tizimi, kadrlar tayyorlash, malaka oshirish, liderlik qobiliyati, ta'lim va tajriba almashinuvi, motivatsiya, tashkilot madaniyati, inson kapitali, samaradorlik, professional rivojlanish, rahbarlik salohiyati

1. Kirish

Har qanday davlatning qurilishi va rivojlanishi har doim davlat xizmatchilarining salohiyati va davlat xizmati institutini yaratish bilan birga olib boriladi. Davlat xizmati undagi rahbar kadrlar faoliyati samaradorligini bilan chambarchas bog'liq va muhim jarayondir.

Davlat fuqarolik xizmatining asosiy prinsiplari (O'RQ–788, 5-modd)ning dolzarbligi bugungi globallashuv va raqobat muhitida davlat boshqaruvi tizimida samaradorlikni ta'minlash, fuqarolar ishonchini mustahkamlash hamda shaffof, mas'uliyatli davlat xizmatini yo'lga qo'yish dolzarb masalalardan biridir.

Shu maqsadda 2022-yil 8-avgustda qabul qilingan **“Davlat xizmati to'g'risida”gi Qonun** davlat fuqarolik xizmatining huquqiy asoslarini yaratib, faoliyatdagi asosiy tamoyillarni belgilab berdi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Qonunning 5-moddasida davlat fuqarolik xizmati tizimi faoliyatini tashkil etishda amal qilinadigan asosiy prinsiplar belgilab berilgan bo'lib, ular quyidagicha dolzarb ahamiyatga ega:

Qonun ustuvorligi: Davlat xizmatchisi faqat qonun doirasida ish yuritishi shart. Bu tamoyil korruptsiyani oldini olish va huquqiy davlatni ta'minlashning asosidir.

Professionallik va kompetentlik: Davlat xizmatchisi o'z sohasini chuqur bilishi, zamonaviy bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishi zarur. Bu xizmat sifati va samaradorlikni oshiradi.

Xalq manfaatlariga xizmat qilish: Davlat xizmati fuqarolarga xizmat ko'rsatish tizimi ekanligini eslatib turadi. Davlat xizmatchisi “xalq xizmatida” ekanligini doim yodda tutishi kerak.

Ochiqlik va shaffoflik: Har bir qaror va amaliyot oshkora bo'lishi, jamoatchilik nazorati ta'minlanishi zarur. Bu fuqarolar ishonchini mustahkamlaydi.

Meritokratiya: Davlat lavozimlariga tayinlash bilim, malaka va natijalarga asoslanishi lozim. Bu holat “tanish-bilishchilik” va adolatsizlikni cheklaydi.

Teng imkoniyatlar: Har bir fuqaro davlat xizmatiga kirishda teng huquq va imkoniyatlarga ega bo'lishi kerak. Bu demokratik qadriyatlarni mustahkamlaydi.

Javobgarlik va halollik: Davlat xizmatchisi o'z harakatlari uchun shaxsan javob beradi. Halollik va sofdillik davlat apparatining ishonchli poydevoridir.

Siyosiy betaraflik: Davlat xizmatchisi siyosiy faoliyatda ishtirok etmasligi kerak. Bu davlat xizmatini barcha fuqarolar uchun adolatli va xolis holda amalga oshirishni ta'minlaydi.



1-rasm. Davlat xizmatining asosiy prinsiplari



Yuqorida keltirilgan muhim tamoyillar asosida ish yuritishni va jamoani boshqarishning muqobil usullarini o'zida jamlagan davlat xizmatchilar sinfini yaratish hali hanuz davlat xizmati oldida turgan dolzarb masala sanaladi.

Bu jarayonda davlat xizmatchisi pozitsiyasidan yetuk, natijalarga erisha oladigan, boshqaruvning eng samarali usullarini qo'llash va natijadorlikka asoslangan prinsiplarda ish olib borish bosqichiga yetguncha bir qancha jarayonlarda qatnashgan, toblangan bo'lishi ahamiyatlidir. Shu xususida hozirgi kunda davlat boshqaruvi tizimidagi islohotlar tufayli boshqaruv kadrlarini tayyorlash, qayta tayyorlash va malakasini oshirishning yangi modellari zarur.

Rahbarlarning qobiliyatlarini oshirishning muvaffaqiyatli strategiyasi sifatida mentorlik tizimi bu jihatdan juda samaralidir. Mentorlik - bu xodimlarning shaxsiy va kasbiy rivojlanishini qo'llab-quvvatlaydigan ijtimoiy-psixologik jarayon bo'lib, ma'lumot va tajriba almashish usulidir. Ushbu jarayonda shaffoflik, ilm va o'tkir aql ob'ektiv qarorlar qilish rahbar kadrlarni shaxsiy va professional kompetensiyalaridan kelib chiqib, munosib lavozimga tayinlash juda nozik va mas'uliyatli vazifa. Ba'zi davlat idoralari rahbarlari raqobat tufayli eng istiqbolli davlat xizmatchilarining lavozimlarga ko'tarilishiga to'sqinlik qiladilar. Bunday hodisaning oldini olish uchun rahbarlar istiqbolli kadrlarni puxta tayyorlash uchun moddiy mukofotlar, motivatsiyalar tizimi ishlatiladigan ba'zi tashkilotlarning tajribasidan foydalanish mumkin. Bundan tashqari ish joyini yosh xodimlar bilan almashtirish holatlariga, lavozimni teng ish joyi bilan ta'minlash imkoniyatini yo'lga qo'yish zarur.

Rivojlanish davridagi davlat tashkilotlari istiqbolli kadrlar potensialiga uzviy bog'liqdir.

Ushbu dolzarb masala yuzasidan so'ngi yillarda davlatimiz rahbari tomonidan alohida e'tibor va nazorat o'rnatilgan. Shu xususida davlat fuqarolik xizmatini yangi yondashuvlar asosida tashkil etish hamda professional va natijadorlikka yo'naltirilgan O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Davlat xizmatchilari korpusini shakllantirish chora-tadbirlari to'g'risida" gi PF-95 sonli Farmoni yaqqol misol bo'la oladi. «TOP-100» dasturi g'oliblari bazaviy hisoblash miqdorining 100 baravari miqdorida bir martalik pul mukofoti bilan rag'batlantiriladi, maxsus o'quv dasturi asosida o'qitiladi, «ustoz-shogird» an'anasi asosida tajribali rahbarlarga shogird sifatida birlashtiriladi, boshqa davlat organlariga tajriba oshirish uchun tegishli lavozimni egallagan holda bir yilgacha muddatga vaqtincha xizmat safariga hamda xorijiy stajirovkaga yuboriladi.

Darhaqiqat, ayni paytda bu kabi yo'nalishlar rahbar kadrlar sinfini shakllantirishda dolzarb sanaladi, shu bilan birga ushbu farmon bilan respublikada davlat tashkilotlarida davlat xizmatchilari orasidan rahbarlikka tayinlash tizimi, undagi jarayonlar va mavjud muammolar to'g'risida ham yoritilgan jumladan:

- davlat organlarida sohani rivojlantirish bo'yicha strategik rejalashtirishning samarali mexanizmlari va yaxlit tizimi joriy etilmagan;
- davlat fuqarolik xizmatida inson resurslarini strategik rejalashtirish tizimi mavjud emas;
- respublika ijro etuvchi hokimiyat organlari va mahalliy ijro etuvchi hokimiyat organlari faoliyatida bir-birini takrorlovchi funktsiya va vazifalar mavjudligi, ular faoliyatining aniq funksional chegarasi belgilanmagani, shuningdek, hududlarni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish hamda kadrlarni joy-joyiga qo'yish bo'yicha qarorlarni

qabul qilish aksariyat holatlarda markazlarda hal bo'lishi mahalliy hokimliklar faoliyati samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda;

- davlat fuqarolik xizmatida raqamlashtirishni yanada rivojlantirish, mavjud elektron platformalarning boshqa elektron platformalar bilan integratsiya qilishni jadallashtirish va tegishli jarayonlarni avtomatlashtirish lozim;

- davlat fuqarolik xizmatchilarining kasbiy kompetensiyasini uzluksiz ravishda oshirib borishni o'quv-uslubiy muvofiqlashtirishning yagona tizimi shakllantirilmagan hamda ushbu sohaga xususiy sektor keng jalb etilmagan;

- davlat fuqarolik xizmatidagi lavozimlar tahlili va kompetensiya modelining mavjud emasligi tegishli lavozimlarga eng munosib kadrlarni to'g'ri tanlab olish, shuningdek, xodimlarning kasbiy ko'nikmalarini samarali rivojlantirishga to'sqinlik qilmoqda;

Yuqoridagi izohlar va tahlillar ham mazkur dolzarb masala ya'ni davlat xizmatchilarini rahbarlikka tayyorlash tizimi isloh qilishga muhtojligini ko'rsatib turibdi.

Farmon talablarini bajarish hamda shiddat bilan o'zgarayotgan giperdinamik jarayonlar o'zgarishlar, mutaxassislardan ayniqsa rahbar kadrlardan yetuk salohiyat, tanqidiy va tahliliy fikrlash, o'z ustida muntazam ishlash, o'zgarishlarni boshqaruvchanlik, krizis menejment bo'yicha ko'nikmalarga ega bo'lishni, zamonaviy va ilg'or fikrlaydigan raqamli texnologiyalardan samarali foydalana oladigan milliy qadriyatlariga sodiq, rahbar ma'naviy qiyofasi shakllangan yangi O'zbekistonning yangi kuch manbai sifatida mehnat bozoriga kirib kelish vazifasini yuklaydi. Albatta bu qadar yetuk va professional kompetensiyalarga ega rahbarlar qatlami shakllanishi uchun bir qancha zaruriy bosqichlardan o'tish zarur.

Bu borada xorij tajribasini tahlil qilib o'rganganimda bir qancha samarali tajribalarga duch keldim. Misol uchun Germaniyaning Bavariya davlat xizmatini rivojlantirish kollejida, **twin technology** (yoki **digital twin technology** — raqamli egizak texnologiyasi) amaliyoti amalda **mentorlikning bir elementi** sanaladi.

Buni quyidagicha izohlash mumkin: Raqamli egizak - bu real ob'ekt yoki jarayonning virtual modeli bo'lib, uning yordamida ta'lim yoki amaliyotda haqiqiy tizimni simulyatsiya qilish mumkin.

Mentorlikda ushbu amaliyot- bu tajribali mutaxassis yoki intellektual tizim tomonidan ta'lim oluvchiga ustozlik qilish jarayoni. Ushbu jarayon raqamli platforma orqali biror bir rahbar kadrda istalgan joydan virtual ulanadigan va kompyuteridagi ish stoli unda ham egizak shaklida ochiladigan jarayonda orqali-ish hajmini kamaytirishga, resurslar tejamkorligiga, real keyslar orqali mutaxassisni amaliyot jarayonini parallel ravishda olib borishga, eng muhimi rahbar kadri bir ish kunini- virtual jonli kuzatish va o'rganish imkoniyatini beradi.

Moskva davlat Skolkovo universitetida inson resurslarini boshqarish yo'nalishida maxsus ta'lim dasturi yo'lga qo'yilgan bo'lib, davlat tashkilotlarida inson resurslarini boshqarish – "udalennyy rukovoditel" ya'ni jamoani masofadan boshqarish bo'yicha onlayn kurs bo'yicha dasturlar mavjud. Ushbu onlayn platforma orqali muayyan narx evaziga o'rgatiladigan real keyslar orqali "masofaviy rahbar shaklida mutaxassis va rahbar tandemi shaklida malaka oshirish kursi ham bir qancha ijobiy xulosalar va natijalarga erishilgan.



Qolaversa, shu kabi elementlar misol uchun dublyorlik amaliyoti- O'zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi davlat siyosati va boshqaruvi akademiyasida ham muvaffaqiyatli amalga oshirilgan va hozirgacha mazkur yo'nalish amaliyotda qo'llanilmoqda. Tahliliy ma'lumotlar asosida aytish mumkinki, 2019-2020 yillarda iqtisodiyotning turli drayver sohalaridan akademiya malaka oshirish va magistratura yo'nalishida ta'lim olgan rahbar kadrlar orasidan 60 nafari birinchi rahbarga dublyor sifatida birlashtirilgan.

Ushbu amaliyot natijasi o'laroq hozirda ushbu kadrlar yetuk rahbar sifatida turli davlat tashkilotlarida yuqori foizlarda milliy kadrlar zaxirasida professional faoliyatini amalga oshirib kelmoqda.

Shunday qilib, **twin technology, masofaviy rahbar, dublyorlik amaliyoti** kabi amaliyotda sinovdan o'tgan va samarali natija ko'rsatgan usullardan keng foydalanish rahbar kadrlarni tanlash davlat fuqarolik xizmati jozibadorligining oshirishga, davlat fuqarolik xizmatchilarini motivatsiyalash tizimini takomillashtirishga xizmat qilishi mumkin.

Ushbu jarayonning muhim jihati hamda amaliy holati sifatida mazkur farmonda belgilangan, davlat fuqarolik xizmatida karera modeli haqida aniq sharh berilgan jumladan: **davlat fuqarolik xizmatining kareraviy modeli** — davlat fuqarolik xizmatining yuqori va teng lavozimlarga o'tish uchun ish tajribasi va mehnat staji talab etilib, lavozimlarni ierarxik tartibda egallashni, shuningdek, keng ma'noda davlat xizmatchilarining malakasi, tajribasi va vakolatlarini muntazam oshirib borish, ularga malaka darajalari berishni hamda xizmat pog'onalaridan bosqichma-bosqich gorizont va vertikal o'sishni nazarda tutuvchi tizim.

Shu xususida mentorlik amaliyotini istalgan bir elementini joriy etish orqali biz davlat tashkilotlarida milliy karera modeli - yangi institutsional shakl sifatida targ'ib qilishni joiz deb bilamiz. Shu o'rinda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025 yil 5 maydagi "Istiqlolli kadrlarni maqsadli tayyorlash hamda ularni davlat boshqaruvi va xizmatiga samarali jalb etish tizimini yanada takomillashtirish to'g'risida"gi PF-78 sonli Farmoniga muvofiq, vatanparvar, inson qadrini e'zozlaydigan, korrupsiyaga toqatsiz va professional yangi avlod rahbar kadrlarini tayyorlash tizimini takomillashtirish hamda ularni tarmoq va sohalar uchun qayta tayyorlash va malakasini oshirish, davlat xizmatchilarida zamonaviy rahbarning «ma'naviy qiyofa»sini shakllantirish asosida ta'lim dasturlarini yaratish va bu orqali Akademiyaning magistratura va qayta tayyorlash dasturlari bitiruvchilarining vazirlik, idora va davlat tashkilotlarida kasbiy va kareraviy o'sishini monitoring qilish natijalarini tahlil qilib borish vazifasi yuklatilgan. Respublikamiz iqtisodiy ijtimoiy tarmoqlarida hal qiluvchi kuchga ega rahbar kadrlarda inson kapitalini rivojlantirish va bu orqali davlat fuqarolik xizmatida rahbar kadrlar tayyorlash kabi dolzarb va kechiktirib bo'lmaz vazifani ado etish yuzasidan akademiya strategik muhim chora tadbirlar amalga oshirib kelinmoqda.

Xususan:

- qisqa muddatli kurslarda «Siyosiy» va «Boshqaruv» guruhlariga mansub davlat xizmatchilarining rahbarlik va boshqaruv ko'nikmalarini rivojlantirish bo'yicha;
- davlat organlari va tashkilotlari tizimidagi kadrlarni qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirish

markazlarining (institutlari)ning rahbarlik va boshqaruv yo'nalishlaridagi ta'lim dasturlari ilmiy-uslubiy jihatdan ta'minlanadi va muvofiqlashtiriladi;

- Milliy kadrlar zaxirasidagi davlat xizmatchilarining salohiyatini oshirib borish, davlat xizmatchilarini tayyorlash, qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirish bilan bog'liq faoliyat muvofiqlashtirib boriladi;

qisqa muddatli kurslar yakunlari bo'yicha davlat xizmatchilarining olgan bilim va kasbiy ko'nikmalari diagnostikadan o'tkaziladi;

mazkur kurslarga yetakchi oliy ta'lim muassasalari professor-o'qituvchilari, amaliy bilim va ko'nikmalarga ega bo'lgan tajribali ekspertlar, xususiy sektor, konsalting va axborot-tahlil agentliklari mutaxassislari hamda xalqaro tashkilotlar vakillari jalb qilinadi;

tashabbuskor ayollarning rahbarlik ko'nikmalarini rivojlantirish va ularni davlat xizmatiga tayyorlash uchun — «Rahbar ayollar» dasturi;

istiqlolli yoshlarni davlat xizmatiga jalb etish hamda yosh davlat xizmatchilarining yetakchilik va boshqaruvchilik qobiliyatlarini rivojlantirish uchun — «Kelajak liderlari» dasturi;

davlat organlari va tashkilotlarining rahbar va boshqaruv kadrlari hamda mazkur lavozimlarga nomzodlar uchun — «Tizimli tahlil, strategik rejalashtirish va maqsadli ko'rsatkichlarga erishish» dasturi;

hokimlar va ularning o'rinbosarlari hamda mazkur lavozimlarga nomzodlar uchun — «Hududlarni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish va xorijiy investitsiyalarni jalb etish» dasturi;

davlat organlari va tashkilotlarining kadrlar siyosatiga mas'ul tarkibiy tuzilma rahbarlari uchun — «Kadrlar zaxirasini shakllantirish va inson resurslarini rivojlantirish» dasturi;

davlat, tarmoq va hududiy rivojlantirish dasturlari bo'yicha loyihaviy boshqaruv va monitoring ko'nikmalarini rivojlantirish uchun — «Davlat dasturlari va loyihalarini samarali boshqarish» dasturiga muvofiq malakasi oshiriladi.

3. Xulosa

Xulosa o'rinda aytish mumkinki rahbar kadrlar tayyorlashda milliy karera modeli sifatida baholanishga loyiq yangi institutsional shakl-mentorlikni amalda qo'llash orqali biz bir qancha yechimini kutayotgan jabhalar, jumladan ishlab chiqarish jarayonlarining samaradorligini oshirishga, yangi bandlek imkoniyatlarini yaratishga erishishimiz mumkin bo'ladi.

Shuningdek, davlat tashkilotlarida innovatsion g'oyalar va tadbirkorlik faoliyatining rivojlanishini rag'batlantirishga, kadrlar malakasini va mehnat sifati darajasini yaxshilashga, ijtimoiy munosabatlarni yangi bosqichda ko'p yillar davomida saqlab turishga va buni korporativ madaniyatning bir elementi sifatida targ'ib qilishga jamiyatda teng imkoniyatlar va adolat tamoyillarini mustahkamlashga bundan tashqari yosh avlodni qo'llab-quvvatlab, ularning kasbiy o'sishiga yordam berish ishlarini tizimli tashkil qilish mumkin.

Rahbar kadrlarni tayyorlash jarayonida mentorlik tizimi muhim o'rin tutadi. U nafaqat yosh mutaxassisning kasbiy malakasini oshirishga, balki ularda rahbarlik qobiliyatlari, strategik fikrlash va jamoa bilan ishlash ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, mentorlik tizimining samaradorligiga quyidagi



asosiy omillar ta'sir ko'rsatadi: mentor va shogird o'rtasidagi ishonchli munosabat, tashkilotdagi madaniy muhit, motivatsiya tizimi, rahbarlarning shaxsiy namunasi hamda ilg'or axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish darajasi.

Shu bilan birga, mentorlik tizimini samarali yo'lga qo'yish uchun ta'lim muassasalari, davlat idoralari va biznes tuzilmalari o'rtasida uzviy hamkorlikni ta'minlash zarur. Mentorlarni tanlash, tayyorlash va baholashning aniq mezonlarini ishlab chiqish, ularning faoliyatini rag'batlantirish tizimini joriy etish ham muhim ahamiyatga ega.

Xulosa qilib aytganda, mentorlik tizimi rahbar kadrlarning yangi avlodini tayyorlashda strategik ahamiyat kasb etadi. Ushbu tizimni ilmiy asoslangan va amaliy jihatdan to'g'ri yo'lga qo'yish — mamlakatning inson kapitali salohiyatini oshirish va barqaror rivojlanishini ta'minlashning muhim omilidir.

Shunday ekan, mentorlik amaliyoti bu - iqtisodiy barqarorlik hamda ijtimoiy birdamlikni ta'minlovchi muhim omillardan biri sanalib, uning inson salohiyatiga qo'yiladigan qimmatli sarmoya sifatida baholash va targ'ib qilish asoslidir.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] O'zbekiston Respublikasining "Davlat xizmati to'g'risida"gi 2022-yil 8-avgustdagi O'QR-788-sonli Qonuni. <https://lex.uz/docs/6145972>
- [2] Davlat fuqarolik xizmatchilari faoliyatining samardorligini baholash mexanizmlari. DBA monografiya 2020-yil mualliflar jamoasi.
- [3] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Davlat xizmatchilari korpusini shakllantirish chora-tadbirlari to'g'risida" gi PF-95 sonli Farmonining 4-bandi g kichik bandi. <https://www.lex.uz/docs/7587464>
- [4] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025 yil 5 maydagi "Istiqbolli kadrlarni maqsadli tayyorlash hamda ularni davlat boshqaruvi va xizmatiga samarali jalb etish tizimini yanada takomillashtirish to'g'risida"gi PF-78 sonli Farmoni. <https://www.lex.uz/docs/7520315>
- [5] Mirziyoev Sh.M. Yangi O'zbekiston strategiyasi. — Toshkent: O'zbekiston, 2021. <https://www.gazeta.uz/oz/2021/09/09/book/>
- [6] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Rahbar kadrlarni tayyorlash, qayta tayyorlash va malakasini oshirish

tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori. — Toshkent,

2022

yil.

<https://lex.uz/ru/docs/4526545?ONDATE=19.03.2025%2000>

[7] Jo'raeva N. Mentorlik faoliyatining nazariy va amaliy asoslari. — Toshkent: TDPU nashriyoti, 2020.

[8] Karimova N., Rahimov A. Rahbar kadrlar boshqaruv kompetensiyalarini rivojlantirishda mentorlikning o'rni. // "Iqtisodiyot va ta'lim" jurnali, №3, 2021.

[9] Boyatzis, R., & McKee, A. Resonant Leadership: Renewing Yourself and Connecting with Others Through Mindfulness, Hope, and Compassion. — Boston: Harvard Business School Press, 2005.

[10] Clutterbuck, D., & Megginson, D. Mentoring Executives and Directors. — London: Routledge, 2011. <https://www.routledge.com/Mentoring-Executives-and-Directors/Megginson-Clutterbuck/p/book/9780750636957>

[11] Kayumov B. Boshqaruv kadrlarini tayyorlashda innovatsion yondashuvlar. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2019.

[12] Allen, T. D., & Eby, L. T. The Blackwell Handbook of Mentoring: A Multiple Perspectives Approach. — Oxford: Blackwell Publishing, 2007.

[13] Gibb, S. The Role of Mentoring in Leadership Development. // Human Resource Development International, Vol. 12, No. 4, 2010. https://www.researchgate.net/publication/324253863_The_Role_of_Mentoring_in_Leadership_Development

[14] <https://www.skolkovo.ru/>

[15] <https://forumdemo.ru/>

[16] <https://uz.unistica.com/>

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Xurshida
Maxmadaminova /
Khurshida
Makhmadaminova

O'zbekiston Respublikasi
Prezidenti huzuridagi davlat
siyosati va boshqaruvi
akademiyasi, onlayn ta'lim va
masofaviy o'qitish markazi
direktori, PhD mustaqil
izlanuvchisi
E-mail:
x.makhmadaminova@dsba.uz



Development of a new generation of concrete mixtures based on a technogenic microfiller and a polifunctional additive for low and non-heat-free technologies of making reinforced concrete products

A.I. Adilkhodzhaev¹^a, I.A. Kadirov²^b, D.F. Tosheva³^c, I.I. Umarov²^d,
M.Z. Rajabov²^e

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Tashkent, Uzbekistan

³Bukhara State Technical University, Bukhara, Uzbekistan

Abstract: The article examines the development of energy- and resource-saving concrete mixtures using a technogenic finely dispersed aggregate - steelmaking waste (SPO) and a new generation polyfunctional additive (PFD) (superplasticizers based on polycarboxylate ethers). Research has been conducted on the physical, mechanical, and operational properties of the reinforcement, including its porous structure, water resistance, frost resistance, corrosion resistance, shrinkage deformations, and heat treatment regimes. The obtained results confirm that the modified compositions have improved characteristics: a decrease in total porosity to 10.42% (compared to 14.91% in the control), an increase in the modulus of elasticity and strength, an increase in resistance to acid-base and sulfate influences, and a decrease in shrinkage deformations by 21-33%. It was determined that the implementation of these technologies is expedient in the context of modernizing the construction industry of Uzbekistan and corresponds to the tasks of the "green economy."

Keywords: new-generation concrete; technogenic microfiller; superplasticizer; resource conservation; low- and heat-free technology; porous structure; corrosion resistance of reinforcement; water resistance

Разработка бетонных смесей нового поколения на основе техногенного микронаполнителя и полифункциональной добавки для мало и безпрогревных технологий изготовления железобетонных изделий

Адилходжаев А.И.¹^a, Кадиров И.А.²^b, Тошева Д.Ф.³^c, Умаров И.И.²^d, Раджабов М.З.²^e

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

²Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Ташкент, Узбекистан

³Бухарский государственный технический университет, Бухара, Узбекистан

Аннотация: В статье рассматривается разработка энерго- и ресурсосберегающих бетонных смесей с применением техногенного мелкодисперсного наполнителя — отходов сталеплавильного производства (СПО) и полифункциональной добавки (ПФД) нового поколения (суперпластификаторы на основе поликарбоксилатных эфиров). Проведены исследования физико-механических и эксплуатационных свойств, в том числе пористой структуры, водонепроницаемости, морозостойкости, коррозионной стойкости арматуры, деформаций усадки и режимов тепловой обработки. Полученные результаты подтверждают, что модифицированные составы обладают улучшенными характеристиками: снижение общей пористости до 10,42 % (вместо 14,91 % в контрольном), увеличение модуля упругости и прочности, повышение стойкости к кислотнo-щелочному и сульфатному воздействию, снижение деформаций усадки на 21–33 %. Установлено, что внедрение указанных технологий целесообразно в условиях модернизации строительной отрасли Узбекистана и соответствует задачам «зелёной экономики».

Ключевые слова: бетон нового поколения; техногенный микронаполнитель; суперпластификатор; ресурсосбережение; мало- и безпрогревная технология; пористая структура; коррозионная стойкость арматуры; водонепроницаемость

^a <https://orcid.org/0000-0001-5729-5178>

^b <https://orcid.org/0000-0003-3924-0864>

^c <https://orcid.org/0009-0006-9710-0746>

^d <https://orcid.org/0009-0003-0080-1780>

^e <https://orcid.org/0009-0001-2396-5599>



1. Введение

В современном строительстве приоритетным направлением является создание инновационных, экологически чистых технологий, обеспечивающих снижение энергозатрат и создание альтернативы традиционным материалам. Особое внимание уделяется совершенствованию производства бетонных смесей и энерго- и ресурсосберегающих бетонов с использованием природного и техногенного сырья.

В последние годы в мире активно разрабатываются низкоэнергетические технологии "бетона будущего" с применением химических и минеральных модификаторов. Такой подход обеспечивает экологическую безопасность, экономическую эффективность и рациональное использование ресурсов, а также значительное повышение прочности бетона на ранних стадиях твердения. Использование комплексных модификаторов на основе местного сырья открывает возможности для перехода к ресурсосберегающим малопрогревным или безпрогревным технологиям производства железобетонных изделий с заданными свойствами.

В Узбекистане осуществляются масштабные мероприятия по модернизации строительной отрасли, техническому и технологическому обновлению производственных процессов, снижению энергоемкости и ресурсоемкости строительных материалов. В "Стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы" поставлена задача к 2026 году повысить энергоэффективность экономики на 20 процентов и сократить выбросы вредных газов на 20 процентов путем активного внедрения технологий "зеленой экономики" [1-3].

Реализация этих задач, включая производство энергоэффективных и экологически чистых строительных материалов с заданными свойствами, создание и совершенствование существующих технологий и энергоэффективных подходов их производства на основе местного сырья, является актуальной задачей.

Многочисленные исследования отечественных и зарубежных ученых посвящены модификации бетона минеральными наполнителями и химическими добавками с целью снижения расхода материалов и энергии, а также улучшения свойств цементных систем.

В ранее выполненных работах подробно рассматривались вопросы проектирования бетонов нового поколения, механизмы действия химических модификаторов и влияние минеральных микронаполнителей на физико-химические взаимодействия в цементной системе.

Несмотря на достигнутые результаты, недостаточно изученными остаются вопросы влияния минерального модификатора различной активности на адгезию между вяжущим и заполнителем, а также его воздействие на щелочную среду цементной системы.

Требует дополнительного изучения переход на малопрогревные и безпрогревные технологии изготовления железобетонных изделий с учетом комплексного воздействия полифункциональных химических добавок, обеспечивающих не только водоредуцирование, но и интенсификацию сроков схватывания.

Кроме того, недостаточно исследованы вопросы влияния комплексных модификаторов на коррозию стальной арматуры и стойкость многокомпонентных модифицированных составов против агрессивных сред.

В связи с этим, актуальной задачей является проведение комплексных исследований по разработке бетонных смесей и бетонов для ресурсосберегающих малопрогревной и безпрогревной технологии, обладающих улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами за счет применения малоактивного микронаполнителя техногенного происхождения и полифункциональной добавки [4].

В данной статье рассматриваются вопросы разработки бетонных смесей нового поколения с требуемыми показателями свойств на основе отходов сталеплавильного производства и полифункциональной добавки для производства на их основе железобетонных конструкций с использованием малопрогревной или безпрогревной технологий тепловой обработки изделий.

2. Методика исследования

В качестве вяжущего в исследованиях использован портландцемент ЦЕМ I 32.5Н завода "Ахангаранцемент", в качестве мелкодисперсного наполнителя сталеплавильный отход (СПО) Литейно-механического завода АО "Ўзбекситон темир йўллари, в качестве химической добавки полифункциональная добавка (ПФД) новое поколение высокоэффективных суперпластификатор на основе поликарбоксилатных эфиров и аммиачной воды POLIMIXJBI и суперпластификатор на основе поликарбоксилатных эфиров POLIMIX фирмы ARMENT CONSTRUCTION CHEMICALS.

Экспериментальные образцы бетона с различным содержанием компонентов, указанным в табл. 1, хранились в нормальных условиях в течение 28 суток. После достижения указанного возраста образцы были высушены до постоянной массы при температуре 105°C.

Таблица 1

Исследуемые составы самоуплотняющихся бетонных смесей

Составы	Класс бетона	Осадка конуса (см)	Расход материалов на 1 м ³ (кг)						
			Цемент	Песок Мк=2, 5	Щебень Фр.10-20	Вода	СПО	POLIMIXJBI/ POLIMIX	В/Ц
			кг	кг	кг	л	кг	кг	-
1	В30	П4 (20)	510	541	1100	220	-	-	0,43
2			331	672	1100	140	110	1,4/-	0,41
3			331	672	1100	150	110	-/2.83	0,42



Для исследования свойств тяжелого бетона применялся комплекс различных методов, соответствующих требованиям действующих нормативных документов. Испытания на водонепроницаемость проводились на конических образцах (диаметр 175х185 мм, высота 150 мм) после 28 суток твердения в нормальных условиях с использованием специализированного оборудования WI-185. Метод испытания соответствовал требованиям ГОСТ 12730.5-84 "Бетоны [5,6]. Метод определения водонепроницаемости". Параллельно исследовались деформации усадки цементного камня на образцах-балках размером 40х40х160 мм с использованием устройства, предназначенного для измерения деформаций сжатия образцов, в соответствии с ГОСТ 24544-81 "Бетоны. Метод определения деформаций усадки и ползучести". Модуль упругости и призматическая прочность тяжелого бетона определялись на образцах-призмах размером 10х10х40 см в соответствии с ГОСТ 24452-80 "Бетоны. Методы определения призматической прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона".

Для исследования высокообразования, образцы-призмы размером 40х40х160 мм, изготовленные из эталонной и модифицированной мелкозернистых бетонных смесей, после 28 дней твердения в условиях оптимальной влажности, помещались в отдельные контейнеры с водой (уровень 3-5 см) и ежедневно продувались воздухом (температура 20±5°C) не менее 3 часов в течение семи дней. Метод испытания соответствовал требованиям ГОСТ 30459-2008 "Добавки для бетонов. Методы определения эффективности" [7-9].

Пористость образцов определялась автоматическим ртутным порозиметром Thermo Scientific Pascal 240EVO (Италия), позволяющим определить общую пористость, распределение объема пор по размерам, удельную поверхность и ее распределение по размерам пор с пределом допустимой относительной погрешности метода, не превышающим 2%.

Стойкость бетона к щелочной и сульфатной коррозии определялась на образцах-балках размером

40х40х160 мм по методике В.В. Кинда [114]. Коэффициент сопротивления K_s рассчитывался как отношение средних значений прочности на изгиб образцов-балок, выдержанных 120 дней в агрессивном растворе (20% растворы Na_2SO_4 и $NaOH$), к средним значениям прочности на изгиб образцов-балок, выдержанных 120 дней в воде. Коэффициент стойкости рассчитывался с точностью до 0,01. Представленный комплекс методов позволяет всесторонне исследовать свойства тяжелого бетона, что необходимо для обеспечения долговечности и надежности бетонных конструкций, эксплуатируемых в различных условиях окружающей среды.

3. Результаты и обсуждение

Многочисленные исследования физико-механических свойств бетона, таких как прочность, деформируемость, проницаемость и морозостойкость, выявили их зависимость от пористости, которая формируется в результате различных процессов, включая гидратацию цементного вяжущего, укладку бетонной смеси и затвердевание материала. Различают несколько типов пор: капиллярные (образуются при испарении избытка воды и влияют на проницаемость), седиментационные (возникают в зонах контакта "связующее+наполнитель"), контракционные (образуются из-за контракции цементного камня) и технологические (связаны с процессом приготовления и укладки смеси). Каждый тип пористости по-своему влияет на свойства бетона. Для определения пористости бетона использовался ртутный порозиметр Thermo Scientific Pascal 240. Образцы, хранившиеся 28 дней в нормальных условиях, высушивались и помещались в дилатометр для заполнения ртутью. После заполнения дилатометр помещали в порозиметр для получения порограмм, которые автоматически рассчитывались с помощью программы SOLID EVO. Анализ порограмм позволил определить размер относительной поверхности пор и распределение общей пористости по размерам (табл. 2).

Таблица 2

Показатели пористой структуры исследуемых составов

Наименование показателей	Состав №1	Состав №2	Состав №3
Удельный объем пор (mm^3/g):	63,81	46,78	49,24
Общая площадь пор (m^2/g)	6,576	4,908	5,112
Средний размер пор (мкм):	0,0388	0,031	0,035
Общая пористость образцов, %	14,91	10,42	11,89

Результаты исследований пористой структуры различных составов бетона демонстрируют, что введение комплексной добавки оказывает существенное влияние на изменение пористости материала.

В частности, анализ данных показывает, что введение комплексной добавки в состав №3 привело к уменьшению общей пористости на 20,25% по сравнению с контрольным образцом, изготовленным без добавки.

Наиболее выраженный эффект снижения пористости наблюдался в составе №2,

модифицированном добавкой на основе ПФД и СПО. В данном случае пористость модифицированного состава уменьшилась на 30,11% по сравнению с контрольным образцом.

Сравнительный анализ пористой структуры различных составов бетона выявил, что состав №2 характеризуется наилучшими показателями снижения общей пористости, а также других характеристик пористой структуры.

Эксплуатация бетонных конструкций в условиях циклических температурных изменений негативно



сказывается на их прочностных характеристиках из-за термических деформаций и структурных изменений материала.

Ключевым фактором, влияющим на долговечность бетона, является его пористость. Высокая пористость увеличивает водопоглощение, что способствует насыщению бетона водой с последующим ее замерзанием и оттаиванием. Бетоны с низкой пористостью более устойчивы к циклам замораживания-оттаивания.

Устойчивость к замерзанию также связана с непроницаемостью материала. Высокая степень

непроницаемости ограничивает проникновение воды в поры, снижая вероятность образования льда при отрицательных температурах.

Для обеспечения комплексной оценки эффективности влияния исследуемых добавок на качественные характеристики модифицированных бетонов, в дополнение к ранее проведенным испытаниям, были исследованы эксплуатационные и деформационные свойства составов, представленных в табл. 1. Результаты данного исследования приведены в табл. 3.

Таблица 3

Эксплуатационные и деформативные свойства исследуемых составов

Составы	Морозостойкость, F, циклы	Водонепроницаемость, W, МПа	Модул упругости, $E_b \cdot 10^3$, МПа	Призматическая прочность, R_{bn} , МПа
Состав №1	300	0.6	25	32
Состав №2	450	1.0	34	47
Состав №3	400	0.8	28	44

В табл. 6 показано, что добавление комплексной добавки на основе ПФД и СПО улучшило морозостойкость на 3 пункта и водонепроницаемость на 2 класса по сравнению с контрольным составом. Это связано с уменьшением капиллярной пористости из-за снижения водопотребности благодаря ПФД и образованием новых соединений тоберморита из-за реакции СПО с портландитом [10-13].

Модификация составом с ПФД и СПО увеличила модуль упругости на 26%, а призматическую прочность на 31% по сравнению с контрольным составом. Также, по сравнению с составом №3, эти показатели увеличились на 17% и 6% соответственно.

Высолы на поверхности цементных

бетонов ухудшают их долговечность и внешний вид. Солевые выделения - это белые или серые пятна, возникающие из-за вымывания растворимых солей. Некоторые добавки, ускоряющие твердение, приводят к образованию солевых разводов и негативно влияют на долговечность композита [14].

Для определения высолообразования на поверхности использовался метод по ГОСТ 30459-2008. Образцы-призмы 40x40x160 см из модифицированных композиций на основе ПФД и СПО помещались в воду на глубину 3-5 см вертикально, обдувались воздухом не менее 3 часов при $20 \pm 5^\circ\text{C}$ в течение 7 дней до открытой поверхности образцов обнаружено образование высолов (рис. 1)

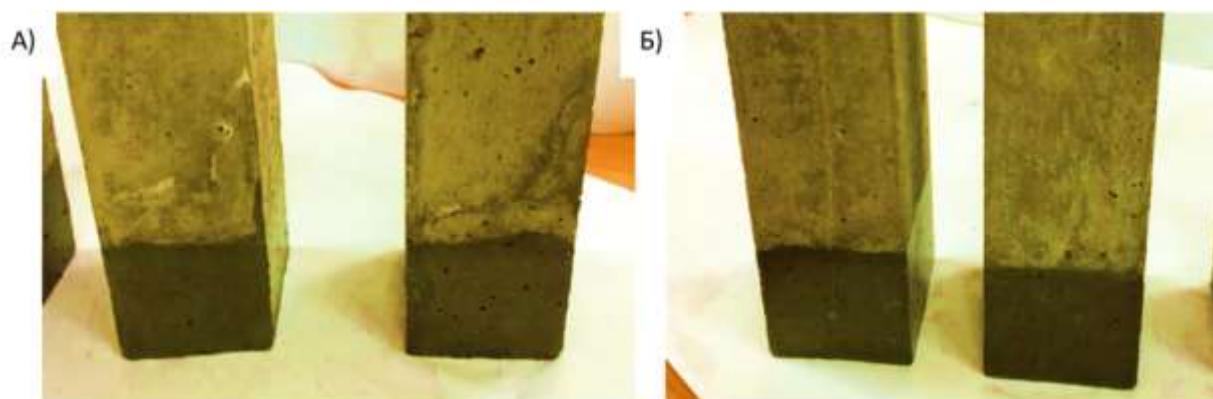


Рис. 1. Образование высолов на поверхности исследуемых образцов А-контрольный состав (состав №1); Б-состав на основе комплексной добавки (состав №2)

Анализ результатов, представленных на рис. 1, выявил, что использование комплексного модификатора приводит к существенному снижению интенсивности выселачивания по сравнению с контрольным составом, не содержащим добавок. В частности, введение добавки ПФД не способствует формированию солей, которые могли бы ускорить процесс твердения бетона.

Наблюдаемые изменения в пористой структуре материала, связанные с СПО, обусловлены протеканием химических реакций с участием данного компонента и вызывать снижения либо полной ликвидации процесс

миграции растворимых солей к поверхности, что необходимо учитывать при проектировании бетонных конструкций [15-17].

Полученные данные свидетельствуют о том, что комплексная модификация с использованием ПФД и СПО демонстрирует положительную тенденцию в отношении уменьшения высолообразования.

Коррозионная стойкость мелкозернистого бетона была исследована методом В.В. Кинда [18]. Для оценки устойчивости к агрессивному воздействию сульфатов был рассчитан коэффициент стойкости (K_c),

представляющий собой отношение средней прочности на изгиб образцов, выдержанных в течение 120 дней в 20%-ном растворе Na_2SO_4 , к средней прочности на изгиб контрольных образцов, хранившихся в водной среде аналогичный период времени.

Коэффициент стойкости рассчитывался с точностью до 0,01. В качестве агрессивной среды использовался 20%-ный раствор Na_2SO_4 . Образцы балок

изготавливались из мелкозернистого бетона, обладающего одинаковой подвижностью и прочностными характеристиками, соответствующими требованиям ГОСТ 310.4-81 "Бетоны. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии".

Результаты исследования экологической устойчивости к сульфатной коррозии представлены в табл. 4.

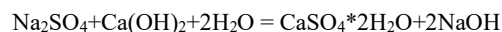
Таблица 4

Сульфатостойкость исследуемых композиций

Составы	Предел прочности при изгибе, МПа		Предел прочности при сжатии, МПа		Коэффициент стойкости, Кс
	воде	20% раствор Na_2SO_4	воде	20% раствор Na_2SO_4	
Контрольный	7,3	2,48	50,2	9,8	0,34
Комплекс модифицированный	8,2	4,67	57,1	39,4	0,57

Результаты исследований демонстрируют, что введение в бетонную смесь комплексной добавки на основе ПФД и СПО приводит к значительному повышению устойчивости композитов к воздействию сульфатной среды. В частности, увеличение сульфатостойкости составляет 1,73 раза по сравнению с контрольным составом, не содержащим добавки.

Взаимодействие сульфата натрия с гидроксидом кальция, содержащимся в цементном камне, приводит к химической реакции, описываемой следующим уравнением:



В результате данной реакции образуется дигидрат сульфата кальция (гипс), который, кристаллизуясь, оказывает внутреннее давление на поры цементного камня. Это явление способствует возникновению микротрещин и, как следствие, снижению прочности и долговечности бетона [19].

В рамках данного исследования была проведена оценка устойчивости образцов мелкозернистого бетона к воздействию щелочных сред. Результаты испытаний представлены в табл. 5.

Таблица 5

Щелочестойкость исследуемых композиций

Составы	Предел прочности при изгибе, МПа		Предел прочности при сжатии, МПа		Коэффициент стойкости, Ки
	воде	20% раствор NaOH	воде	20% раствор NaOH	
Контрольный	7,3	6,8	50,2	45,8	0,93
Комплекс модифицированный	8,2	9,8	57,1	48,5	1,19

Анализ данных, представленных в табл. 5, показывает, что применение комплексной добавки в бетонную смесь приводит к увеличению коэффициента стойкости бетона к щелочной среде на 29%. Это объясняется тем, что щелочная коррозия в значительной степени зависит от плотности бетона, и чем выше плотность, тем выше устойчивость к проникновению щелочных ионов.

Деформация усадки формируется в процессе твердения бетона и представляет собой уменьшение его объема, обусловленное испарением влаги и протеканием реакций гидратации цемента. В зависимости от времени проявления различают пластическую усадку, возникающую в первые часы после укладки смеси, и длительную, связанную с высыханием затвердевшего бетона.

Усадочные деформации оказывают значительное влияние на эксплуатационные характеристики материала. Их развитие способствует возникновению внутренних напряжений и микротрещин, что приводит к снижению прочности, водонепроницаемости и долговечности конструкций. В связи с этим контроль усадочных процессов, включающий рациональный выбор компонентов и обеспечение оптимальных

условий твердения, является важнейшим фактором повышения качества бетонных изделий.

Линейные усадочные деформации мелкозернистого бетона определялись на образцах-балках размером $40 \times 40 \times 160$ мм, выдерживаемых в нормальных условиях. Измерения проводились через 1, 3, 7, 14 и 28 суток с использованием эталонных реперов из нержавеющей стали [20].

Результаты испытаний (рис. 2) показали, что введение комплексных добавок в состав мелкозернистого бетона способствует снижению усадочных деформаций на 21–33 % по сравнению с контрольным составом. Установленный эффект обусловлен влиянием модифицирующих добавок на кинетику и степень гидратации цемента, что обеспечивает более стабильную структуру и уменьшает усадочные процессы.



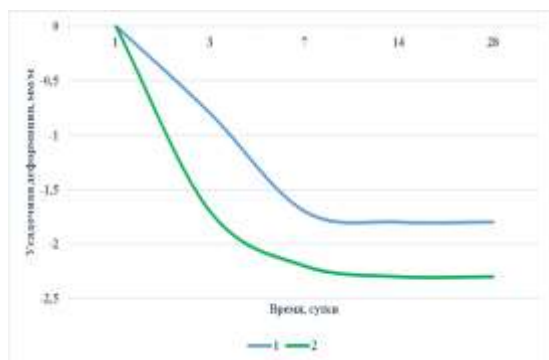


Рис. 2. Деформация усадки исследуемых составов

Исходя из полученных данных, включение ПФД в состав бетонной смеси существенно ускоряет набор

прочности бетона, что увеличивает оборачиваемость форм на заводах и повышает экономическую эффективность производства. Это позволяет сократить время затвердевания и увеличить объем выпускаемых изделий. Кроме того, использование ПФД способствует снижению энергозатрат на тепловую обработку изделий, так как доля потребления пара составляет 18-25% себестоимости производства. На заводах Узбекистана средней потребление пара варьируется от 0,35 до 1,0 Гкал на 1 м³ железобетонных изделий. Для изучения влияния температуры паровоздушной среды на твердение модифицированного бетона с ПФД были проведены эксперименты при температурах 30°C, 40°C, 60°C и 80°C (табл. 6), а также на образцах, хранящихся при обычных условиях в течение 1 суток. Результаты представлены на рис. 3.

Таблица 6

Режимы ТВО					
Режимы	Продолжительность ТВО режима				Продолжительность режима, час
	Начальный период	Подъем температуры	Изотермический прогрев	Охлаждения	
А	4 часа при t=20°C	3 часа до t=30°C	6 часов при t=30°C	3 часа до t=20°C	16
Б	4 часа при t=20°C	3 часа до t=40°C	6 часов при t=40°C	3 часа до t=20°C	16
В	4 часа при t=20°C	3 часа до t=60°C	6 часов при t=60°C	3 часа до t=20°C	16
Г	4 часа при t=20°C	3 часа до t=80°C	6 часов при t=80°C	3 часа до t=20°C	16

Результаты, представленные на графиках, демонстрируют значительное влияние температуры ТВО на скорость роста прочности бетона. Для 1-го и 3-го составов наблюдается незначительный рост прочности при температурах 30°C и 40°C, однако при 60°C и 80°C наблюдается значительный рост набора прочности. Для

состава с ПФД изменения прочности при обработке в режимах А и Г были незначительными, с разницей 3 МПа. Следует отметить, что при всех исследованных температурах контрольный состав и модифицированные композиции с добавлением POLIMIX показали интенсивное увеличение прочности.

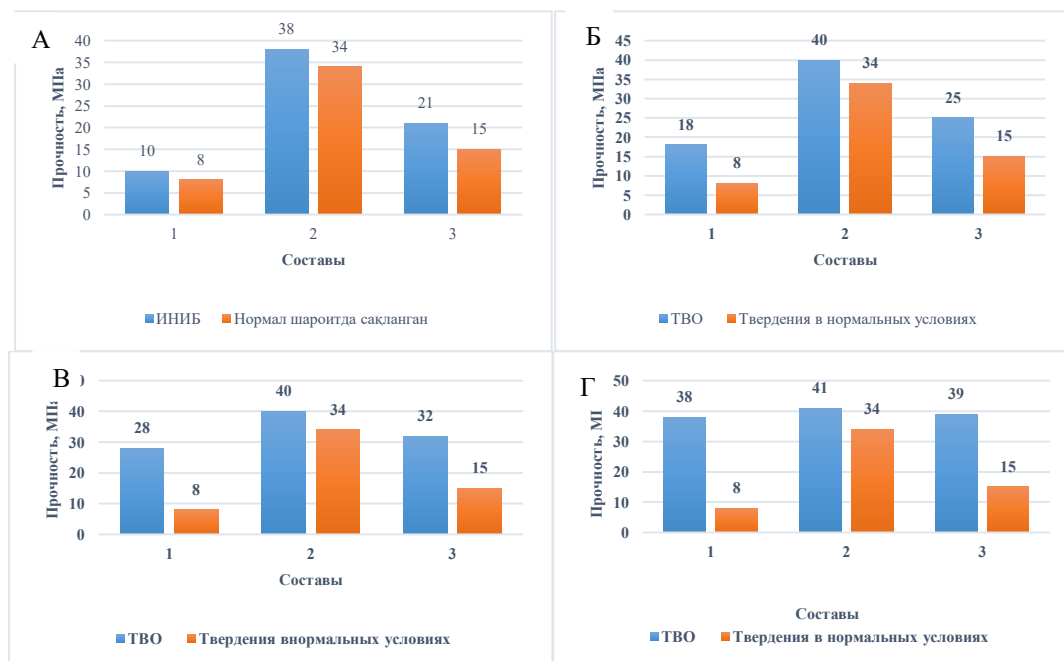


Рис. 3. Влияние режимов ТВО на прочность исследуемых составов

Активность электролитных добавок увеличивается при повышенных температурах, что ускоряет гидролиз. Для изучения влияния низких положительных температур ($8^{\circ}\text{C} \div 24^{\circ}\text{C}$) на эффективность добавки ПФД проведены дополнительные исследования. Испытания выполнялись через сутки после начала твердения образцов. Образцы выдерживались при комнатной температуре ($20 \pm 5^{\circ}\text{C}$) в течение 4 часов до измерения предельной прочности. Результаты представлены на рис. 4.

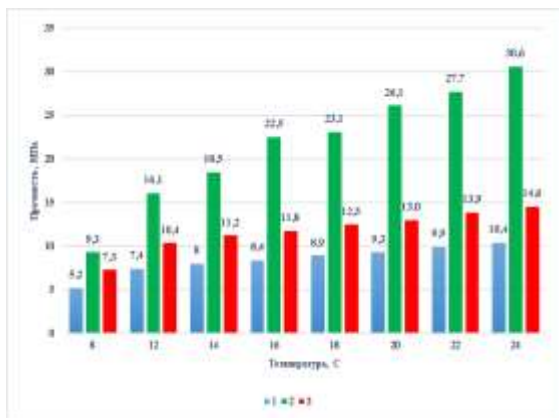


Рис. 4. Влияние температуры окружающей среды на прочность исследуемых составов

В современном строительстве практически весь бетон производится с применением модифицирующих добавок, что позволяет целенаправленно регулировать свойства бетонной смеси и затвердевшего бетона. Одним из наиболее эффективных способов повышения его качества является использование комплексных модификаторов, обеспечивающих рост плотности и

прочности. Наиболее широко применяются полифункциональные модификаторы (ПФМ), позволяющие управлять физико-механическими и реологическими характеристиками материала.

При выборе модификаторов необходимо учитывать их комплексное воздействие, поскольку отдельные добавки могут оказывать неблагоприятное влияние на эксплуатационные свойства, в частности вызывать коррозию арматуры, что особенно опасно в предварительно напряжённых конструкциях.

В данной главе представлены результаты исследований коррозионной стойкости арматуры в бетоне, модифицированном комплексными добавками на основе ПФМ и СПО (составы приведены в таблице 7). Испытания проводились по ГОСТ 31383–2008 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методика испытаний». Метод основан на определении характера и степени коррозионных повреждений арматуры при выдерживании образцов в переменных условиях влажности и сравнении полученных данных с критическими значениями [21].

На первом этапе исследований из подготовленных бетонных составов было изготовлено три контрольных образца без арматуры и 27 образцов размером $70 \times 70 \times 140$ мм с двумя арматурными стержнями, составы которых приведены в таблице 7.

На втором этапе была подготовлена арматура из высококачественной стали класса Вр-I. Всего изготовлено 54 стержня диаметром 4–5 мм и длиной 120 мм. Поверхность каждого стержня, включая торцевые участки, шлифовали абразивной бумагой до чистоты 7-го класса и обезжиривали ацетоном. Массу образцов определяли с использованием высокоточных весов с погрешностью $\pm 0,0001$ г.

Таблица 7

Исследуемые составы бетонных смеси									
Состав	Класс бетона	ОК (см)	Расход материалов на 1 м^3 (кг)						
			Цемент	Песок $M_d=2,5$	Щебень Фр.10-20	Вода	СПО/ЗУ	POLIMIXJBI/PO LIMIX	В/Ц
			кг	кг	кг	л	кг	кг	-
1	В30	П4 (20)	510	541	1100	220	-	-	0,43
2			331	672	1100	190	110/-	1,4/-	0,43
3			331	672	1100	190	-/110	-/2.83	0,43

Испытания бетонных образцов проводились в условиях переменной влажной и сухой среды на протяжении трёх месяцев после предварительного выдерживания в нормальных условиях при температуре (20 ± 2) °C и относительной влажности 95 %. Результаты испытаний приведены в таблице 8.

По итогам эксперимента установлено, что при шестимесячной экспозиции отсутствие очагов ржавчины и коррозии на поверхности арматуры, а также потеря массы менее 10 г/м^2 свидетельствуют о сохранении защитных свойств бетона по отношению к стали.

Таблица 8

Результаты исследования образцов, хранившихся в течение 180 дней в переменной влажной и сухой среде								
№	Средняя длина стержня, см	Средняя диаметр стержня, см	Средняя площадь стержня, см^2	Площадь коррозионного поражения		Средняя масса образца, гр.		Средняя потеря массы, гр/м^2
				см^2	%	До эксперимента	После эксперимента	
1	12,2	0,5	20,724	0,625	3,01	16,87	16,854	8,81
2	12,2	0,5	20,72	1,42	6,8	16,53	16,52	8,98
3	12,15	0,4	16,26	0,495	3,043	10,56	10,55	12,32



Анализ полученных данных показал, что применение комплексных модификаторов на основе ПФУ и ПЭШ не оказывает отрицательного влияния на арматуру. За 180 суток испытаний потеря массы арматуры составила 8,81 г/м² и 8,98 г/м² для составов 1 и 2 соответственно, что соответствует нормативным требованиям. Установлено, что использование композиции с добавкой КУ (состав 3) приводит к ускорению коррозионных процессов вследствие снижения щелочности бетонной среды.

4. Заключение

Анализ пористой структуры исследуемых бетонных композиций показал, что применение комплексного модификатора на основе полифункциональной добавки (ПФД) и сталеплавления отхода (СПО) способствует значительному улучшению структуры материала. Общая пористость снижается на 30,11 % по сравнению с контрольным составом, а относительный объем пор — на 26,68 %. При сравнении с композициями, содержащими POLIMIX и СПО, уменьшение этих показателей составило 12,3 % и 4,9 % соответственно, что свидетельствует о более выраженном эффекте от применения комплексного модификатора.

Исследования долговечности показали, что совместное использование ПФД и менее активного СПО обеспечивает повышение морозостойкости бетона на три ступени и увеличение водонепроницаемости на два класса относительно контрольного состава. Кроме того, зафиксировано улучшение деформационных характеристик: модуль упругости увеличился на 26 %, а призматическая прочность — на 31 % по сравнению с контрольным образцом. В сравнении с композициями на основе POLIMIX рост данных показателей составил 17 % и 6 % соответственно.

Изучение коррозионной стойкости установило, что модифицирование бетона комплексной добавкой на основе ПФД и СПО обеспечивает повышение устойчивости к агрессивным средам. Так, по отношению к контрольному составу стойкость к сульфатным воздействиям увеличилась в 1,73 раза, а устойчивость к щелочным средам — на 29 %, что подтверждает эффективность комплексного воздействия добавки на защитные свойства цементного камня.

Экспериментальные исследования термического режима твердения показали, что применение ПФД способствует снижению температуры изотермического прогрева бетона с 80 °C до 30 °C, что позволяет реализовать мало- и безпрогревные технологии при производстве железобетонных изделий. Оптимальные температурные диапазоны для безпрогревного твердения составляют 18–24 °C, обеспечивая достаточную прочность и структуру бетона без дополнительного теплового воздействия.

Анализ полученных данных показал, что применение комплексных модификаторов на основе ПФУ и ПЭШ не оказывает отрицательного влияния на арматуру. За 180 суток испытаний потеря массы арматуры составила 8,81 г/м² и 8,98 г/м² для составов 1 и 2 соответственно, что соответствует нормативным требованиям. Установлено, что использование композиции с добавкой КУ (состав 3) приводит к

ускорению коррозионных процессов вследствие снижения щелочности бетонной среды.

Таким образом, проведенные исследования подтверждают, что использование полифункциональной добавки совместно с техногенным микронаполнителем (СПО) обеспечивает комплексное улучшение структуры, прочности и долговечности бетона при одновременном снижении энергетических затрат. Полученные результаты обосновывают целесообразность внедрения комплексных модификаторов нового поколения в технологию производства монолитных и сборных железобетонных конструкций, направленных на повышение энергоэффективности и экологичности строительной отрасли.

Использованная литература / References

- [1] Adylkhodjaev, A. I., Kadyrov, I. A., Umarov, K. S. About the properties of a modified cement binderE3S Web of Conferences2023DOI: 10.1051/e3sconf/202340304017
- [2] Plank, J., Scherer, E., Neubauer, J., Goetz-Neunhoffer, F. The inter-relationship between polycarboxylate superplasticizers and cement hydrationCement and Concrete Research2010DOI: 10.1016/j.cemconres.2009.11.002
- [3] Zhang, Y. Q., Sun, T. T., Zhang, S. M. Effect of Polycarboxylate Superplasticizer on Hydration and Microstructure of Cement-Based Materials with SlagConstruction and Building Materials2020DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.119429
- [4] Lura, P., Jensen, O. M., Igarashi, S. Influence of slag and fly ash on autogenous shrinkage and strength development of cement pastesACI Materials Journal2004DOI: 10.14359/13210
- [5] Juenger, M. C. G., Winnefeld, F., Provis, J. L., Ideker, J. H. Advances in Sustainable Cementitious BindersCement and Concrete Research2011DOI: 10.1016/j.cemconres.2010.11.012
- [6] Schröfl, H., Gruber, M., Plank, J. Preferred adsorption of polycarboxylate superplasticizers on cement and microsilica in high-performance concreteCement and Concrete Research2012DOI: 10.1016/j.cemconres.2012.07.009
- [7] Ahmadi, B., Alipour, S. The effect of thermal curing on the mechanical and microstructural properties of concrete containing slag and metakaolinConstruction and Building Materials2018DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.06.121
- [8] Maltsev, V. A., Smirnova, O. I., Smirnov, V. V. High-performance concrete in low-temperature curing conditionsIOP Conference Series: Materials Science and Engineering2020DOI: 10.1088/1757-899X/913/4/042008
- [9] Sun, T., Fang, Y., Zhang, Z. Corrosion Resistance of Steel Rebar in Concrete Containing Ground Granulated Blast Furnace SlagJournal of Materials in Civil Engineering2019DOI: 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0002875
- [10] Lothenbach, B., Scrivener, K., Hooton, R. D. Supplementary cementitious materialsCement and Concrete Research2011DOI: 10.1016/j.cemconres.2011.03.018



[11] Батраков, В. Г. Модифицированные бетоны Москва: Стройиздат1990Эски монография, DOI йўқ. Классика.

[12] Шейкин, А. Е. Структура, прочность и водонепроницаемость цементного камня Москва: Стройиздат1974Эски монография, DOI йўқ. Фундаментал.

[13] Соломатов, В. И. Основы интенсивной раздельной технологии бетонаТашкент: Фан1983Ўзбекистон илмий мактаби, DOI йўқ.

[14] Калашникова, А. С., Ровенских, Д. В. Влияние техногенных микронаполнителей на свойства цементных композицийВестник БГТУ им. В. Г. Шухова2018URL: elibrary.ru/item.asp?id=32403164

[15] Плугин, А. Н. Применение сталеплавильного шлака в производстве строительных материаловСтроительные материалы2017URL: elibrary.ru/item.asp?id=29388856

[16] Dehwah, A. H. A. Effect of water-cement ratio and pozzolanic materials on the chloride permeability of concreteMaterials and Structures2003DOI: 10.1007/BF02480838

[17] Lapidus, V. I., Lapidus, I. V. Modern trends in concrete technology for low-temperature conditionsIOP Conference Series: Materials Science and Engineering2019DOI: 10.1088/1757-899X/661/1/012020

[18] Кинда, В. В., Дырин, О. В., Королёв, Е. В. Разработка ресурсосберегающих технологий бетона, твердеющего в условиях пониженных температурВестник БГТУ им. В. Г. Шухова2017DOI: 10.12737/article_5a2105151b72e9.71101908

[19] Gao, J., Sha, A., Lin, Y. Freeze–thaw resistance of cement stabilized macadam with superplasticizerCold Regions Science and Technology2012DOI: 10.1016/j.coldregions.2012.07.001

[20] Чернышев, Е. М., Золотухин, А. Б. Высокопрочные и высококачественные бетоны на основе техногенного сырьяВоронеж: ВГАСУ2008Монография,

[21] Ramezaniapour, A. A., Esmacili, M. The effect of polycarboxylate superplasticizer on mechanical properties and durability of concrete containing blast-furnace slagConstruction and Building Materials2012DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2012.03.015

Информация об авторах/ Information about the authors

Адилходжаев
Анвар
Ишанович /
Anvar
Adilkhodzhaev
Ташкентский государственный транспортный университет, д.т.н., профессор, советник ректора Ташкентского государственного транспортного университета по вопросам стратегического и перспективного развития.
E-mail: anvar_1950@mail.ru
Tel.: +9989339831926
<https://orcid.org/0000-0001-5729-5178>

Кадилов
Илхом
Абдуллаевич /
Ilkhom
Kadirov
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, д.т.н., доцент.
E-mail: ilhom.kadirov.1990@mail.ru
Tel.: +9989973306119
<https://orcid.org/0000-0003-3924-0864>

Тошева
Дилбар
Фархадовна /
Dilbar
Tosheva
Бухарский государственный технический университет, базовый докторант.
E-mail: toshevadilbar699@gmail.com
Tel.: +998 93 131 60 63
<https://orcid.org/0009-0006-9710-0746>

Раджабов
Мирзохид
Зокир угли /
Mirzokhid
Radjabov
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, исследователь.
E-mail: radjabovmirzohid@mail.ru
Tel.: +998881953366
<https://orcid.org/0009-0001-2396-5599>

Умаров
Исомиддин
Инок угли /
Isomiddin
Umarov
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, исследователь.
E-mail: isomiddinu@gmail.com,
Tel.: +998930911680
<https://orcid.org/0009-0003-0080-1780>



Problems of implementing the mentoring system in state organizations

Kh. Makhmadaminova¹

¹Academy of Public Policy and Administration under the President of the Republic of Uzbekistan

Abstract: The article highlights the importance of the mentoring system in the training of managerial personnel in state organizations, problems of implementation, local stereotypes in this regard, problems of gender sensitivity and analytical information on solutions. Mentorship practice is interpreted as an effective mechanism of modern management in the state civil service.

Keywords: mentoring practice, managerial personnel, mentoring mechanisms, national personnel training, effectiveness, professional development, leadership abilities, crisis management, education and exchange of experience, motivation, corporate culture, human capital, professional development, public civil service, leadership potential

Davlat tashkilotlarida mentorlik tizimini joriy etish muammolari

Maxmadaminova X.¹

¹O'zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi davlat siyosati va boshqaruvi akademiyasi

Annotatsiya: Maqolada davlat tashkilotlarida rahbar kadrlar tayyorlashda mentorlik tizimining ahamiyati, joriy etish muammolari bu borada mahalliy stereotiplar, gender sezgirlik muammolari va yechimlari yuzasidan tahliliy ma'lumotlar yoritib berilgan. Mentorlik amaliyoti davlat fuqarolik xizmatida zamonaviy boshqaruvning samarali mexanizmi sifatida talqin qilingan.

Kalit so'zlar: mentorlik amaliyoti, rahbar kadrlar, mentorlik mexanizmlari, milliy kadrlar tayyorlash, samaradorlik, malaka oshirish, liderlik qobiliyati, krizis menejment, ta'lim va tajriba almashinuvi, motivatsiya, korporativ madaniyat, inson kapitali, professional rivojlanish, davlat fuqarolik xizmati, rahbarlik salohiyati

1. Kirish

Har Davlat fuqarolik xizmatini isloh qilish, milliy kadrlar tayyorlash ularni bosqichma-bosqich davlat fuqarolik xizmatiga kelgusida rahbarlikka tayyorlash, ularni lavozimiga meritokratik tamoyillarga ko'ra karɣeraviy o'sishini tashkillashtirish dolzarb masala bo'lib qolmoqda. Mazkur sohani yanada takomillashtirish yuzasidan qonunchilik normalariga hamda jamiyat ongi va turmush tarziga davlat xizmati, davlat xizmatchisining ma'naviy qiyofasi halollik vaktsinasi chuqur singdirilgan rahbar kadrlar sinfini yaratish yuzasidan ko'plab ilg'or mexanizmlar, yetakchi g'oyalar amalga oshirib kelinmoqda. Shu bilan birga yetuk, inson qadrini e'zozlaydigan, korruptsiyaga toqatsiz va professional yangi avlod rahbar kadrlarini tayyorlash tizimini takomillashtirish ularni maqsadli ravishda tarmoq va sohalar uchun qayta tayyorlash va malakasini oshirish, shuningdek, mazkur sohada samarali ilmiy-innovatsion tadqiqotlar olib borish tartib-taomillarini yaxshilash bo'yicha samarali ishlash mexanizmlarini yaratish va uni tatbiq etish lozim. Ushbu yo'nalishda izlanishlar natijasida aytish mumkin-ki dunyo bo'ylab 4-sanoat inqilobi ta'sirida texnologiyalar rivojlanishi hamda barcha yo'nalishlarda sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish tufayli mutaxassislarda inson kapitalini rivojlantirish uni qadriyat darajasiga olib chiqish kun tartibidagi muammolar sirasida o'z yechimini kutmoqda. Zamonaviy rahbar qiyofasini ilg'or texnologiyalardan unumli foydalanib proaktiv yechimlar xulosa va tavsiyalar ishlab chiqadigan uni amalga oshirish uchun samarali

mexanizmlarni yaratish kabi xislatlarni o'zida mujassam etgan, shu bilan birga shiddat bilan rivojlanayotgan global siyosat iqtisodiy muammolarga qaramasdan umummilliy qadriyatlarni hisobga olib jamiyat rivojiga genofondiga hissa qo'shishni burch sifatida qabul qilgan, o'zgarishlarni boshqarishga qodir yangi avlod rahbarlarini yaratish kechiktirib bo'lmas masala deb hisoblaymiz.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Mazkur masala yuzasidan milliy kadrlar sinfini yaratishda samarali va eng muhimi shaffof mexanizm sifatida-mentorlikni targ'ib qilmoqdamiz. Statistik ma'lumotlarga murojaat qilsak, 2016 yilda davlat xizmatchilar orasida ayollar ulushi 8 foizni tashkil qilgan bo'lsa 2025 yilga kelib, 35 foizni ya'ni har uchinchi davlat xizmatchisi ayollar ulushiga to'g'ri kelmoqda. Bu ham davlat fuqarolik xizmatida ayollar orasidan ham rahbar kadrlar qatlamini tizimli ravishda amalga oshirish dolzarb masala sanaladi. Shunday ekan rahbar kadrlar tayyorlash jarayonida gender sezgirlik xususiyatlarini inobatga olish maqsadga muvofiq sanaladi. Bu borada albatta so'nggi yillarda ko'plab samarali mexanizmlar orqali tizim yaratishga, ushbu muhim sohani rivojlantirishga e'tibor qaratilmoqda. Biroq bu borada bajariladigan ishlar talaygina, chunki ayol kishi jamiyatda oilada va ishxonada o'z o'rnini topishi uchun ko'plar stereotiplarni yorib chiqishi kerak. Bu borada aniq mexanizmlardan iborat yaxlit tizim yaratish, uni



respublikaning turli tumanlari turmush tarzidan kelib chiqib takomillashtirib borish va chekka hududlargacha yetib borishi, natija berishi uchun ko'plab vazifalar bosqichma bosqich amalga oshirilishi lozim. O'zgaruvchan va dinamik harakatli mehnat bozori talablarini inobatga oladigan bo'lsak, rahbar kadrlar yetishtirish doimiy harakatga bog'liqdir. Misol uchun-jamoadi xodimlar malakasini muntazam oshirib borish, inson resurslarini rivojlantirish, ish samaradorlik ko'rsatgichlarini monitoring qilib borish, yaxshi natija ko'rsatgan xodimlarga moddiy va ma'naviy rag'batlantirish shakllari ham xodimlarni o'zini ustida ishlashida motivatsiya berishi mumkin. Rahbar kadrlar sinfini davlatning ulkan qanotlariga qiyoslash va mazkur qatlamni sifatli va tizimli shakllantirib borish zahirasini yaratish kelgusidagi g'alabalar kafolatidir.

Shu o'rinda muhtaram prezidentimizning "Ayollar, oilaga g'amxo'rlik qilib, farzandlarini tarbiyalab, ta'lim olib, ishlab, tadbirkorlik bilan shug'ullanganlar, — sizni haqiqiy qahramonlarimiz deb hisoblayman" degan e'tiroflari ham jamiyat va davlat rivojida ayollar o'rni beqiyos ekanligini ko'rsatib turibdi.

Mentorlik amaliyotida mentor-menti o'zaro ijtimoiy munosabatlarga kirishish orqali bir biriga psixologik ta'sir ko'rsatishi aniq, shunday ekan mentorlikka tayinlangan rahbarlar avvalo jamiyatda namunali fuqaro, professional mutaxassis ijobiy xislatlarga ega yetuk shaxs bo'lishi maqsadga muvofiq.

Psixologik va fiziologik individuallik nuqtai nazaridan aytilish mumkin-ki ayol va erkak mentilar orasidan farq bo'lishi tabiiy jarayon. Mehnat jamoasida ish tashkil

qilishda ular o'rtasida xulq-atvor, ehtiyoj rollar va imkoniyatlar farqlanishi mumkin.

Jumladan: Ayollarda emotsional qo'llab quvvatlashga ehtiyoj muhimroq bo'ladi, ko'pincha ayollar o'z mentoridan professional sifatlardan ko'ra ruhiy qo'llab-quvvatlanishni ko'proq kutadilar. Erkaklar pragmatik printsiplari ta'sirida aksariyat hollarda maqsadga yo'naltirilgan natijaga tezroq olib boruvchi usullar tavsiyalar va tezkorlik kutadilar.

Bundan tashqari rahbar ayollar zahirasini yaratish ularni davlat xizmatiga samarali tayyorlash, ularga sharoit va imkoniyatlar yaratish va muhimi muntazam umri davomida ta'lim olishi malakasini oshirib borishni ta'minlash orqali samarali natijalarga erishish mumkin. Chunki ayollarda tabiat tomonidan berilgan onalik instinkti orqali g'amxo'rlik qilish o'zi yashayotgan jamiyatni, ishlayotgan mehnat jamoasini asrash va rivojlantirishi tabiiy rivojlangan bo'lib bu orqali salmoqli natijalarga erishish tajribasi kuzatilgan.

Shunday ekan oldimizda turgan vazifalarni ado qilishda xar ikkala jins vakillaridan iborat davlat xizmatchilari uchun mos keladigan mexanizmlarni yaratish ularni amaliyotga tatbiq qilish ommalashtirish dolzarb masala sanaladi. Shu o'rinda mentorlik amaliyotini yo'lga qo'yishda ilg'or xorijiy tajribalar asosida sinalgan usullardan foydalanish takliflari o'rtaga chiqadi.

Shuningdek, mentorlik dasturlari bo'yicha 13 000 ta ishtirokchi qatnashgan so'rovnomaning umumiy ma'lumotlari tahlil qilinganda mentorlardan o'zlariga mos kelgan to'rtta yo'nalishdan birini tanlash so'ralgan, tajriba natijasida ma'lum bo'lishicha mentilar kar'era o'sishiga salohiyatni rivojlantirishga qaratilgan dasturlarga ko'proq qiziqish bildirganlar.

1-jadval

Mentorlar o'rtasida o'tkazilgan so'rov natijalari

Dastur nomi	Mentilar	Mentorlar	Jami
Liderlik va boshqaruv sifatlarini kuchaytirish	40.3%	35.9%	38.1%
Karyerani rivojlantirish	32.3%	24.3%	28.3%
Doimiy qo'llab quvvatlash va rag'batlantirish	9%	23.0%	15.9%
Ijtimoiy munosabatlarimni kuchaytirish	13.3%	2.9%	13.3%

Qolaversa ko'plab tadqiqotlar natijasida bu kabi dasturlar orqali qiziqarli gender farqlar ham o'rtaga chiqadi. Jumladan xar qaysi jins vakillari uchun ochiq bo'lgan davlat mentorlik dasturida arizalarning 70 foizi ayol davlat xizmatchilaridan kelib tushgan. Bu Yangi Zelandiya tadqiqotida kuzatilgan holat bo'lib, xulsaga ko'ra ayol davlat xizmatchilar mentor-menti munosabatlariga erkak hamkasblariga qaraganda ko'proq ehtiyoj sezishini aniqlashtirgan. Tadqiqotchilarning fikricha ayollar kar'era zinasidan ko'tarilish jarayonida gender to'siqlarning mavjudligi uchun ham shunday ehtiyoj kelib chiqishini aniqlashgan. Xar qanday holatdayam bu kabi jarayonlar istalgan mamlakatning davlat sektoridagi ko'plab tashkilotlarda kuzatilayotgan hodisa ekanligi bildirilgan.

Mentorlikning yuqori samarali strategik dasturlarini qo'llash orqali yashirin salohiyatni ochiqlash bo'yicha yo'riqnoma da bu kabi tadqiqot natijalarini ko'plab keltirish mumkin, misol uchun Forbes jurnali o'tkazgan so'rovnoma va tahlillar natijasi quyidagicha: Insonlarning 76 foizi faoliyatida mentorlik dasturlarini muhim deb o'ylaydi, lekin faqat 37 foizi bu fikrda qat'iy, mentori bor mutaxassislar

mentorsiz hamkasblariga qaraganda baxtliroq his qiladi o'zini, qolaversa mentorlik munosabatlarining atigi 14 foizi aslida kimdandir o'ziga yordam yo'l yo'riq ko'rsatishini so'rab qilingan iltimosdan keyin boshlangan. Bu kabi munosabatlarning 61 foizi tabiiy ravishda rivojlangan.

Bundan tashqari aksariyat insonlar same-sex juftligini ya'ni o'z jinsidagi mentor bilan ishlashni ma'qul ko'radi va bu ko'rsatgich ayollarda 69%, erkaklarda esa 82 % ni tashkil qiladi. Mentor menti munosabatlarining 87 foizi o'zaro mentorlik munosabatlaridan kuch-quvvat olganliklarini his qilishadi natijada o'zlariga bo'lgan ishonchi ortgan, 82 % holatlarda mentorlik dasturlari orqali mentor -menti munosabatlari ular faoliyat olib borayotgan tashkilotlar o'rtasida ham samarali hamkorlik aloqalarni rivojlantirishga yordam berdi deb hisoblaydi.

Qolaversa, 84% holatlarda esa mentorlik munosabatlari mentor menti juftligi ikki tomonlama ilhom manbai ekanligini, mentor bo'lib ishlagan rahbarlar mentorlik qilmagan hamkasbiga nisbatan o'z ishini mazmuni oshganini va tashvish stress darajasi kamroq bo'lganini bildirishgan.



Shu xususida Senat raisi T. Narbaevaning "Etakchilik bu-insonlarni, birlashtirish, o'zgartirish, ilhomlantirishdan iborat rahbar avvalo insonlarni ishonchini boshqara olishi kerak," kabi fikrlar ham tashkilotlarda natijador ko'rsatgichlarga erishishda rahbar va hodim ijtimoiy munosabatlari muhim o'rin tutishini bildiradi.

Yuqoridagi tahlillarning mantiqiy davomi sifatida aytish mumkinki hozirgi Z- avlod tarixdagi eng baxtsiz avlod bo'lib chiqdi. Garvard va Beylor universiteti olimlari 22 ta mamlakatdan 200 mingdan ortiq odamni o'rganib, odatdagi "baxt egri chizig'i" o'zgarganini aniqladi. Bu haqdagi tadqiqot natijasi joriy yilning aprely oyida e'lon qilindi.

Bizningcha, shiddat bilan rivojlanayotgan texnika asri, sun'iy intellekt vositalarini yordamchi emas, balki boshqaruvchi vosita sifatida qo'llanilishi jamiyatda qadriyatlar o'zgarishiga, shuningdek ongi-u shuuri dinamik harakatdagi yosh avlod vakillarida keskin fikr o'zgarishi, ruhiy emotsional buzilishlarga sabab bo'lishi kuzatilmoqda. Bundan tashqari tadqiqotlar natijasida, aniqlanishicha:

Ma'no va yo'nalishning yo'qligi: yoshlarning yarmidan ko'pi (58%) o'tgan oyda hayotida "ma'no yoki maqsad" yo'qligini, yarmi esa "hayotini nima qilishni bilmasligi" ularning ruhiy salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatganini ma'lum qildi.

Moliyaviy tashvishlar: Yoshlarning 56 foizi o'zlarining moliyaviy farovonligi haqida qayg'urishgan. Muvaffaqiyatga erishish bosimi: Yoshlarning yarmi muvaffaqiyatga erishish bosimi ularning ruhiy salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatishini ta'kidlaydi.

Dunyo parchalanayotgandek tuyulishi: Yoshlarning 45 foizi umumiy "narsalar parchalanayotgandek tuyulishi" ularning ruhiy salomatligining pasayishiga olib kelganini ta'kidlaydi.

Yolg'izlik va ijtimoiy yakkalanish: Yoshlarning deyarli yarmi (44%) atrofda qilarga moslashmaganlik hissini, 34% esa yolg'izlik hissini bildirgan.

Ijtimoiy va siyosiy masalalar: Iqlim o'zgarishi, maktablardagi qurolli zo'ravonlik va siyosiy yetakchilikka oid xavotirlar kabi keng tarqalgan muammolar Z avlodiga ta'sir ko'rsatgani ma'lum qilindi.

AQShda Yoshlar xulq-atvori xavfi tadqiqoti markazi amerikalik avlod vakillari, ayniqsa, yosh ayollar orasida xavotir va depressiyaning keskin o'sishini qayd etdi. 2023-yilda yuqori sinf o'quvchi qizlarining 53% va o'g'il bolalarining 28 % doimiy qayg'u yoki umidsizlik hissini bildirgan.

3. Xulosa

Tahliliy materiallar natijasida xulosa qilish mumkinki, axborot xuruji kuchaygan inson fokusi noyob resurs sanaladigan giperdinamik- siyosiy, iqtisodiy, ijtimoiy, hamda ma'naviy jarayonlar keskinlashgan zamonda yashayapmiz. Global geosiyosat izdan chiqqanligi sababli to'xtovsiz urushlar, biologik qurollar, iqlim o'zgarishi, atrof muhitni keskin ifloslanishi yuqori taktikali siyosiy o'yinlar, ma'naviy bosimlar tezkor axborot almashinuvi noxolis nashrlar va videoko'rsatuvlar natijasida istalgan davlat ijtimoiy qarashlarida xaos beqarorlik kuzatilmoqda.

Bu kabi salbiy ta'sirlarni ko'plab misol keltirish mumkin, shunday ekan aholisining yarmidan ko'prog'ini yoshlar tashkil qiladigan Respublikamiz rivoji xavfsizligi va barqaror rivojlanishi uchun maxsus milliy dasturlar qabul qilinishi, ijro mexanizmlarini yaratish orqali jamiyatga tatbiq qilinishi lozim. Yuqorida ta'kidlaganimizdek, insonlar

fokusi e'tibori va energiyasi noyob kapital hisoblanadigan jarayonlar tezkor, psixo emotsional xususiyatlarni o'zida jamlagan samarali mexanizmlar yaratish dolzarb masala hisoblanadi.

Bu borada milliy qadriyatlarimiz, yangi O'zbekiston rivojlanish strategiyasi printsiplarini aks ettirgan, inson qadrini ulug'lovchi gender sezgir xususiyatlari shaffof, hisobdor va izchil ishlaydigan tizimga ehtiyoj toбора kuchaymoqda. Bu borada ko'plab taklif va tavsiyalar ishlab chiqib kadrlar tayyorlash ayniqsa mamlakatning oltin qanotlari davlat xizmatida islohotlar yetakchisi- rahbar kadrlar sinfini yaratish, ushbu yo'nalishda milliy dasturlar qabul qilinishi lozim.

Xususan, pirovardida vatanparvar jamiyat rivojiga hissa qo'shishga shay, zamonaviy, salohiyatli, ma'nan yetuk, jonkuyar va tashabbuskor yosh rahbar kadrlarni shakllantirish va bu orqali jonajon vatanimizning ko'p asrlik unikal qadriyatlarini asrab qolishimiz, uni kelgusi avlodga munosib yetkazishda hissa qo'shishimiz mumkin.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Ўзбекистон Республикасининг "Давлат хизмати тўғрисида"ги 2022-йил 8-августдаги ЎРҚ-788-сонли Қонуни. <https://lex.uz/docs/6145972>
- [2] Давлат фуқаролик хизматчилари фаолиятининг самардорлигини баҳолаш механизмлари. ДБА монография 2020-йил муаллифлар жамоаси.
- [3] Ўзбекистон Республикаси Президентининг "Давлат хизматчилари корпусини шакллантириш чора-тадбирлари тўғрисида" ги ПФ-95 сонли Фармони. <https://www.lex.uz/docs/7587464>
- [4] Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2025 йил 5 майдаги "Истиқболли кадрларни мақсадли тайёрлаш ҳамда уларни давлат бошқаруви ва хизматига самарали жалб этиш тизимини янада такомиллаштириш тўғрисида"ги ПФ-78 сонли Фармони. <https://www.lex.uz/docs/7520315>
- [5] Мирзиёев Ш.М. Янги Ўзбекистон стратегияси. – Тошкент: Ўзбекистон, <https://www.gazeta.uz/oz/2021/09/09/book/>
- [6] Ўзбекистон Республикаси Президентининг "Рахбар кадрларни тайёрлаш, қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида"ги қарори. – Тошкент. <https://lex.uz/ru/docs/4526545?ONDATE=19.03.2025%2000>
- [7] Modeling the impact of mentoring on women's work-life balance: A grounded theory approach Bahrami, Parvaneh; Nosratabadi, Saeed; Palouzian, Khodamir; Hegedűs, Szilárd. <https://www.mdpi.com/2076-3387/13/1/6>
- [8] Cirts Johnsons Латвияни Ўзбекистондаги элчихонаси вакилининг 2025 йил 5 ноябрдаги Рахбар аёллар халаро форумидаги нуткидан.
- [9] Ehrich, Lisa C. and Hansford, Brian C. (2008) Mentoring in the public sector. Practical Experiences in Professional Education, 11(1). <https://eprints.qut.edu.au/224196/>
- [10] Bhatta, G. and Washington, S. (2003) 'Hands up': Mentoring in the New Zealand Public Service, Public CLUTTERBUCK, D. (2012). The talent wave: why succession planning fails and what to do about it. London, Kogan Page.



[11] 2024 Mentoring Impact Report: 98% of Fortune 500 Companies Have Mentoring March 11, 2024. <https://hbr.org/2024/12/why-mentoring-programs-fail-and-how-to-make-them-worthwhile>

[12] Stressed at Work? Mentoring a Colleague Could Help by Michael Gill and Thomas Roulet

[13] «Давлат бошқарувида аёлларнинг роли: Ўзбекистон келажигини шакллантираётган Ислохотлар овози», Рахбар аёллар халқаро конференция нуткидан 2025 йил 7 ноябрь.

[14] <https://www.skolkovo.ru/>.

[15] <https://forumdemo.ru/>.

[16] <https://uz.unistica.com/>.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Xurshida
Maxmadaminova /
Khurshida
Makhmadaminova

O'zbekiston Respublikasi
Prezidenti huzuridagi davlat
siyosati va boshqaruvi
akademiyasi, onlayn ta'lim va
masofaviy o'qitish markazi
direktori, PhD mustaqil
izlanuvchisi
E-mail:
x.makhmadaminova@dsba.uz



Increasing the efficiency of piston compressors by improving their lubrication system

R.U. Djuraev¹^a, B.R. Allanazarov¹^b, M.A. Abdikhakimova¹^c

¹Navoi State University of Mining and Technology, Navoi, Uzbekistan

Abstract: This article analyzes the results of research into malfunctions in the lubrication system of piston compressor equipment, develops technical solutions to improve the efficiency of the lubrication system, and presents the results of their experimental testing. Along with electricity, pneumatic energy, that is, compressed air energy, is widely used in industrial enterprises. In the technological processes of mineral extraction, compressed air performs the function of an energy carrier, significantly affecting the operational performance of mining machines and other pneumatic energy consumers. A large contribution to the operational efficiency of compressors depends on the operation of their lubrication system, and improving their operational performance significantly reduces the cost of compressed air production.

Keywords: compressor, piston, lubrication system, wear, oil contamination, oil filter, oil pump, oil resource, operating efficiency

Porshenli kompressorlarning moylash tizimini takomillashtirish asosida ularning samaradorligini oshirish

Djurayev R.U.¹^a, Allanazarov B.R.¹^b, Abdixakimova M.A.¹^c

¹Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada porshenli kompressor uskunalarning moylash tizimida yuzaga keladigan nosozliklarning tadqiqoti natijalari tahlil qilingan, moylash tizimining samaradorligini oshirish bo'yicha texnik echimlar ishlab chiqilgan va ularning tajriba-sinovlarining natijalari keltirilgan. Sanoat korxonalarida elektr energiyasi bilan bir qatorda pnevmatik energiya ya'ni siqilgan havo energiyasi keng qo'llaniladi. Foydali qazilmalarni qazib olishning texnologik jarayonlarida, siqilgan havo energiya tashuvchi funksiyasini bajarib kon mashinalarining va boshqa pnevmatik energiya iste'molchilarining ekspluatatsiya ko'rsatkichlariga sezilarli ta'sir qiladi. Kompressorlarning ekspluatatsion samaradorligining katta hisssasi ularning moylash tizimi ishiga bog'liq bo'lib, ularning ekspluatatsion ko'rsatkichlarini yaxshilash siqilgan havo ishlab chiqarish harajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi.

Kalit so'zlar: kompressor, porshen, moylash tizimi, emirilish, moyning ifloslanishi, moy filtri, moy nasosi, moy resursi, ekspluatatsiya samaradorligi

1. Kirish

Konchilik korxonalarida siqilgan havo bosimini nazorat qilish asosan kompressorlarga bog'liq bo'lgan holda doimiy texnologik jarayonlarning nuqtai nazaridan olib qaralganda elektr energiyasi bilan bir qatorda keng qo'llaniladi va texnologik jihatdan tahlil qilinganda xavfsizlikni ta'minlagan holda samarali natija beruvchi energiya manbalaridan biri bo'lib hisoblanadi. Siqilgan havoni nazorat qiluvchi uskuna, ya'ni kompressor asosiy bosimlarni monitoring qiluvchi texnologik uskuna sifatida hisoblanib, asosan konchilik korxonalarida, metallurgiya sanoatida, rangli metallarni boyitish jarayonlarida, flotatsiya jarayonlarida, uran radioaktiv elementini yer osti ishqorlash usullarida qazib olish jarayonlarida, kimyo sanoatida, neft-

gaz korxonalarida faoliyatida va boshqa sanoat tarmoqlarida samaradorlikni oshirishda keng qo'llanilib kelmoqda. Bugungi kunga kelib konchilik korxonalarida qazib olish, rudani tashish, konlarda qo'llaniladigan texnologik jihozlarni boshqarishda, flotatsiya va boyitish sanoati korxonalarida barcha iste'mol qilinadigan energiyaning 20-30 % gacha miqdori, yuqori siqilgan havo bosimini ishlab chiqarish uchun qo'llanilib kelinmoqda, ya'ni kompressor uskunalariga sarf bo'lmoqda [1].

Kompressorlarning doimiy ishlash jarayonlarida texnik parametrlarini nazorat qilishga asoslangan monitoring tizimlarida ekspluatatsion samaradorlik ko'rsatkichlarining katta hisssasi ularning moylash tizimi jarayonlariga bog'liq

^a <https://orcid.org/0009-0007-6239-9730>

^b <https://orcid.org/0009-0006-5339-8026>

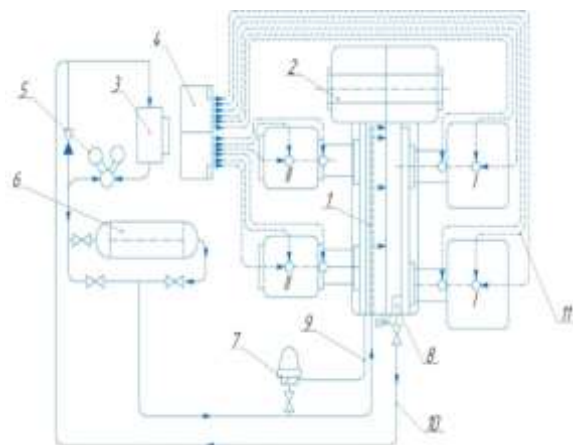
^c <https://orcid.org/0009-0008-3637-4481>



bo'lib, ularning ekspluatatsion ko'rsatkichlarini yaxshilashga oid bo'lgan texnikaviy prinsplarida siqilgan havoni to'plash va yuqori bosim ostida ishlab chiqarish xarajatlarini sezilarli ravishda kamaytiradi [2].

Porshenli kompressorlarda asosan texnologik jihatdan tahlil qiladigan bo'lsak, ularning moylash tizimini ikki qismga ajratish mumkin bo'ladi. Bular o'z navbatida silindrlarni va salniklarni, kompressorlarning harakat tezligini hosil qiluvchi mexanizmlarini moylash tizimini tashkil qiladi.

Quyidagi keltirilgan 1-rasmda ko'rish mumkinki, bu sxemada ikki bosqichli porshenli kompressorlarni moylash tizimining sxematik ko'rinishi ta'svirlab berilgan.



- - teskari klapan; ◻ - chiqarib yuboruvchi klapan;
 ◻ - ventily; — - harakat mexanizmlarini moylash quvuri; ◻ - o'tkazuvchi klapan; — - tsilindr va salniklarni moylash quvuri;
 1-kompressor kollektori, 2-dvigatel, 3-moy nasosi, 4-librikator, 5-moy filtrlari, 6-moy sovutkich, 7-moyni nozik tozalash filtri (filtr tonkoy ochistki), 8-yig'ish filtri, 9-10-11-quvurlar, I va II-kompressorning pog'onolari

1-rasm. Porshenli kompressorni moylash tizimining sxematik ko'rinishi

1-rasmda keltirilgan kompressorning moylash tizimi quyidagicha texnik parametrlarga asoslangan holda ishlaydi: moy nasosi (3) o'z navbatida filtrga (5) uzatiladi, filtrdan chiqqan moy sovutgichga uzatilib (6), so'ng esa quvur devorlari (9) orqali kompressor kollektoriga (1) yo'naltiriladi. Kompressor kollektorida sxemada ko'rishimiz mumkinki, birinchi navbatda val, kreyskopf va harakatlanish qismlarini moylaydi va bir paytning o'zida sovutish vazifasini bajaradi. Chiqishda esa yig'ivchi filtrlardan (8) o'tadi, yig'uvchi filtni vazifasi moydagi ifloslovchi zarrachalarni cho'ktirib qolishdan iborat bo'ladi. Yig'uvchi filtrdan chiqqan moy quvurlar orqali (10) yana qaytarib nasosga (3) uzatiladi. Moy tarkibida ifloslovchi zarrachalarning miqdori keskin ortishi holati kuzatilganda moy kollektorga (3) avtomatik ravishda tozalash filtri (7) orqali o'tkaziladi.

Kompressorning tsilindr qismiga librikatordan (4) moy quvurlari (11) orqali uzatilganda, bunda moy tsilindrlarga purkaladi va qayta sirkulyatsiya qilinmaydigan holatga keladi. Tsilindrda moy siqilgan havo bilan aralashgan holda klapanlar orqali chiqib ketadi, keyingi jarayonlarda esa moy

ajratgich orqali ajratib olish jarayonlari amalga oshirilgandan keyingi bosqichlarda utilizatsiya qilinadi. Kompressorlarning harakatlanishida texnologik jarayonlarda doimiy harakatlarni amalga oshirish mexanizmlarini moylash jarayonlarida moyning xususiyatlari, parametrlari va uning tozaligiga alohida e'tibor qaratilishi maqsadga muvofiq bo'lib, moyning boshlang'ich ko'rsatkichlarining doimiy o'zgarishi holatlarini inobatga olgan holda moyning ifloslanish darajasiga bog'liq bo'lgan harakatlanuvchi-ishqalanuvchi qismlardan iborat bo'lgan mexanizmlarini yemirilish holatiga olib keladi. Ko'p hollarda bunday holatlarda kuzatilib vaqtida bartaraf qilib borilmasa, natijada avariya holatlarining kelib chiqishiga olib keladi [3].

Kompressorning harakatlanish mexanizmlarini moylovchi moyning boshlang'ich parametrlarini o'zgarish ketma-ketligi va ifloslanishi natijasida yuzaga keladigan nosozliklari 2-rasmda keltirib o'tiladi.



A



B

A-kreyskopfning harakatlanuvchi yuzasining yemirilishi holati, B-val yuzasining yemirilishi holati
 2-rasm. Kompressorning harakatlanish mexanizmlarini yemirilish holati ko'rinishi

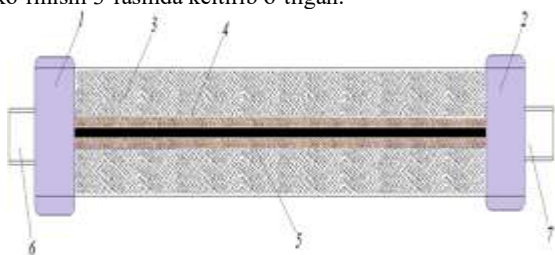
Yuqoridagi keltirilgan omillarning barchasi asosan kompressorlarning moylash tizimidagi moyning ifloslanishi va boshlang'ich parametrlarini o'zgarishi natijasida yuzaga kelishi asosiy tahlil sifatida qaraladi. Shuningdek, kompressor uskunalarning moylash tizimida o'rnatilgan filtrlar aylanma harakatlanuvchi moyning tozaligini doimiy ravishda tozalab bera olmaydi, ya'ni ma'lumotlar tahlil natijalaridan kelib chiqqan holda aytishimiz mumkinki, sanoatda ishlab chiqarish korxonalarida amalda qo'llanilgan ekspluatatsiya qilinayotgan kompressorlarning haddan ziyod texnik tekshiruvlarsiz ishlatilganligi sababli eskirganligi va ehtiyot qismlarining sifatsizligi bo'lishi mumkin. Bunday holatlar kuzatilganda ekspluatatsiya davomida nazorat jarayonida ifloslovchi zarrachalarni ajralishiga sababchi bo'ladi. Bundan tashqari ba'zi holatlarda, ya'ni bir jihatiga e'tibor qaratadigan bo'lsak, sxematik parametr ko'rinishlarda kompressorlarning



moylash tizimida doimiy qo'llanilayotgan filtrlarning talab darajasida emasligi, sifatsizligi asosiy sabab sifatida qaraladi.

Tadqiqot natijalarida porshenli kompressorlar uchun moy filtrlarining almashirish muddati belgilangan tartibda 2500 motosoatni tashkil qiladi. Amalda esa, kompressorlarning eskirganligi holati, ehtiyot qismlarining sifatsizligi holati, ya'ni tez yemiriluvchanligi, kompressorning haddan ziyod qizishi holatiga olib keladi va moylash tizimiga bog'liq bo'lgan tashqi muhitdan ifloslovchi zarrachalarni tushishi natijasida filtrlarning ishlash rejimi 50-60% gacha kamayishi holatini kuzatish mumkin bo'ladi [4].

Kompressorlar moylash tizimining aylanma harakatlari davomida moyini sifatli tozalash, ya'ni uning tarkibidagi 0,5 mkm gacha bo'lgan abraziv metall zarrachalarini tutib qolish jarayonlari, hamda filtr materialini qayta regeneratsiya qilib ishlatish imkonini beruvchi g'ovakli filtr material asosida moy filtrini konstruksiyasiga asoslangan holatlarga qarab uzviy ravishda ishlab chiqildi, ushbu filtrlarning konstruktiv ko'rinishi 3-rasmda keltirib o'tilgan.



1,2-echiluvchan qopqoqlar, 3-g'ovaklarining kattaligi 3-5 mkm bo'lgan filtr material, 4-g'ovaklarining kattaligi 0,5-1,0 mkm bo'lgan filtr material, 5-doimiy magnit, 6,7-ulanish qismlari

3-rasm. Magnitli moy filtrlari konstruksiyasining ko'rinishi

Ushbu turdagi ishlab chiqilgan kompressor filtrlarini konstruksiyasining boshqa shu turdagi g'ovakli filtrlar konstruksiyasi bilan ajralib turadigan farqli jihati bu filtrda filtr material tasilindr shaklida tayyorlangan bo'lib, markazida magnit sterjen o'rnatilgan holatda bo'ladi, bunda filtr materialining o'zi ikki qatlamli bo'lib magnit sterjeni ustidagi qatlam g'ovaklarining kattaligi 0,5-1,0 mkm bo'ladi, ikkinchi qatlamdagi filtr materialining g'ovaklarini kattaligi 3-5 mkm ni tashkil qiladi.

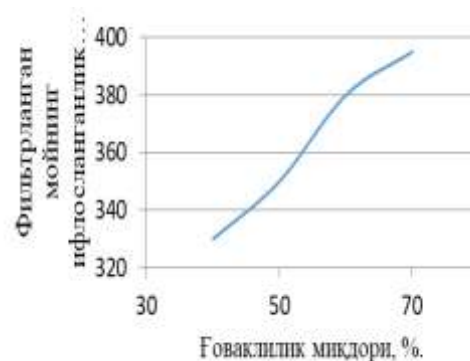
Bu turdagi ishlab chiqilgan magnitli moy filtrlarining samaradorligini oshirish va holatini aniqlash maqsadida tajribalarga asoslangan sinov tadqiqotlari o'tkazildi.

Tadqiqot natijalariga asoslangan tajriba-sinov jarayonlari 4-rasmda keltirilgan bo'lib, moy filtrlarini navbatma-navbat sinovdan o'tkazish holatida amalga oshirildi.



1-elektr dvigateli, 2-moy nasosi, 3-sinalayotgan filtr, 4-filtrlangan moy idishi, 5-moy idishi
4-rasm. Moy filtrlarini sinovdan o'tkazishning sxemaga asoslangan stendi (a) va uning sxematik ko'rinishi ta'svirlangan (b)

Tajriba-sinov tadqiqotlarga asoslangan ishlari o'z navbatida tahlil qilishimiz mumkinki, bunda ikki bosqichda amalga oshirish maqsadga muvofiq. Birinchi bosqichda oddiy g'ovakli filtr material orqali sinov jarayonlari amalga oshirildi. Bunda, 2500 motosoat ishlagan, shuningdek, 5 litr miqdoridagi, tarkibida 880-900 mg/kg miqdorida metall qirindilari mavjud bo'lgan, qirindilarning kattaliklari 0,5 mkm dan 25 mkm gacha bo'lgan KS-19 markali kompressor moyi 4 bar bosim ostida g'ovaklilik miqdori 40%, 50%, 60 % va 70% bo'lgan filtdan o'tkazilish orqali tadqiqot jarayonlari amalga oshirildi. Tajriba-sinov ishlarining tadqiqot natijalari 5-rasmda grafik ko'rinishida keltirib o'tiladi.



5-rasm. Oddiy g'ovakli filtrlardan o'tkazilgan moyning holatining ifloslanganlik darajasi ko'rsatkichini aniqlagandan keyin g'ovaklilik miqdoriga bog'liqligi ko'rsatilib o'tilgan

2. Tadqiqot metodologiyasi

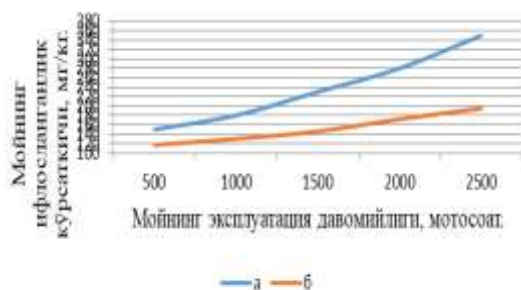
G'ovakli moy filtrining g'ovaklilik miqdori belgilangan tartibda 40%, 50%, 60 % va 70% larni tashkil qilishi va belgilangan o'lchamda ko'rsatilgan kattaliklarida tajriba-sinovlari bo'yicha texnik tadqiqotlar o'tkazilganda, moy filtrlarining g'ovaklilik miqdori ko'rsatkichlarining 40% ni tashkil etganda moyning ifloslanganlik ko'rsatkichi 330 mg/kg ni tashkil qildi. G'ovaklilik miqdorining har belgilangan o'lchami 10% ga oshirilganda esa moyning

ifloslanganlik darajasi tahmini hisobda 20-30 mg/kg ga oshgani holati kuzatildi. Tajriba-sinovining ilmiy-texnik tadqiqot natijalari orqali shuni ma'lum qilamizki, g'ovakli filtrning g'ovaklilik ko'effitsienti miqdorining oshishi, asosan moyning ifloslanganlik ko'rsatkichini o'rtacha 5-8% ga yomonlashtirishi mumkinligi aniqlandi. G'ovakli filtrlarning g'ovaklilik miqdorining 40-50% ko'rsatkichlarida ko'rishimiz mumkin bo'lgan holatlarda, ular yuqori tozalash samaradorligiga ega bo'lishi maqsadga muvofiq bo'ladi. lekin, ikkinchi holatdagi jihati shundan iboratki, g'ovakli filtrlarda g'ovaklilik miqdorlari ko'rsatkichlarining kam miqdordaligi moyning filtdan o'tish tezligini kamaytirishi holati kuzatildi.

G'ovakli filtrlar materialida magnit sterjinini o'rnatish orqali, moyning oqib o'tish tezligini kamaytiradi, g'ovaklilik miqdori 70% bo'lgan oddiy filtrlarda moyning oqish tezligi 55 mm/sekundni tashkil qildi, g'ovaklilik miqdori esa 70% ni tashkil qilgan bo'lgan, ularda magnit usti filtrlarining o'rtacha qalinligi 5 mm ga teng bo'lgan holda, magnitli filtrlarda esa 50 mm/sekundni tashkil qildi. Shuningdek, moyning oqim tezligiga magnit usti filtrlarining qalinligi va g'ovaklilik miqdori ham ta'sir qilishi tadqiqotimiz davomida aniqlandi. Magnitli filtrlarda moy oqimining miqdori jihatidan o'rtacha tezligini kamayishi holati, filtrlarning tozalash qobiliyati ortishi natijalari bilan bog'liq holatda kompensatsiyalanadi.

Ushbu tadqiqotlarimiz davomida tahliliy natijalarga asoslangan holda taklif etilayotgan magnitli filtrlarning g'ovaklilik miqdorini, magnit usti filtrlarning qalinligi va g'ovakliligini optimal ko'rsatkichi sifatida, g'ovakli filtrning g'ovaklilik miqdorini 70%, magnit usti filtrning qalinligi esa 10 mm va g'ovakliligi 70% kattaliklari tanlab olinadi. Ushbu ko'rsatkichlar orqali filtrlarda moyning maksimal tozaligi va filtdan o'tish qobiliyati ta'minlanadi. Shuningdek, moydagi o'lchamlari 1 mkm dan kichik bo'lgan zarrachalarni ushlab qolish qobiliyatiga erishildi.

Taklif etilayotgan holatlarda asosan magnitli filtrning moyning tozalash qobiliyati kompressorda 2500 motosoat ekspluatatsiya davomiyligi natijasida sinovdan o'tkazildi, shuningdek, bazaviy moy filtri 2500 motosoat davomida tadqiq qilindi, bunda har 500 motosoat ekspluatatsiyadan keyin moydan namuna tahlillari olindi. Tajriba-sinovlaridan olingan tahliliy natijalarida ko'rishimiz mumkin, 6-rasmda grafik ko'rinishida tushuntirilib o'tiladi.



a) bazaviy moy filtri, b) magnitli moy filtri
6-rasm. Bazaviy va ishlab chiqilgan moy filtrlari moyning tozalash qobiliyatining farqlari

Bazaviy va magnitli filtrlarni solishtirganda, taklif etilayotgan natijalarda magnitli filtrlarning moyni tozalash qobiliyati o'rtacha hisobda 40-50 % gacha yaxshiroq ekanligi aniqlanadi. Shuningdek, porshenli kompressorlarda

tez-tez uchraydigan nosozliklarni bartaraf qilish tahlil qilinadi, bunda kompressorlarning kutilmagan holatda to'xtalishlariga sabab bo'ladigan nosozliklar ketma-ketligi aniqlandi va taklif etilayotgan magnitli filtrlarni qo'llaganda ularning ulushini kamayishi holati kuzatildi, quyida 7-rasmda ko'rsatib o'tilgan moy filtrlarining bazaviy va magnitli filtni qo'llaganda nosozliklarning ulushi taqqoslab o'tiladi.



7-rasm. Bazaviy va magnitli moy filtni qo'llaganda kompressor qismlarining ish resurslari

3. Xulosa

Xulosa qilib aytishimiz mumkin, o'tkazilgan tajriba-sinov tahliliy natijalari shuni ko'rsatadiki, magnitli filtni kompressorning moylash tizimida qo'llash kreyskopfning ish resursini 20% ga oshirishda, moy nasosining ish resursini 25% ga oshirishga, shatunning ish resursini 16% ga ko'paytirishga, moy filtrlari va moyning ish resurslarini 40% ga oshirish imkon yaratadi. Shuningdek, tajriba-sinovlarda o'tkazilgan tadqiqotlarning natijalariga asoslangan holda quyidagilar aniqlandi: bular, magnitli filtdan o'tkazilgan moyning ifloslanganlik ko'rsatkichini filtrlarning g'ovaklilik miqdoriga uzviy bog'liqligi o'rnatildi. G'ovaklilik miqdorini oshishi bilan moyning ifloslanganlik ko'rsatkichi kamayishi holati kuzatildi, g'ovaklilik miqdorining har 10% ga oshishi natijasida ifloslanganlik ko'rsatkichi o'rtacha hisobda 14-18 mg/kg ga kamayishi holati kuzatildi. Shuningdek, magnit usti filtrlari asosan materialining qalinligini har 5 mm ga oshishi natijasida moyning ifloslanganlik ko'rsatkichini o'rtacha 15-20 mg/kg ga kamayishi kabi holatlari aniqlandi; magnitli filtrlarda moyning o'tish tezligini asosan magnit usti filtrning g'ovaklilik miqdoriga bog'liqligi aniqlab o'tildi. Taklif etilayotgan tahlil natijalari davomida magnitli filtrning g'ovaklilik miqdorini, magnit usti filtrning qalinligi va g'ovakliligini optimal ko'rsatkichiga bog'liq bo'lgan holda, g'ovakli filtrning g'ovaklilik miqdori 70%, magnit usti filtrning qalinligi 10 mm va g'ovakliligi 70% kattaliklarida namoyon bo'ldi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Джураев Р.У., Хатамова Д.Н. Повышение эксплуатационной эффективности рудничных компрессорных установок // – Т. Издательство ООО "Lesson Press" – 2022 г. - 151 с.



[2] Хатамова Д.Н., Абдуазизов Н.А., Джураев Р.У. Совершенствование системы охлаждения рудничных поршневых компрессорных установок // Инновационные технологии. – Карши, 2021. – №1. – С. 55-62.

[3] Djurayev R.U., Yuldoshov H.E. Production of a filter to soften the circulating water of the compressor cooling system // International Journal on Integrated Education. – Indonesia, 2023.– Volume 11, Issue 1. – pp. 6-13 (SJIF 2023: 6.786).

[4] Миняев Ю.Н. Энергосбережение при производстве и распределении сжатого воздуха на промышленных предприятиях. Учебно-производственное издание. – Екатеринбург: Изд-во УГТГА, 2002. – 132 с.

Allanazarov
Bayrambay
Rustemovich /
Bayrambay
Allanazarov
Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti,
doktoranti
E-mail:
allanazarov.br@mail.ru
Tel:+998999558734
<https://orcid.org/0009-0006-5339-8026>

Abdixakimova
Malika
Amir qizi /
Malika
Abdikhakimova
Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti,
doktoranti
E-mail:
Abdixakimovamalika@mail.ru
Tel: +998932018864
<https://orcid.org/0009-0008-3637-4481>

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Djurayev
Rustam
Umarxanovich /
Rustam Djuraev
Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti,
T.f.d, professor
E-mail:
r.u.djuraev@yandex.ru
Tel:+998973227347
<https://orcid.org/0009-0007-6239-9730>



Strength calculation of reinforced concrete beam reinforced with glass fibers

S.J. Razzakov¹^a, A.Sh. Martazaev¹^b, I.Kh. Egamberdiev¹, A.R. Akhmedov¹

¹Namangan State Technical University, Namangan, Uzbekistan

Abstract:

In this study, the theoretical load-bearing capacity of fiber-reinforced concrete beams was analyzed by introducing glass fibers with a length of 40 mm into the concrete matrix through dispersed reinforcement. The theoretical calculations showed that when the fiber content ranges from 0.1% to 0.5%, the maximum load-bearing capacity of the beams increases significantly. The highest efficiency was observed in fiber-reinforced concrete beams containing 0.2% glass fibers. The obtained results are consistent with existing scientific literature and theoretically confirm the effectiveness of dispersed reinforcement. This study contributes to improving structural efficiency, determining the optimal fiber content, and analyzing the load-bearing behavior of glass fiber-reinforced concrete beams. Comparing the theoretical results with experimental tests can further enhance the effectiveness of future research.

Keywords:

beam, glass fiber, strength, structure, experiment, reinforced concrete

Shisha tolalari bilan kuchaytirilgan temirbeton to'sinni mustaxkamlikka hisoblash

Razzakov S.J.¹^a, Martazayev A.Sh.¹^b, Egamberdiyev I.X.¹, A.R. Ahmedov¹

¹Namangan davlat texnika universiteti, Namangan, O'zbekiston

Annotatsiya:

Ushbu maqolada uzunligi 40 mm bo'lgan shisha tolalarni bilan beton tarkibiga dispers armaturalash orqali fibrotemirbeton to'sinlarning nazariy yuk ko'tarish qobiliyati tahlil qilindi. Nazariy hisob ishlari shuni ko'rsatdiki, tolalar miqdori 0.1÷0.5% oralig'ida bo'lganda to'sinning maksimal yuk ko'tarish qobiliyati sezilarli darajada oshadi. Eng yuqori samaradorlik 0.2% shisha tolali fibrotemirbeton to'sinlarda kuzatildi. Olingan natijalar mavjud ilmiy adabiyotlar bilan mos kelib, dispers armaturalashning samaradorligini nazariy jihatdan tasdiqlaydi. Ushbu ish konstruktiv samaradorlikni oshirish, optimal tolalar miqdorini aniqlash va shisha tolali fibrobeton to'sinlarning yuk ko'tarish xususiyatlarini tahlil qilishga xizmat qiladi. Nazariy natijalarni eksperimental sinovlar bilan taqqoslash orqali kelgusidagi tadqiqotlar samaradorligini oshirish mumkin.

Kalit so'zlar:

to'sin, shisha tola, mustaxkamlik, konstruksiya, tajriba, temir beton

1. Kirish

Bugungi kunda qurilish sohasida mustahkam, ishonchli va uzoq muddatli inshootlar barpo etish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, temirbeton to'sinlar binolarning asosiy yuk ko'taruvchi elementlari sifatida xizmat qiladi [1]. Oddiy betonning egilish va yorilishlarga qarshi chidamliligi cheklangan bo'lib, bu inshootlarning xizmat muddatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin [2]. Temirbeton konstruksiyalarni mustahkamlashda zamonaviy materiallardan, xususan, shisha tolalardan foydalanish samarador natijalar bermoqda. Shisha tolalar betonning cho'zilish, egilish va yorilishga qarshi chidamliligini oshirib, uning deformatsiyaga bardoshligini yaxshilaydi. Shu sababli, shisha tolali temirbeton to'singa oid mustahkamlikka hisoblash masalalarini chuqur o'rganish va ilmiy asoslash muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqotda nazariy hisoblashlar, standartlar (SNiP 2.03.01 va ST SEB 1406-78) ga muvofiq formulalar va

mexanik xossalarni tahlil qilish metodlari qo'llanilgan. Natijalar shuni ko'rsatdiki, shisha tolalari bilan kuchaytirilgan temirbeton konstruksiyalar oddiy temirbetonga nisbatan yuqori yuk ko'tarish qobiliyatiga ega va qurilishda ishonchli yechim sifatida foydalanilishi mumkin [2].

Shisha tolalari bilan kuchaytirilgan temir beton to'sinni mustaxkamlikka birinchi guruh chegara holatlari va normal ekspluatatsiyaga yaroqlilikka ikkinchi guruh chegara holatlari bo'yicha hisoblanadi. Bu hisoblarda shisha tolali beton konstruksiyalarga xos quyidagi xususiyatlar inobatga olinadi:

- dispers armaturalash (ya'ni tolalarning bir xil taqsimlanishi);
- konstruksiyaning o'lchamlari;
- temirbeton konstruksiyalarga nisbatan himoya qatlaminin kamayganligi;

^a <https://orcid.org/0000-0002-3676-901X>

^b <https://orcid.org/0000-0002-0799-8139>



- nam muhitda ishlaganda shisha tolali betonning cho'zilishga bo'lgan mustahkamligining vaqt o'tishi bilan o'zgarishi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Shisha fibrobeton konstruksiyalar mustahkamlikka hisoblanganda, butun kesim (hajm) bo'ylab bir xil taqsimlangan fibrali armatura bilan dispers tarzda mustahkamlangan elementlar sifatida qaraladi.

Shisha fibrobeton konstruksiyalarni birinchi guruh chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblash SNiP 2.03.01 asosiy qoidalari asosida amalga oshiriladi.

Elementning bo'ylama o'qiga perpendikulyar bo'lgan kesimdagi chegaraviy kuchlanishlar quyidagi asosiy shartlardan kelib chiqib aniqlanadi [3]:

- shisha tolali betonning siqilishga bo'lgan qarshiligi R_{fb} ga teng bo'lgan kuchlanishlar orqali ifodalanadi va bu kuchlanishlar kesimning siqilgan qismi bo'ylab bir tekisda taqsimlangan deb qabul qilinadi;

- shisha tolali betonning cho'zilishga bo'lgan qarshiligi R_{fbt} ga teng bo'lgan kuchlanishlar orqali ifodalanadi va bu kuchlanishlar kesimning cho'zilgan qismi bo'ylab bir tekisda taqsimlanadi, bunda elementning armaturalanish darajasi va kesim shakliga qarab kuchlanish epyurasi to'liqlik koeffitsienti ω hisobga olinadi;

- kesimning siqilgan qismida joylashgan sterjenli yoki sim armaturadagi kuchlanishlar oddiy (R_{sc}) va oldindan cho'zilgan (R_{pc}) armatura uchun siqilish bo'yicha hisobiy qarshilikka teng deb qabul qilinadi;

- kesimning cho'zilgan qismida joylashgan sterjenli yoki sim armaturadagi kuchlanishlar cho'zilish bo'yicha hisobiy qarshiliklar R_s va R_{sp} ga teng deb qabul qilinadi.

Hisoblash uchun 1-jadvalda keltirilgan kattaliklarni haqiqiy o'lchamlarini o'lchash va materiallarni sinash orqali olingan natijalar asosida to'sinni hisoblanadi.

1-jadval

To'sin kattaliklari

№	Kattalik nomi	Belgilanishi	O'lchov birligi
1	Kesim balandligi	h	sm
2	Ishchi balandlik	h_0	sm
3	Kesim eni	b	sm
4	To'sin uzunligi	L	sm
5	Hisobiy oraliq	l_0	sm
6	Buylama armatura yuzasi	A_s	sm ²
7	Armatura foizi	μ	%
8	Shisha tolasining beton hajmiga nisbatan foizi	μ_f	%

9	Buylama armatura diametri	d	mm
10	Armatura m'yoriy qarshiligi	R_{sn}	MPa
11	Armatura hisobiy qarshiligi	R_s	MPa
12	Armatura elastiklik moduli	E_s	MPa
13	Beton me'yoriy kubik mustahkamligi	R_n	MPa
14	Me'yoriy prizmatik mustahkamlik	R_{bn}	MPa
15	Hisobiy prizmatik mustahkamlik	R_b	MPa
16	Betonni cho'zilishga bo'lgan m'yoriy qarshiligi	R_{btn}	MPa

Yuqorida berilganlar asosida to'sinni mustahkamlikka hisoblash

Kubik mustahkamlikni o'rtacha arifmetik qiymati [3, 4]:

$$\bar{R} = \frac{\sum R_i}{n}; MPa \quad (1)$$

Beton (klassi) m'yoriy kubik mustahkamligi:

$$R_n(B) = 0,778 \cdot \bar{R}; MPa \quad (2)$$

M'yoriy prizmatik mustahkamlik:

$$R_{bn} = R(0,77 - 0,00125 \cdot R); MPa \quad (3)$$

Hisobiy prizmatik mustahkamlik:

$$R_b = \frac{R_{bn}}{1,3}; MPa \quad (4)$$

Betonni cho'zilishga bo'lgan m'yoriy qarshiligi:

$$R_{bt} = \frac{5 \cdot R}{45 \cdot R}; MPa \quad (5)$$

R_{bt} ning qiymati tajriba yo'li bilan aniqlangan Beton boshlang'ich elastiklik moduli

$$E_b = \frac{55000 \cdot R}{27 + R}; MPa \quad (6)$$

Ishchi armaturaning cho'zilishga bo'lgan hisobiy qarshiligi



$$R_s = \frac{R_{s1} + R_{s2} + R_{s3}}{3}; MPa \quad (7)$$

Konstruktiv armaturaning cho'zilishga bo'lgan hisobiy qarshiligi

$$R_s = \frac{R_{s1} + R_{s2} + R_{s3}}{3}; MPa \quad (8)$$

Keng ko'lamli eksperimental ma'lumotlarga asosanib, armaturaning kuchlanish deformatsiyasi va siqilish diagrammalari bir xil deb hisoblanadi. Shuning uchun armaturaning hisoblangan (o'rtacha) bosim kuchi armaturaning hisoblangan (o'rtacha) tortish kuchiga teng deb qabul qilamiz. Lekin bu qiymat siqilgan armaturani o'rab turgan betonning kirishish deformatsiyalariga mos keladigan kuchlanishlar bilan hisob kitoblarda chegaralanadi [5].

$$R_{sc} = R_s \leq \varepsilon_{br} \cdot E_s \quad (9)$$

bu yerda ε_{br} -prizma na'munasini siqilish paytida R_b ga teng kuchlanishlarga erishishga mos keladigan o'rtacha beton deformatsiyasi.

B25 sinfli beton uchun

$$B = R(1 - 1,65\vartheta); MPa \quad (10)$$

Bu yerda ϑ - siqiluvchi betonning o'zgarish koefitsenti $\varepsilon_{bk} = 3,5 \cdot 10^{-3}$ SNIp da og'ir betonning barcha sinflari uchun qisqa muddatli yuklarda ε_{br} ning qiymatini $2,0 \cdot 10^{-3}$ ga va $\varepsilon_{b2} = \varepsilon_{b,k} = 3,5 \cdot 10^{-3}$ ga teng deb qabul qilingan.

Armaturaning siqilishdagi o'rtacha qarshiligini quyidagicha qabul qilamiz.

$$R_{sc} = R_s MPa < \varepsilon_{br} \cdot E_s MPa \quad (11)$$

$$R_{sw} = 0,8 \cdot R_s; MPa \quad (12)$$

Armaturaning elastiklik moduli SNIp [3] da keltirilgan ma'lumotlardan olinadi. E_s ; MPa, E'_s ; MPa

To'sinni 1 m uzunlikdagi og'irligi

$$g = b \cdot h \cdot l \cdot \gamma_b; \frac{N}{m} \quad (13)$$

Eguvchi moment

$$M_{C.B} = \frac{g \cdot l_0^2}{8}; N \cdot m \quad (14)$$

Yuklash moslamasining og'irligi $P_{3,U}$, N

Yuklash moslamasining og'irligi tufayli sof egilish zonasidagi eguvchi moment.

$$M_{3,U} = \frac{P_{3,U} \cdot l_0}{6}; \frac{N}{m} \quad (15)$$

Maksimal eguvchi moment

$$M_{RA3} = \frac{P_{RA3} \cdot l_0}{6} + M_{S.V} + M_{3,U}; N \cdot m \quad (16)$$

Darzar hosil bo'lish bosqichida to'sindagi maksimal eguvchi moment

$$M_{crc} = \frac{P_{crc} \cdot l_0}{6} + M_{S.V} + M_{3,U}; N \cdot m \quad (17)$$

Darzar hosil bo'lishining nazariy momentini aniqlash. Keltirilgan kesim yuzasi

$$A_{red} = b \cdot h + A'_s \cdot \left(\frac{E'_s}{E_b} - 1 \right) + A_s \cdot \left(\frac{E_s}{E_b} - 1 \right); sm^2 \quad (18)$$

Statik momentni aniqlash

$$S_{red} = \frac{b \cdot h^2}{2} + A'_s \cdot \left(\frac{E'_s}{E_b} - 1 \right) \cdot (h - a'_s) + A_s \cdot \left(\frac{E_s}{E_b} - 1 \right) \cdot a_s; sm^3 \quad (19)$$

Quyi chetdan keltirilgan kesim og'irlik markazigacha bo'lgan masofa

$$y_0 = S_{red} / A_{red}; sm \quad (19)$$

Keltirilgan kesim inersiya momenti.

$$I_{red} = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h \cdot (0,5 \cdot h - y_0)^2 + A'_s \cdot \left(\frac{E'_s}{E_b} - 1 \right) \cdot (h - y_0 - a'_s)^2 + A_s \cdot \left(\frac{E_s}{E_b} - 1 \right) \cdot (y_0 - a_s)^2; sm^4 \quad (20)$$

Keltirilgan kesimni quyi zonasi bo'yicha qarshilik momenti

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_0} sm^3; \quad (21)$$

1-bosqichida to'sinda normal darzarlar paydo bo'lishidan oldin kuchlanish zonasida betonda sezilarli plastik deformatsiyalar hosil bo'ladi. Bu ushbu mintaqada to'rtburchak kuchlanish diagrammasini qabul qilish va W_{red} o'rniga W_p kesmaning qarshilik elastik-plastik momentini kiritish orqali hisoblab olinadi [5].

W_r ni hisoblash uchun nol chizig'ining o'rmini aniqlash kerak.

$$S'_b = b \cdot x \cdot \frac{1}{2} \cdot x = \frac{b \cdot x^2}{2}; S'_s = A'_s \cdot (x - a'_s); \alpha'_s = \frac{E'_s}{E_b}; \quad (22)$$

$$S_s = A_s \cdot (h - x - a_s); S_{bt} = b \cdot (h - x) \cdot \frac{1}{2} \cdot (h - x) = \frac{b \cdot (h - x)^2}{2}; \quad (23)$$

1-bosqichdagi betonning siqiluvchi zona balandligi quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$x = \frac{0,5 \cdot b \cdot h^2 + \alpha_s \cdot A_s \cdot (h - a_s) + \alpha'_s \cdot A'_s \cdot a'_s}{b \cdot h + \alpha'_s \cdot A'_s + \alpha_s \cdot A_s} = \frac{S'_{red}}{A_{red}} = h - y_0; \quad (24)$$

Kesmaning elastik-plastik qarshilik momenti W_{pl} siqilgan betonda kuch ta'sir qiluvchi nuqtasidan o'tuvchi o'qqa nisbatan barcha kuchlar momentlarining muvozanat holatidan aniqlanadi. Bu nuqta kesmaning yuqori chetidan $\frac{x}{3}$ masofada joylashgan. Amaliy hisob natijalarida W_{pl} qiymati quyidagicha aniqlanadi.



$$W_{pl} = \gamma \cdot W_{red} \text{ sm}^3; \quad (25)$$

bu yerda γ -betonning elastik-plastik deformatsiyalarini hisobga oluvchi koefitsient. To'g'ri to'rtburchak kesm uchun $\gamma = (1,73 - 0,005R_{fb} - 15)$.

Yoriq hosil bo'lishining nazariy momenti quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$M_{crc}^T = R_{bt} \cdot W_{pl} N \cdot m; \quad (26)$$

Yoriq shakllanishining nazariy moment mos keladigan tashqi yuk.

$$M_{crc}^T = \frac{P_{crc}^T \cdot l_0}{6} + M_{S,V} + M_{3,U}, \quad (27)$$

$$P_{crc}^T = \frac{6 \cdot (M_{crc}^T - M_{3,U} - M_{S,V})}{l_0}; N \quad (28)$$

Yoriq hosil bo'lishini hisobga olgan holda cho'zilgan betonning elastik bo'lmagan deformatsiyalari quyidagi qoidalarni hisobga olgan holda aniqlanadi.

-deformatsiyalardan so'ng kesm yuzasi tekis bo'lib qoladi.

-betonning siqiluvchi zonasidagi kuchlanish diagrammasi elastik zonadagi kabi uchburchak shaklida olinadi.

$$\left(\sigma_{b1} = 0,6 \cdot R_b, \varepsilon_{b1} = \frac{\sigma}{E_b}, \varepsilon_{b0} = 2 \cdot 10^{-3}, \varepsilon_{b2} = 3,5 \cdot 10^{-3} \right) \quad (29)$$

$$\sigma_b \leq \sigma_{b1}, \quad \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b1};$$

-betonning kuchlanish zonasidagi kuchlanish diagrammasi trapesiya shaklida qabul qilinadi. Betonning kuchlanish kuchining hisoblangan qiymati oshmaydi.

$$R_{bt}(\varepsilon_{bt1} = 0,8 \cdot 10^{-4}, \varepsilon_{br0} = 1 \cdot 10^{-4}, \varepsilon_{bt2} = 1,5 \cdot 10^{-4})$$

-betonning haddan tashqari qo'zilish tolasining nisbiy deformatsiyasi

$$\sigma_b = \varepsilon_b \text{ yoki } \sigma_{bt} = \varepsilon_{bt};$$

-kuchlanishsiz armaturadagi kuchlanishlar elastik jismdagi kabi nisbiy deformatsiyalarga qarab olinadi.

To'sinning yuk ko'tarish qobiliyati kuchlanish-deformatsiya holatining 3-bosqich va quyidagi taxminlarga asoslanib aniqlanadi.

-betonning kuchlanishi nolga teng deb qabul qilinadi.

-betonning siqilish kuchi R_b ga teng va betonning siqilish zonasida bir xilda taqsimlangan kuchlanishlar bilan ifodalanadi.

armaturadagi bosim kuchlanishlari R_{sc} hisoblangan bosim qarshiligidan ko'p bo'lmagan holda qabul qilinadi.

-armaturadagi kuchlanish betonning siqiluvchi zona balandligidan kelib chiqib aniqlanadi. Lekin hisoblangan kuchlanish R_s dan oshmaydi. Laboratoriya ishlarida kesimning yuk ko'tarish qobiliyatining nazariy va eksperimental qiymatlarini solishtirish uchun beton va armaturaning hisoblangan qarshiliklari o'rniga ularning o'rtacha qiymatlari qo'llaniladi. R_b, R_{sc}, R_s .

Kesimning bo'ylama o'qigidagi barcha kuchlar uchun muvozanat tenglamasi [6].

$$\sum N = 0. R_b \cdot b \cdot x \cdot \gamma_{b2} + R_{sc} \cdot R'_s = R_s \cdot A_s; \quad (30)$$

bu yerda γ_{b2} -statik yukning davomiyligini hisobga oluvchi koefitsient $\gamma_{b2} = 1$.

To'sinning siqiluvchi zona balandligi.

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot R'_s}{R_b \cdot b}; \text{ sm} \quad (31)$$

Siqiluvchi zonaning nisbiy balandligi

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{400} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)}; \quad \xi \leq \xi_R \quad (32)$$

Nazariy buzilish momentini aniqlash uchun kuchlanish armaturasining o'qiga nisbatan barcha kuchlarning momentlari uchun muvozanat shartlari qo'llaniladi.

$$\sum N = 0. M_{raz}^T = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a'_s); N \cdot m. \quad (33)$$

Nazariy uzilish momentiga mos keladigan tashqi yuk:

$$M_{raz}^T = \frac{P_{raz}^T \cdot l_0}{6} + M_{S,V} + M_{3,U}; \quad (34)$$

$$P_{raz}^T = \frac{6 \cdot (M_{raz}^T - M_{3,U} - M_{S,V})}{l_0}; N \quad (35)$$

3. Natijalar

Ushbu nazariy tadqiqotda uzunligi 40 mm bo'lgan shisha tolalarini beton tarkibiga turli hajmlarda (0.0÷0.5%) qo'shish natijasida fibrotemirbeton to'sinning nazariy yuk ko'tarish qobiliyatiga ta'siri o'rganildi. Temirbeton va fibrotemirbeton to'sinlarning mustahkamlik ko'rsatkichlari 2-jadvalda keltirilgan.

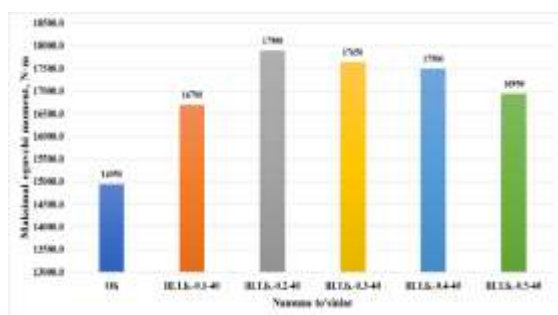
2-jadval

Temirbeton va fibrotemirbeton to'sinlarning mustahkamlik ko'rsatkichlari

№	Seriya	To'sinning kesim o'lchamlari, sm				Buzuvchi moment (N·m)	Farq %
		b	h	h _o	l		
1	O. B.	10	20	17	120	14950	-
2	III.T.B.-0.1-40	10	20	17	120	16700	11,7
3	III.T.B.-0.2-40	10	20	17	120	17900	19,7
4	III.T.B.-0.3-40	10	20	17	120	17650	18,1
5	III.T.B.-0.4-40	10	20	17	120	17500	17,1
6	III.T.B.-0.5-40	10	20	17	120	16950	13,4



Nazorat to'sini uchun hisoblangan maksimal yuk qiymati 14950 N ni tashkil etdi. Tolalar hajmining 0.1% ga oshirilishi bilan to'sinning nazariy yuk ko'tarish qobiliyati 16700 N gacha ko'tarildi. Bu esa nazorat namunasi bilan solishtirganda sezilarli darajada (11.7%) ortish qayd etilganini ko'rsatadi. Shisha tolalari 0.2% miqdorida esa to'sinlarning maksimal yuk ko'tarish qobiliyati 17900 N ni tashkil etdi. Bu nazorat namunaning mustahkamligiga nisbatan 19.7% o'sish bo'lib, hisoblangan qiymatlar ichida eng yuqori samaradorlikni ta'minladi. Tolalar miqdori 0.3%, 0.4% va 0.5% ga yetkazilganda fibrotemirbeton to'sinlarning yuk ko'tarish qobiliyatining mos ravishda 17650 N, 17500 N va 16950 N ni tashkil etdi. Shisha tolalari bilan dispers armaturalangan fibrotemirbeton to'silardagi maksimal eguvchi moment qiymatlari 1-rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm. Maksimal eguvchi moment

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, shisha tolalari kichik miqdorda qo'shilganda betonning ko'p nazariy ko'rsatkichlarini yaxshilaydi. Xususan, 0.1–0.2% oralig'i konstruktiv samaradorlikning eng maqbul diapazoni hisoblanadi. Nazariy tahlil natijalari mavjud ilmiy manbalarda shisha tolali kompozitlar bo'yicha qayd etilgan tajriba natijalari bilan mos keladi. Tadqiqotlarda tolalar miqdori 0.2÷0.3% miqdorlarida optimal deb baholanishi qayd etilgan bo'lib, ushbu ishda nazariy yondashuv orqali xuddi shu ko'rsatkich tasdiqlandi. Bu esa nazariy hisoblar qabul qilingan modelning real konstruktiv xususiyatlarni yetarli darajada aks ettirishini ko'rsatadi.

Nazariy hisob natijalari dispers armaturalashning shisha tolalari bilan bajarilishi betonning yuk ko'tarish qobiliyatini oshirishda samarali ekanligini ko'rsatdi. Natijalarga ko'ra, 0.2% tolali fibrotemirbeton variantini optimal variant sifatida tavsiya etish mumkin. Keyingi bosqichlarda ushbu natijalarni eksperimental sinovlar bilan solishtirish, yuklanish ostidagi real deformatsion xususiyatlarni tahlil qilish hamda konstruksiyani chuqur o'rganish bu nazariy xulosalarning aniqligini yanada mustahkamlashga xizmat qiladi.

4. Xulosa

1. Nazariy hisoblar shuni ko'rsatdiki, uzunligi 40 mm bo'lgan shisha tolalarni beton tarkibiga dispers usulda qo'shish fibrotemirbeton to'sinning yuk ko'tarish qobiliyatini sezilarli darajada oshiradi.

2. Tolalar miqdori 0.1% dan 0.5% gacha oshirilganda to'sinlarning yuk ko'tarish qobiliyati ortadi: 0.2% tolalar hajmida maksimal samaradorlik kuzatildi (17900 N), bu nazorat namunasi bilan solishtirganda 19.7% o'sishga teng.

3. Olingan natijalar mavjud ilmiy adabiyotlar bilan mos kelib, dispers armaturalashning samaradorligini nazariy jihatdan tasdiqlaydi. Keyingi bosqichlarda ushbu natijalarni eksperimental sinovlar bilan tekshirish tavsiya etiladi, shuningdek tolalar tarqalishi va fibrotemirbeton chuqur tahlil qilish orqali konstruksiyaning haqiqiy ishlashini baholash mumkin.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Бондаренко В.М., Бакиров Р.О., Назаренко В.Г., Римшин В.И. “Железобетонные и каменные конструкции”. /Под ред. В.М. Бондаренко.-М.: Высшая школа, 2002.-876 с.
- [2] Красовицкий М.Ю. Способы получения полных диаграмм σ - ϵ конструкционных бетонов и предложения по их аппроксимации. -М.:ВИНИТИ РАН, 1998, №8, б/о 286.
- [3] СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. /Гострой России. -М.: ГУП ЦПП, 1998. -76 с.
- [4] СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. М.:ФГУП ЦПП, 2004. -25 с.
- [5] СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры.-М.:ФГУП ЦПП, 2004. -54 с.
- [6] Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003). /ЦНИИПромзданий, НИИЖБ. – М.: ОАО “ЦНИИПромзданий”, 2005.-214 с..

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Razzakov Sobirjon / Sobirjon Razzakov	Namangan davlat texnika universiteti, “Bino va inshootlar qurilishi kafedrası” professori, t.f.d., E-mail: sobirjonrsj@gmail.com , Tel.: +99890-741-04-22 https://orcid.org/0000-0002-3676-901X
Egamberdiyev Ismoiljon / Ismoiljon Egamberdiyev	Namangan davlat texnika universiteti, “Bino va inshootlar qurilishi” kafedrası doktoranti, E-mail: gamberdiyevismoiljon490@gmail.com , Tel.: +99893-949-69-89.
Ahmedov Akmaljon/Akhmedov Akmaljon	Namangan davlat texnika universiteti, “Bino va inshootlar qurilishi” kafedrası doktoranti E-mail: axmedovakmalxon1@gmail.com , Tel.: +99893-510-05-53



Martazayev
Abdurasul/ Martazaev
Abdurasul

Namangan davlat texnika
universiteti "Bino va
inshootlar qurilishi
kafedrası" dotsenti, t.f.f.d.,
E-mail:
abdurasul.mas@gmail.com,
Tel.:+99893-914-05-06
<https://orcid.org/0000-0002-0799-8139>



Modern methodological approaches to assessing health risks of the working population

O.I. Kopytenkova¹, L.A. Levanchuk¹, Z.Sh. Tursunov²

¹Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Saint Petersburg, Russian Federation

²Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article presents a comparative analysis of modern methodological approaches to assessing occupational health risks for workers in various countries, including Russia, the USA, the European Union, and China. The key principles, regulatory frameworks, and applied methodologies are considered, such as the regulatory-oriented approach in Russia, the OSHA system and the science-based recommendations of NIOSH and ACGIH in the USA, as well as methods based on the employer's responsibility in the EU. Special attention is paid to the transition from compliance control to comprehensive risk management. Using a practical example of risk assessment for locomotive crew workers, the application of a methodology based on the approaches of the US Environmental Protection Agency (EPA) and the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) is demonstrated, including the calculation of the Hazard Index. It is established that, despite differences in approaches, there is a global trend towards the convergence of methodologies and the integration of risk assessment into occupational health and safety management systems, which is confirmed by the active use of international standards such as ISO 45001.

Keywords: occupational risk assessment, occupational risk management, working conditions, occupational safety, industrial hygiene, OSHA, NIOSH, MAC (Maximum Allowable Concentration), Hazard Index, comparative analysis, international standards, workers' health

Современные методические подходы к оценке риска здоровью работающего населения

Копытенкова О.И.¹, Леванчук Л.А.¹, Турсунов З.Ш.²

¹Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Российская Федерация

²Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье представлен сравнительный анализ современных методических подходов к оценке профессионального риска здоровью работающего населения в различных странах, включая Россию, США, страны Европейского Союза и Китай. Рассмотрены ключевые принципы, нормативная база и применяемые методики, такие как нормативно-ориентированный подход в России, система OSHA и научно-обоснованные рекомендации NIOSH и ACGIH в США, а также методы, основанные на обязанности работодателя в ЕС. Особое внимание уделено переходу от контроля соблюдения нормативов к комплексному управлению рисками. На практическом примере оценки риска для работников локомотивных бригад продемонстрировано применение методологии, основанной на подходах Агентства по охране окружающей среды США (EPA) и Национального института охраны труда (NIOSH), с расчетом индекса опасности (Hazard Index). Установлено, что, несмотря на различия в подходах, в мире наблюдается тенденция к сближению методик и интеграции оценки рисков в системы управления охраной труда, что подтверждается активным использованием международных стандартов, таких как ISO 45001.

Ключевые слова: оценка профессионального риска, управление профессиональными рисками, условия труда, охрана труда, гигиена труда, OSHA, NIOSH, ПДК, Hazard Index, сравнительный анализ, международные стандарты, здоровье работающих

1. Введение

На современном этапе технологического развития производственная деятельность сопровождается неблагоприятным воздействием как на работающих, так

и на окружающую среду. В настоящее время методология оценки риска здоровью населения достаточно хорошо разработана. В различных странах



используется единый методологический подход [1]. Вместе с тем, единый подход к оценке риска здоровью работающих отсутствует.

В связи с этим целью настоящей работы является анализ и обобщение научных сведений о методах оценки и прогноза риска здоровью работающих в различных условиях труда.

Материалы и методы. Проведен анализ методических подходов к оценке риска здоровью работающих в России, США, странах Европейского Союза, Китае и анализ результатов расчета профессионального риска.

2. Методика исследования

Анализ методов в США показал, что система децентрализована, ключевую роль играют профессиональные ассоциации и стандарты OSHA (Occupational Safety and Health Administration). Оценка риска часто носит качественный или полуквантитативный характер, например, для опасностей, не имеющих установленных стандартов (Permissible Exposure Limits - PELs). Метод представляет собой мониторинг воздействия и сравнение со стандартами. Оценка риска направлена на количественное определение вероятности неблагоприятного эффекта при заданном уровне воздействия. Процесс включает четыре ключевых этапа. (идентификация опасности, оценка зависимости «доза-эффект» и экспозиции и характеристика риска). Риск выражается в вероятности, например, 4×10^{-3} (4 случая заболевания на 1000 работников). OSHA часто устанавливает нормативы, основанные на приемлемом уровне риска (1×10^{-3}). Основными особенностями методики можно считать использование моделей экстраполяции с животных на человека и концепцию «приемлемого риска» при управлении риском [2].

Дополнительно Национальный институт безопасности и гигиены труда США (NIOSH) разрабатывает более современные и часто более строгие нормативы (recommended Exposure Limits - RELs). Институт публикует детальные методики отбора проб и анализа и проводит углубленные исследования рисков, включая эпидемиологические и токсикологические.

Кроме того, передовой научно-обоснованный реализует Американская конференция правительственных специалистов по промышленной гигиене (ACGIH). Конференция обосновывает пороговые значения (TLV) и индексы биологического воздействия (BEI). Несмотря на то, что предложенные пороговые значения не являются законом, они широко признаны во всем мире как лучшая практика и используются для прогноза и управления рисками [1-4].

В ЕС действует рамочная Директива 89/391/ЕЕС «О введении мер по содействию улучшению безопасности и здоровья работников», которую каждая страна-член имплементирует в национальное законодательство. Директива закрепляет обязанность работодателя проводить оценку всех рисков для работников [5-8]. При этом в Великобритании методика включает контроль за веществами, опасными для здоровья (COSHH) и оценку риска по шагам, т.е. использование контрольных этапов. Основная идея – оценка риска как основа для его управления.

Германия реализует систему, управляемую институтами страхования от несчастных случаев

(DGUV). Они выпускают технические правила по безопасности (TRGS), например, TRGS 400 «Оценка рисков при деятельности с опасными веществами».

Во Франции обязательной является документация «Единого документа по оценке профессиональных рисков». В Нидерландах используется методика Stoffenmanager, основанная на контрольных этапах, которая получила международное признание. Анализ позволит установить, что европейские научные комитеты, например, SCHER, SCOEL разрабатывают научные обоснования для установления нормативов воздействия на рабочем месте (OELs). В основе оценки риска лежит принцип предосторожности и иерархия мер контроля. Особенностью является то, что работодатель сам выбирает адекватные для него методы оценки. Все методы оценки рисков интегрированы в общую систему управления охраной труда.

Австралия использует модель WHS (Охрана труда и техника безопасности), основанную на оценке риска. Широко используется иерархия контроля, ключевым принципом которого является «настолько низко, насколько это практически достижимо».

В Канаде система похожа на американскую, но с более строгими нормативами. Широко используются пороговые значения американской Конференция ACGIH. В то же время различные территории имеют свою юрисдикцию.

В Японии действует Закон о промышленной безопасности и гигиене труда, который регламентирует достаточно сильную систему промышленной безопасности. Широко используются собственные нормативы (JSL) и методы оценки, включая прогноз риска на основе токсикологических данных.

Китайская система находится в стадии активного развития и сочетает традиционные подходы с заимствованием международного опыта [9-11]. Закон КНР о профилактике и лечении профессиональных заболеваний и стандарты GBZ/T 298-2017 «Руководство по оценке профессионального риска воздействия химических веществ на производстве» регламентируют методологию, которая включает этапы, схожие с западными: идентификация опасности, оценка экспозиции, оценка зависимости «доза-эффект» и характеристика риска.

На практике часто используется трехуровневая модель, которая включает предварительную оценку (на основе паспортов безопасности), детальную оценку (измерения в воздухе рабочей зоны) и оценку воздействия на основе биомониторинга. Рассчитывается Индекс Риска (RI) или вероятность превышения допустимого уровня. Подход все еще зависит от национальных стандартов ПДК.

В Российской Федерации ключевым принципом принят нормативно-ориентированный, комплексный подход [12-14]. Оценка риска сводится к сравнению фактических концентраций/уровней вредных факторов с гигиеническими нормативами (ПДК, ПДУ). Количественная оценка часто имеет формализованный, «полу-количественный» характер. Основу составляет Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска...». Используется не вероятностная оценка риска (как в США), а отнесение рабочего места к определенной категории риска, например, «высокий», «средний» или «низкий», для определения объема компенсаций и профилактических мероприятий.



Прямой расчет вероятности развития заболевания не проводится. Акцент делается на идентификации вредного фактора, а не на прогнозе последствий. Особенности можно считать жесткую привязку к нормативам (ПДК/ПДУ). Результат используется для назначения льгот и компенсаций, а не для управления рисками на основе cost-benefit анализа.

Международная организация труда (МОТ) продвигает систему управления охраной труда, основанную на оценке рисков, как основу для

национальных законодательств. Международным стандартом, который требует от организаций проведения оценки профессиональных рисков и определения мер контроля является Стандарт ISO 45001:2018 «Системы менеджмента охраны здоровья и безопасности». Он задает общую рамку, но не предписывает конкретных методик.

Результаты сравнительного анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ методических подходов к оценке профессионального риска

Страна/ Регион	Ключевые нормативы	Подход	Основные методики
Россия	ПДК, ПДУ (СОУТ)	От гигиенического нормирования к управлению рисками	Р 2.2.1766-03, МР 2.2.1.3641-20 (балльные, матричные)
США	PELs (OSHA), TLVs (ACGIH), RELs (NIOSH)	Нормативный + научно-обоснованный	Соответствие PEL, использование TLVs, Control Banding
ЕС	Директива 89/391/ЕЕС, национальные OELs	Упреждающий, основанный на обязанности работодателя	COSHH (UK), Stoffenmanager (NL), TRGS (DE)
Китай	GBZ Standards (MACs, TLs)	Государственно-нормативный	Оценка на основе классов условий труда, матрицы риска
Международный	ISO 45001, Рекомендации МОТ	Системный, менеджмент рисков	Любые методики, интегрированные в систему менеджмента

Стандарты ACGIH (TLVs) и ISO 45001 становятся де-факто международными ориентирами. Россия находится в процессе этого перехода, имея мощный научный задел в области гигиены, но еще только внедряя современные системы проактивного управления рисками на уровне предприятий.

Пример расчета показателя профессионального риска в соответствии с Методология Агентства по охране окружающей среды (EPA) и Национального института охраны труда (NIOSH) для часто встречающихся условий труда у работников локомотивных бригад: шум 84 дБА, общая вибрация 0,9 м/с², напряженность труда 3.2, тяжесть труда 3.1 показатели микроклимата 3.1, химическое загрязнение воздуха рабочей зоны 3.1.

Для расчета использован комплексный подход, основанный на оценке воздействия каждого вредного фактора и его комбинированного эффекта. Однако, важно отметить, что не существует единой, официально

утвержденной формулы от EPA или NIOSH, которая объединяла бы все эти разнородные факторы в один интегральный показатель риска. Эти агентства, как правило, оценивают риски по отдельным факторам. Поэтому расчет состоит из двух частей (оценка риска для каждого фактора на основе сравнения с гигиеническими нормативами и интегральная оценка комбинированного риска с использованием логики и принципов, принятых в профессиональной гигиене с использованием принципа аддитивности или потенцирования действий). Использованы российские нормативы.

Методология NIOSH/EPA для оценки риска здоровья основана на концепции Коэффициента Hazard Quotient (HQ) и Индекса Hazard Index (HI).

$$HQ = \frac{\text{Фактический уровень воздействия}}{\text{Референсный уровень (ПДК, ПДУ)}}$$

Результаты представлены в таблице 2.



Таблица 2

Результаты расчета профессионального риска здоровью работников локомотивных бригад

Фактор	Референтный уровень	Фактическое значение	Результат
Шум	80 дБА	84 дБА	$HQ_{\text{шум}} = 84 \text{ дБА} / 80 \text{ дБА} = 1,05$
Вибрация	0,56 м/с ²	0,9 м/с ²	$HQ_{\text{вибрация}} =$ $0,9 / 0,56 \approx 1,61$
Загрязнение воздуха рабочей зоны	ПДК	1,5 ПДК	$HQ_{\text{химия}} =$ $C / \text{ПДК} \approx 1,5$
Параметры микроклимата	Комплексное воздействие	3,1	Достоверный риск
Напряженность труда	Комплексное воздействие	3,2	Достоверный риск
Тяжесть труда	Комплексное воздействие	3,1	Достоверный риск

Поскольку на работника действует несколько факторов, учтено их совместное действие. Стандартный подход EPA/NIOSH — Hazard Index (HI), определяется как:

$$HI = \sum HQ_i$$

Подход предполагает аддитивность эффектов (риски складываются).

Расчет HI для количественных факторов проведен следующим образом:

$$HI = HQ_{\text{шум}} + HQ_{\text{вибрация}} + HQ_{\text{химия}}$$

$$HI = 1,05 + 1,61 + 1,5 = 4,16$$

Анализ риска: $HI > 1$ указывает на наличие неприемлемого риска для здоровья. $HI = 4,16$ означает, что совокупный риск достаточно высок. Учет качественных факторов (микроклимат, тяжесть и напряженность труда) усугубляют общую нагрузку на организм. Они могут потенцировать (усиливать) негативное действие физических и химических факторов. Работа в условиях нагревающего микроклимата усиливает восприимчивость к химическим веществам, а высокий стресс снижает общую резистентность организма, тяжесть труда в сочетании с вибрацией формирует патологию костно-мышечной системы.

3. Заключение

Окончательная оценка характеризует риск как «высокий», позволяет определить направления совершенствования условий труда и направления профилактических мероприятий. В связи с тем, что большинство факторов относится к «неустраняемым» на современном этапе, необходимо обратить внимание на профилактические мероприятия. Их основу будет составлять медицинский мониторинг (NIOSH): обязателен регулярный медицинский осмотр с акцентом на аудиометрию, обследование опорно-двигательного аппарата и нервной системы, обследование систем, на которые влияет конкретное химическое вещество (например, дыхательная,

кровенворная), кардиологический и психоневрологический скрининг (учитывая напряженность труда). Медицинский мониторинг направлен на раннее выявление изменений в показателях здоровья.

Таким образом, установлено, что во всем мире происходит переход от простого контроля за соблюдением нормативов к комплексному управлению профессиональными рисками, когда оценка риска является первым и основным шагом. Страны отличаются по строгости нормативов, степени детализации методик, роли государства и уровню вовлеченности научного сообщества. Наблюдается постепенное сближение подходов. Использование общепринятой методики оценки профессионального риска позволяет получить объективные результаты и обосновать корректирующие мероприятия, направленные на сохранение здоровья работающих.

Использованная литература / References

- [1] Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS). Part A [Электронный ресурс] // U.S. Environmental Protection Agency (EPA). – 1989. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part> (дата обращения: 25.09.2025).
- [2] Manual of Analytical Methods (NMAM) [Электронный ресурс] // The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). – 5th Ed. – Режим доступа: <https://www.cdc.gov/niosh/nmam/> (дата обращения: 25.09.2025).
- [3] NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards [Электронный ресурс] / The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). – Режим доступа: <https://www.cdc.gov/niosh/npg/> (дата обращения: 21.08.2025).
- [4] Health and Safety Executive (HSE), UK. COSHH Essentials: Easy steps to control chemicals. HSG193. 2003.
- [5] European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). Risk assessment — Facts and figures. 2019.



[6] Ashley, K., & O'Connor, P. F. (2017). NIOSH Manual of Analytical Methods: A Review of the 2017 Fifth Edition. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 14(9), D103-D114.

[7] International Programme on Chemical Safety (IPCS). WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards. 2010.

[8] Pausenbach D.J. (ed.). Human and Ecological Risk Assessment: Theory and Practice. – John Wiley & Sons, 2002.

[9] Wang, Z., Wang, L., & He, X. Occupational health risk assessment in China: Status, challenges and countermeasures // *Journal of Occupational Health*. – 2020. – Vol. 62(1). – (Аналитическая статья о состоянии дел в Китае).

[10] Закон КНР о профилактике и лечении профессиональных заболеваний

[11] GBZ/T 298-2017 «Руководство по оценке профессионального риска воздействия химических веществ на производстве»

[12] Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003.

[13] Разумов В.В., Михайлова Ю.В. Профессиональный риск: от оценки к управлению // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2019. – № 8. – С. 11-16.

[14] Кириллов В.Ф., Симонова Н.И. Современные проблемы оценки профессионального риска // *Гигиена и санитария*. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 5-9.

Информация об авторах/ Information about the authors

Копытенкова О.И / O. Kopytenkova	Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра, профессор
Леванчук Л.А / L.A. Levanchuk	Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра, профессор
Турсунов З.Ш / Z. Tursunov	Ташкентский государственный транспортный университет, заведующий кафедрой, доцент



Methodological approaches to organizing control of acoustic load from railway transport

O.I. Kopytenkova¹, L.A. Levanchuk¹, Z.Sh. Tursunov²

¹Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Saint Petersburg, Russian Federation

²Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article substantiates methodological approaches to organizing the control of acoustic load from railway transport in adjacent areas. A comparative analysis of regulatory documents from Russia and Uzbekistan governing noise measurements (GOST 23337-2014, MUK 4.3.3722-21, SN RUz 001-95, SanPiN No. 0376-16) was conducted. Particular attention is paid to the methodology of GOST 20444-2014 and its analogue UzKS 20444:2015, which involve a series of measurements by type of rolling stock with subsequent conversion of equivalent sound levels for different time intervals (L_{night}, L_{day}, L_{den}). A practical example shows that applying this approach yields more accurate results (7–10 dBA lower compared to direct measurements) that align with WHO recommendations. Ways to unify noise control methods are proposed, including creating a database of acoustic characteristics of rolling stock and updating regulatory documents for the calculated determination of L_{night}, L_{day}, L_{den} indicators.

Keywords: acoustic load, railway transport, noise impact, equivalent sound level, GOST 20444-2014, UzKS 20444:2015, L_{night} L_{day} L_{den}, sanitary protection zones, noise regulation, noise control

Методические подходы к организации контроля акустической нагрузки от железнодорожного транспорта

Копытенкова О.И.¹, Леванчук Л.А.¹, Турсунов З.Ш.²

¹Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Российская Федерация

²Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье обоснованы методические подходы к организации контроля акустической нагрузки от железнодорожного транспорта на прилегающих территориях. Проведен сравнительный анализ нормативных документов России и Узбекистана, регулирующих измерения шума (ГОСТ 23337-2014, МУК 4.3.3722-21, СН РУз 001-95, СанПиН № 0376-16). Особое внимание уделено методике ГОСТ 20444-2014 и её аналогу УзКС 20444:2015, которые предусматривают проведение серии измерений по типам подвижного состава с последующим пересчетом эквивалентных уровней звука для различных временных интервалов (L_{night}, L_{day}, L_{den}). На практическом примере показано, что применение данного подхода позволяет получить более точные результаты (на 7–10 дБА ниже по сравнению с прямыми замерами), соответствующие рекомендациям ВОЗ. Предложены пути унификации методик контроля шума, включая формирование базы акустических характеристик подвижного состава и актуализацию нормативных документов для расчётного определения показателей L_{night}, L_{day}, L_{den}.

Ключевые слова: акустическая нагрузка, железнодорожный транспорт, шумовое воздействие, эквивалентный уровень звука, ГОСТ 20444-2014, УзКС 20444:2015, L_{night} L_{day} L_{den}, санитарно-защитные зоны, нормирование шума, контроль шума

1. Введение

В связи с развитием городов, увеличением автотранспортного потока, ростом объемов и темпов строительства жилых помещений вблизи железнодорожных путей, стоит задача правильно измерить и оценить вклад в общую акустическую обстановку внешнего шума, излучаемого железнодорожным транспортом (потоками железнодорожного транспорта). В настоящее время проведение измерений, оценки и анализа шума от железнодорожного транспорта проводится в

соответствии с ГОСТ 23337-2014 [1] и МУК 4.3.3722-21 [2], областью применения которых является измерение уровней шума, в том числе на территории жилой застройки. В Узбекистане основным документом, регулирующим вопросы шума, является: СН РУз 001-95 «Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки» [3], который определяет основные требования к проведению измерений шума и его нормированию. Прямым аналогом МУК 4.3.3722-21 в



Узбекистане прямым является СанПиН № 0376-16 «Санитарно-защитные зоны промышленных предприятий, сооружений и иных объектов» [3] и другие отраслевые санитарные правила, который дает указания по проведению измерений шума и гигиенической оценке результатов измерений для целей санитарного надзора. На практике, аккредитованные лаборатории в Узбекистане, проводящие измерения шума, часто работают по своим внутренним, утвержденным методикам, которые разрабатываются на основе СН РУз 001-95.

В части измерения шума транспортных потоков разработан ГОСТ 20444-2014 [5], который в отличие от вышеуказанных документов устанавливает проведение большого количества измерений по видам проходящего подвижного состава, а также иной метод сравнения полученных результатов. Прямой аналог, является УзКС 20444:2015 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики».

В настоящее время в нормативных документах представлены регламенты проведения измерений шума с различными периодами осреднения. Вместе с тем, ВОЗ рекомендует использовать периоды осреднения равные 8 часам для ночного времени, 16 часов для дневного и 24 для среднесуточного показателя [3].

Целью настоящего исследования является обоснование методических подходов к организации контроля акустической нагрузки от потоков железнодорожного транспорта.

2. Методика исследования

Суть проведения замеров с использованием ГОСТ 20444-2014 и УзКС 20444:2015 [6] заключается в необходимости проведения от 5 до 20 измерений на расстоянии 25 м от колеи, по видам проходящего железнодорожного состава, протяженных во времени (до 1 суток), формирование базы акустических характеристик различных видов подвижного состава и дальнейший пересчет показателей шума так называемого «единичного события» на изучаемый период – 16 часов для дневного периода времени и 8 часов для ночного периода. На основе анализа трафика. Результаты, получаемые с применением указанного подхода, являются более точными, нежели полученные с применением Методических указаний МУК 4.3.3722-21.

Пример расчета эквивалентного уровня звука при использовании ГОСТ 20444-2014 и УзКС 20444:2015 и использовании результатов прямых измерений МУК 4.3.3722-21, а также СанПиН № 0376-16 Узбекистана выполнен в соответствии со следующими условиями. Результаты измерения шума от проходящего поезда: прямые измерения – 85 дБА, время прохождения поезда 5 минут, общее количество поездов в ночное время 18 ед., в дневное – 18 ед., за сутки 36 ед.

Результаты прямых измерений и расчета приведены в таблице.

Таблица 1

Результаты расчета					
Условия		Количество проездов транспорта (ед.)	Эквивалентный уровень звука транспортного потока, дБА		
Результаты измерения, дБА	Время воздействия (мин)		8 часов	16 часов	24 часа
85	90	18			
40	390	Фон			
85	90	18			
40	780	Фон			
85	180	36			
40	1260	Фон			
Результаты расчета			78	75	76
По результатам измерения с использованием МУК 4.3.3722-21 и СанПиН № 0376-16			85 дБА		

Данный расчет является иллюстративным. В данном контексте измерения 85 дБА — это, уровни звука, усредненные за время прохождения серии поездов. В реальной практике измерения шума от железнодорожного транспорта по ГОСТ 20444-2014, методика может быть сложнее, учитывая разделение на шумовые события (проход поездов) и фоновые уровни звука.

Анализ результатов свидетельствует что при одних и тех же исходных данных результаты, полученные при расчете эквивалентного уровня шума транспортного потока при различных периодах осреднения на 7-10 дБА меньше результатов прямых измерений без

использования методического подхода применяемого в соответствии с рекомендациями ВОЗ (Lnight, Lday, Lden) [7].

В условиях небольшого количества времени, малой численности персонала при выездных проверках контролирующие органы используют при измерении уровней шума от железнодорожного транспорта менее сложный способ, применяя ГОСТ 23337-2014 «Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий», при этом получая более высокий показатель по шумовому воздействию, что в свою очередь приводит к завышенным результатам.



Для унификации методических подходов к организации контроля акустической нагрузки на жилые территории от железнодорожного транспорта необходимо сформировать информационную базу акустических характеристик различных видов подвижного состава, внести дополнения в МУК 4.3.3722-21 (Россия) и СанПиН № 0376-16 (Узбекистан) и проводить расчетное определение L_{night} , L_{day} , L_{den} . Это позволит использовать единый подход к характеристике акустической ситуации на территории вблизи линейных объектов железной дороги, использовать полученные данные для обоснования санитарно-защитных зон и проводить сравнительный анализ с результатами, полученными в других странах.

3. Заключение

Предложенные методические подходы к контролю акустической нагрузки от железнодорожного транспорта позволяют проводить расчет эквивалентных уровней шума (L_{night} , L_{day} , L_{den}) и обеспечивают единый подход к оценке акустической обстановки вблизи железнодорожной инфраструктуры. Формирование базы акустических характеристик различных видов подвижного состава и применение стандартизированных методов измерений способствуют обоснованию санитарно-защитных зон, повышают точность оценки шума и позволяют проводить сравнительный анализ с международными данными, направленные на сохранение здоровья работающих.

Использованная литература / References

[1] ГОСТ 23337—2014 Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий.

[2] МУК 4.3.3722-21 «Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях»

[3] СН РУз 001-95 «Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки»

[4] СанПиН № 0376-16 «Санитарно-защитные зоны промышленных предприятий, сооружений и иных объектов»

[5] УзКС 31296.2:2014 (ИСО 1996-2:2007) «Шум. Описание, измерение и оценка шума окружающей среды. Часть 2. Определение уровней шума окружающей среды»

[6] УзКС 17187:2015 «Шум. Методы измерений шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий»

[7] Европейское руководство по контролю ночного шума [Текст] / Всемирная орг. здравоохранения, Европейское региональное бюро. — Copenhagen : Всемирная орг. здравоохранения, Европейское региональное бюро, сор. 2014. — XX, 207 с. : ил. : 24 см.; ISBN 978-92-890-5012-8.

Информация об авторах/ Information about the authors

Копытенкова О.И / О. Kopytenkova	Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра, профессор
--	---

Леванчук Л.А / L.Levanchuk	Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра, профессор
----------------------------------	---

Турсунов З.Ш / Z.Tursunov	Ташкентский государственный транспортный университет, заведующий кафедрой, доцент
---------------------------------	---



Promising directions for the development of automation of geodetic survey in the construction of the metropoliten

Z. Mirzaeva¹^a, Sh. Temirova¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The article discusses the basic principles and conditions for using the latest underground navigation system. For the first time in the Republic of Uzbekistan, a tunnel mechanized complex (TMC) - a movable prefabricated metal structure manufactured by Herrenknecht, a leading global manufacturer of tunneling machinery, manufactured in Germany - was used in the underground construction of Tashkent metro stations. The advantages and disadvantages of the underground navigation system of any diameter from 0.10 to 19 m under any engineering-geological conditions are shown, and conclusions are drawn about the prospects for its application. The regularities of the development of technical aspects of geodetic automation related to general historical trends are considered.

Keywords:

metro, geodetic survey, automation, tunnel mechanized complex (tmm), shield method, Herrenknecht

Перспективные направления развития внедрения автоматизации геодезической съемки в строительстве метрополитена

Мирзаева З.¹^a, Темирова Ш.¹

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация:

В статье будут рассмотрены основные принципы и условия использования новейшей подземной навигационной системы. В качестве примера приведено строительство второй очереди Юнусабадской линии ташкентского метро методом щита. Впервые в Республике Узбекистан при подземном строительстве станций метро Ташкента был использован туннельный механизированный комплекс (ТМК) – подвижная сборная металлоконструкция производства компании Herrenknecht, которая является ведущей компанией в мире и производит машины для строительства туннелей. Указаны недостатки и преимущества подземной навигационной системы любого диаметра от 0,10 до 19 м в любых инженерно-геологических условиях, сделаны выводы о перспективах ее применения. Рассмотрены закономерности развития технических аспектов автоматизации геодезии относительно общенсторических тенденций.

Ключевые слова:

метрополитен, геодезическая Съемка, автоматика, туннельный механизированный комплекс (ТМК), щит метод, Херренкнехт

1. Введение

Разработка системы геодезического обеспечения в строительстве метрополитена. Одним из важных направлений развития системы поддержки измерений месторождений является создание технической базы , позволяющей в полной мере использовать возможности электрооптической и вычислительной техники ,экономических математических методов и информационных технологий, обоснованность принимаемых решений. Комплексный подход к решению задач использования в производстве геодезических и геодезических операций точных количественных методов и вычислительной техники является ключевым компонентом процесса автоматизации геодезического обеспечения добычи полезных ископаемых и создает совершенно новые условия для его реализации[4]. В геодезии автоматизация-это не только средство

самосовершенствования, но и повышение уровня всей добычи полезных ископаемых. Многолетний опыт внедрения и использования новых геодезических технологий с использованием электронно – оптических и гироскопических систем дает достаточные основания сделать вывод о том , что их применение , особенно при работе в городских условиях в труднодоступных горных районах Узбекистана борисг, не только экономически оправдано, но и зачастую является единственным возможным средним при минимальных затратах физического труда быстрое выполнение работы[8]. При проектировании и строительстве учитывается строение массива, физико-механические свойства тел, их изменение во времени, сейсмичность местности, максимальные нагрузки и т. д. Тоннели являются важным звеном в строительстве подземных инженерных сооружений, связанных с ростом и развитием народного хозяйства. В связи с этим в тоннеле широко используются геодезические работы. Геодезические геодезические работы являются ответственным процессом на всех этапах строительства метро[10].

^a <https://orcid.org/0000-0001-6961-595X>



Качество и эксплуатационное воздействие использования строящихся объектов во многом зависит от своевременности проведения геодезико-геодезических работ и расстояний. При строительстве тоннелей метро после монтажа туннельных колец возникают различные деформации.

Для обеспечения бесперебойной работы метро необходимо проводить непрерывные и высокоточные геодезические наблюдения за развитием деформаций подземных сооружений. Важным аспектом обеспечения целостной безопасности в горнодобывающей промышленности является контроль устойчивости поверхности земли, зданий и сооружений. Стороны шахт, карьеров и их ровное движение — это предсказания. На сегодняшний день обеззараживание состояния природных объектов и искусственных сооружений является необходимостью и неотъемлемой частью целостной системы безопасности.

Современное оборудование с новейшими средствами связи, мощными вычислительными системами и программным продуктом позволяет проектировать и поставлять автоматизированные системы контроля деформаций (АДКТ). В зависимости от схемы строительства, принятой в суровых геологических условиях, различные горизонты могут быть реализованы путем непрерывного забоя или расчленения при добыче полезных ископаемых. Задача геодезических служб в данном случае заключается в обеспечении точного замыкания одновременно смонтированных элементов облицовки различных участков конструкций поэтому при бурении горных работ в горизонтальной и вертикальной плоскостях задача ориентации совмещается с одновременным выполнением выравнивающих работ как при бурении скважины, так и при монтаже облицовки. Кроме того, при разрезании подземных камер широкого сечения возникает необходимость временного заполнения и контроля устойчивости подземных сооружений. Самые высокие требования к точности раскопок предъявляются при монтаже подземной энергетики, транспорта и другого оборудования. Подземная добыча полезных ископаемых требует применения новых, более совершенных методов геодезии, современные скоростные методы добычи полезных ископаемых обеспечивают высокую производительность измерений.

Так как в современных условиях оказание необходимой помощи по монтажу и монтажу технологического оборудования возможно только с помощью лазерных методов на всех этапах геодезии и строительства. Исходя из предыдущего, можно сделать вывод, что Геодезия в подземном строительстве с применением лазерных приборов является актуальной задачей совершенствования методов.

2. Методика исследования

Методы и средства разведки шахт в процессе строительства новой линии «Ташкентского метро» методом Shield. При строительстве и эксплуатации тоннелей необходимо решать сложные научно-технические и экологические задачи, используя новейшие достижения науки и техники. Новые технологии и материалы широко используются в инженерных работах, связанных с монтажом и

строительством тоннелей. Использование нового высокопроизводительного оборудования позволяет выполнять их в короткие сроки, что способствует сокращению сроков ввода объектов в эксплуатацию. Наиболее ярким примером использования инновационных технологий является использование передового эффективного оборудования. Впервые в Республике Узбекистан механизированная комплексная металлоконструкция туннелей станций метро Ташкентского метрополитена, изготовленная в Германии, является оборудованием, признанным мировым лидером в области механизированного туннелирования АО "Companies Herrenknecht". Это ведущая в мире компания по производству машин. Строительство тоннелей любого диаметра с интервалом от 0,10 до 19 м. Столичные строители имели в своем распоряжении топоры, лопаты и телеги. Сегодня строители чаще всего имеют в своем арсенале передовые технологии. Тоннели прокладывают отдельными машинами-механизированными комплексами или тоннелями щитов. Строительство туннеля-всегда чрезвычайно сложная инженерная проблема. Твердые каменные почвы, мягкие глины и рыхлые пески, водоносные горизонты, которые могут заполнить пространство под землей за считанные минуты, являются пешеходными. Твердое тело не только роет подземный ход, но и укрепляет его, снова оставляя туннель. Железобетонное кольцо состоит из пяти основных RC-оснований, каждое из которых весит 3200 кг. (ТМК) сборное движение. Твердые каменные почвы, мягкие глины и рыхлые пески, водоносные горизонты, которые могут заполнить пространство под землей за считанные минуты, являются пешеходными. Твердое тело не только роет подземный ход, но и укрепляет его, снова оставляя туннель. Железобетонное кольцо состоит из пяти основных RC-оснований, каждое из которых весит 3200 кг. (ТМК) сборное движение.



Рис. 1. Головная часть лезвия, опорное кольцо и конец щита



Рис. 2. Шлюзовая камера щита (Ташкент-2018)

Подземный путь строится с использованием наиболее точной навигационной электроники; с его помощью съемщик щита проверяет проектные координаты пути по плану и профилю. После строительства туннеля туннельное оборудование используется для строительства других подземных линий. Щиты в основном используются для почв, которые варьируются по твердости от кашеобразной до мягкой. Горная порода, добываемая с помощью рабочего органа, сама по себе служит транспортной средой. Когда в почву добавляют кондиционеры, она превращается в "кашу" и используется для удержания передней части забоя. Шнек принимает грунт, направленный назад от передней части забоя. Добытая из шнека порода поступает на конвейерную ленту и по ней доставляется на погрузочную станцию транспортных тележек.



Рис. 3. Конец тележки технологической защиты (Ташкент-2018)

Строительство новой линии" Ташкентского метрополитена "методом " щит". При проектировании, строительстве и эксплуатации туннелей необходимо находить комплексные решения. Научные, инженерные и экологические проблемы с использованием новейших достижений в наука и техника. Современное искусство туннелирования-это точное и правильное использование сочетает в себе необходимые разработки, существующие в мире. В инженерных работах широко используются новые технологии и материалы, связанные с монтажом и строительством туннелей. Использование нового высокопроизводительного оборудования позволяет их реализовать. Это поможет сократить время ввода объектов в эксплуатацию. Самым ярким примером развития этих инновационных технологий является передовое высокопроизводительное горнодобывающее оборудование. Впервые в Республике Узбекистан металлоконструкции для строительства станций Ташкентского метрополитена, АО "Herrenknecht", изготовленное в Германии, признано мировым лидером

в области механизированного тоннелепроходческого оборудования. Это ведущая в мире компания по производству машин. Строительство туннелей любого диаметра с интервалом от 0,10 до 19 м. Столичные строители имели в своем распоряжении топоры, лопаты и телеги. Сегодня строители чаще всего имеют в своем арсенале передовые технологии. Тоннели прокладывают отдельными машинами-механизированными комплексами или туннелями щитов. Строительство туннеля-всегда чрезвычайно сложная инженерная проблема. Твердые каменные почвы, мягкие глины и россыпные пески, водоносные горизонты, которые могут заполнить пространство под землей за считанные минуты.

Твердое тело не только роет подземный ход, но и укрепляет его, снова оставляя туннель. Железобетонное кольцо состоит из пяти основных RC-оснований, каждое из которых весит 3200 кг. Многие различия влияют на различия в способ: например, структура почвы (каменистая, песчаная, глинистая и т. д.). В мягких породах туннель вообще не реагирует, как в сложных твердых породах, которые весят сотни тонн [4]. - "BMT" ГмбХ-геодезико-маркшейдерская служба по добыче полезных ископаемых навигационная система для рытья туннелей, компания, начавшая работу в апреле 1994 года. Навигационная система SLS-SL предназначена для туннельных экранов с трубчатым покрытием. При движении туннельного комплекса текущее положение цели непрерывно считывается с системного автоматического тахометра, и машина отображается через соотношение туннеля с проектируемой осью. Следующим шагом в строительстве туннелей с тубинговым покрытием является строительство тубингового кольца (TMC) в хвосте. Важно выбрать наиболее подходящее кольцо, от которого в дальнейшем будет зависеть качество всей конструкции туннеля. Если машина отклоняется от проектной оси, программа автоматически создает соответствующую кривую коррекции, которая гарантирует, что устройство будет подтолкнуто к запланированной проектной оси. В дополнение к расчету состояния колец и порядка их возведения ведутся работы по разработке туннеля с трубчатым покрытием, чтобы обеспечить качество строительства и гарантировать его безопасность. Информация, необходимая для высокоскоростного перемещения навигационной системы (TMC) SLS (Space Launch System) VMT по заданному пути: именно для этой цели она была разработана. Кроме того, он предоставляет полную документацию. описывает движение щита и много дополнительной информации, такой как:

- Расчет и представление состояния (TMC) в графическом и цифровом виде;
- расчет и фото установленных колец установить его;
- (TMC)прогнозирование и моделирование тенденций скольжения (диаграмма щита);
- расчет коррекционной кривой тангенциального ведущего (TMC) к заданному пути;
- предварительный расчет трубопроводных колец, которые будут установлены в будущем (направление и кривая коррекции);
- управление элементами системы С промышленного компьютера;
- полная документация о работе экрана (база данных, файлы журналов и т. д.) навигационная система SLS-SL



включает: лазерную установку total Station (рис.2). 5); радиомодем № 1 (мобильный) (рис. 5); активная лазерная мишень (ELS) (рис.5). 7); радиомодем № 2 (неподвижный) (рис. 8); Центральный радиомодем (коммутатор); промышленный компьютер с тунисским программным обеспечением; отражатель призмы(рис.6); кабели питания.



Рис. 4. Полу роботизированная лазерная общая станция и Радиомоде (портативный) (Tashkent-2018)



Рис. 5. Призма-отражатель на консоли (Ташкент-2018)



Рис. 6. Активная лазерная мишень (Tashkent-2018)



Рис. 7. Радиомодем (Tashkent-2018)

После того, как полная лазерная станция будет ориентирована относительно точки обзора (призмы отражатель), вся станция автоматически направляется на лазерную цель, установленную в щит, сигналы от цели передаются через лазерную станцию. Каналы радиомодема к промышленному компьютеру на пульте управления общей лазерной станцией измеряют горизонтальные и вертикальные углы в точках, а также расстояние, где данные этих измерений выводятся на монитор в графическом и цифровом формате. Тунис (туннельное и подземное интегрированное программное обеспечение) интегрированная программная платформа для подготовки и анализа данных проекты строительства метрополитена[2].



Рис. 8. Промышленный компьютер "BMT" (Ташкент-2018)

3. Заключение

Внедрение подземной навигационной системы в практику геодезии имело важное значение для дальнейшего развития методов и методов исследования недр. Невозможно судить о точности измерения углов и расстояний до подземных точек Семка в результате навигационной системы комплекса механизации проходки тоннелей. Маркшейдерские работы должны

проводиться таким образом, чтобы метод проведения надежных маркшейдерских и индивидуальных маркшейдерских измерений позволял контролировать выводы внедрение подземной навигационной системы маркшейдерская практика имеет важное значение для освоения недр. использование новейшей подземной навигационной системы в методах геодезии Строительство Ташкентского метрополитена в области новых электронно-оптических измерительных приборов качественно изменило темп работ Семка и повысило точность измерений. Преимущество подземной системы SLS-SL от VMT GmbH в том, что она предоставляет информацию о местоположении туннельного комплекса в режиме реального времени, что значительно увеличивает скорость, точность и качество строящегося сооружения.

Использованная литература / References

- [1] Transport tunnellarini qurishda geodeziya va geodeziya ishlari bo'yicha ko'rsatmalar, UBC 160-69
- [2] VMT GmbH kompaniyasi faoliyati va yer osti navigatsiya tizimi bo'yicha qo'llanma). Qaytadan olindi: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-deyatelnosti-firmy-vmt-gmbh/viewer>
- [3] Nashr materiallari va ma'lumotlar "HERRENKNECHT AG kompaniyasi" veb-saytidan olingan. Olingan: <https://www.herrenknecht.com>.
- [4] Kartosia, B.A., Fedunets, B.I., Shuplik, M.N., Malyshev, Y.N. va boshqalar (2001). Kon va er osti qurilishi: 2-nashr. 2 da jild. Moskva

[5] Popov, V.N., Bukrinskiy, V.A. (2004), "Geodeziya va mina o'lchash ishlari". Moskva: Moskva davlat universiteti nashriyoti

[6] Pevzner, M.E., Popov, V.N., Bukrinskiy, V.A. (2003). Shaxta o'lchash ishlari. Moskva: Moskva davlat universiteti nashriyoti

[7] Evstafiev, O.V., Yaschenko, A.I. (2010). Avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari uskunalari o'rnatish va xavfsizligi muammolari. Geoprofi, 2

[8] Geodeziya ishlari ishlab chiqarish bo'yicha ko'rsatmalar. (2004). RD 07-603-03

[9] Geodeziya asboblari va jihozlari. (2003). Katalog: Moskva: NPP

[10] Eremenko, E.V. (2012). Yuk oqimlarining shakllanishi, joylashuvni hisobga olgan holda ortiqcha yuk. inson tomonidan yaratilgan resurs.

Информация об авторах/ Information about the authors

Мирзаева Замира /
Zamira Mirzaeva
Ташкентский государственный транспортный университет, Старший преподаватель кафедры "Мосты и тоннели"
E-mail: zmirzaeva83@mail.ru
Тел.: +998 90 357 83 01
<https://orcid.org/0000-0001-6961-595X>

Темирова Шахзода /
Shahzoda Temirova
Ташкентский государственный транспортный университет, Студент группы УМТУ_4-24 факультета "строительная инженерия"
E-mail: temirova.shahzoda.lider@gmail.com
Тел.: +998 94 128 28 42



Determination of the reliability of rolling stock derailment control devices

E.I. Khidirov¹ ^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article addresses the issue of determining the reliability of rolling stock derailment control devices. To enhance reliability, a dual-channel actively redundant and recoverable system has been developed. The analysis is based on reliability theory and Markov processes with discrete states. The state diagram of the system and differential equations describing the probability of the system being in each of the three states are presented. A structural redundancy scheme of the transmitting and receiving parts of the rolling stock derailment control devices is also provided.

Keywords: reliability, operational reliability, probability of failure, failure, redundancy, failure rate, structural redundancy, Markov process

Определение надежности устройств контроля схода подвижного состава

Хидилов Э.И.¹ ^a

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье рассматривается вопрос определения надёжности устройств контроля схода подвижного состава. Для повышения надёжности разработана двухканальная активно резервируемая и восстанавливаемая система. Основой анализа является теория надёжности и Марковские процессы с дискретными состояниями. Приведён граф состояний системы и дифференциальные уравнения, описывающие вероятность нахождения системы в каждом из трёх состояний. Представлена схема структурного резервирования передающей и принимающей части устройств контроля схода подвижного состава.

Ключевые слова: надёжность, безотказность, вероятность отказа, отказ, резервирование, интенсивность отказа, структурное резервирование, Марковский процесс

1. Введение

Надёжность – это свойство обеспечивать непрерывное и безопасное управление движением поездов в установленных сроках, технического обслуживания и ремонта системы [1]. Теория надёжности – это наука, изучающая закономерности отказов технических систем, основанная на использовании разработок в разных областях знаний. Расчет количественных показателей надёжности систем и устройств железнодорожной сигнализации, централизации и блокировки при эксплуатации является постоянной задачей. Решение этой задачи осуществляется на различных этапах функционирования системы [3, 9]. В зависимости от типа системы определяется методика расчета. На рисунке 1 представлена структура показателей надёжности системы железнодорожной автоматики и телемеханики [5].

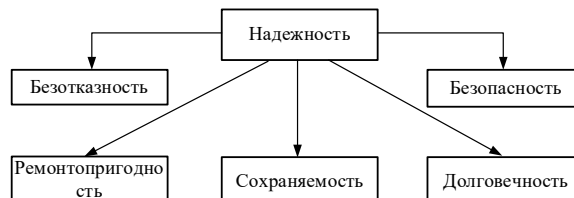


Рис. 1. Структура показателей надёжности системы железнодорожной автоматики и телемеханики

Функция распределения времени отказа $Q(t)$ называется вероятностью отказа. Таким образом, $Q(t)$ – это вероятность того, что время отказа меньше t , или вероятность того, что объект выйдет из строя в течение времени t . Основным показателем безотказной работы является вероятность отказа $P(t)$ – это вероятность того, что объект будет работать безотказно в течение определенного времени работы t :

$$P(t) + Q(t) = 1 \quad (1)$$

Функция $P(t)$ обладает следующими свойствами:

- $P(0) = 1$, это означает, что устройство в начальном состоянии находится в работоспособном состоянии;
- $\lim_{t \rightarrow \infty} P(t) = 0$, это означает, что объект не может сохранять свое рабочее состояние бесконечно долго;

^a <https://orcid.org/0009-0009-6649-4705>



– $0 \leq P(t) \leq 1$, значение $P(t)$ находится в диапазоне от 0 до 1;

– $dP(t)/dt \leq 0$, функция является убывающей, то есть с течением времени надежность системы снижается.

Возникновение сбоя в работе объекта является случайным событием, то есть оно может произойти, а может и не произойти в течение определенного интервала времени. Следовательно, теория вероятности основана на теории надежности. Показатель надежности $\lambda(t)$ называется частотой отказов (при разработке системы и при практической эксплуатации). Это, в свою очередь, имеет фундаментальное значение для повышения надежности систем [1].

Резервирование делится на временное, структурное (аппаратурное) и информационное. Разработанная система является структурной избыточностью, восстанавливаемой системой. Процесс функционирования резервируемой восстанавливаемой системы представляет собой случайный марковский процесс с дискретными состояниями [10,11]. Граф состояний восстанавливаемой резервируемой системы представлен на рисунке 2.

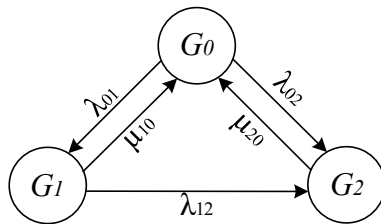


Рис. 2. График состояний резервируемой восстанавливаемой системы

(G_0 – исправное состояние; G_1 – неисправный, но работоспособное (работоспособность сохраняется) состояние; G_2 – неработоспособное состояние (потерявшее способность к функционированию))

2. Методика исследования

Система переходит из одного состояния в другое под воздействием потоков отказов и восстановлений. Если поток всех событий, которые переводят систему из одного состояния в другое, является пуассоновским потоком, то случайный процесс является Марковским процессом, который описывается системой дифференциальных уравнений. Система составлена на основе приведенного графа состояний в соответствии со следующими правилами. Производная вероятности состояния равна сумме слагаемых, количество которых соответствует числу стрелок, связанных с данным состоянием. Каждое слагаемое представляет собой произведение интенсивности потока событий, переводящих систему вдоль заданной стрелки, и вероятности состояния, из которого исходит стрелка. Если стрелка исходит из определённого состояния, то соответствующее слагаемое берётся со знаком минус [2, 4]:

$$\frac{dP_{L0}(t)}{dt} = -\lambda_{01}P_{L0}(t) - \lambda_{02}P_{L0}(t) + \mu_{10}P_{L0}(t) + \mu_{20}P_{L2}(t); \quad (2)$$

$$\frac{dP_{L1}(t)}{dt} = \lambda_{01}P_{L0}(t) - \mu_{10}P_{L1}(t) + \lambda_{12}P_{L2}(t); \quad (3)$$

$$\frac{dP_{L2}(t)}{dt} = \lambda_{02}P_{L0}(t) + \lambda_{12}P_{L1}(t) - \mu_{20}P_{L2}(t) \quad (4)$$

где λ_{01} – интенсивность перехода из исправного состояния в неисправное, но работоспособное состояние; λ_{02} – интенсивность перехода из исправного состояния в неисправное, утратившее работоспособность состояние; λ_{12} – интенсивность перехода из неисправного, но работоспособного состояния в полностью неисправное состояние; μ_{10} – интенсивность восстановления из неисправного, но работоспособного состояния в исправное состояние; μ_{20} – интенсивность восстановления из неисправного, утратившего работоспособность состояния в исправное состояние; $P_{L0}(t)$ – вероятность нахождения объекта в исправном состоянии в момент времени t ; $P_{L1}(t)$ – вероятность нахождения объекта в неисправном, но работоспособном состоянии в момент времени t ; $P_{L2}(t)$ – вероятность нахождения объекта в неисправном, но нерабочем состоянии в определенное время работы t .

Ниже приведена схема структурного резервирования передающей части, расположенной устройств контроля схода подвижного состава [8] (Рис. 3).

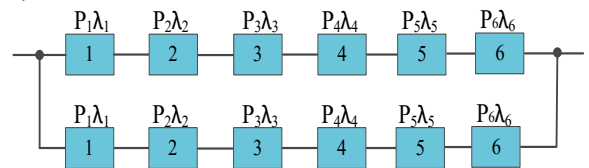


Рис. 3. Схема структурного резервирования передающей части устройств контроля схода подвижного состава

Вероятность того, что система будет работать безотказно определяется по следующей формуле:

$$P_j(t) = 1 - (1 - \prod_{i=1}^n P_i(t))^{m+1}, \quad (5)$$

где $P_j(t)$ – вероятность того, что система будет работать безотказно; $P_i(t)$ – вероятность того, что каждый канал будет работать без сбоев; m – количество резервов.

Вероятность безотказной работы каждой части резервируемой системы равна произведению вероятности безотказной работы элементов, составляющих систему:

$$P_{усп.1}(t) = P_i(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot P_3(t) \cdot P_4(t) \cdot P_5(t) \cdot P_6(t) \quad (6)$$

Вероятность безотказной работы определяется формулами:

$$P_{усп.1}(t) = e^{-\lambda_{01}(t)}; \quad (7)$$

$$P_{усп.2}(t) = e^{-\lambda_{02}(t)}. \quad (8)$$

Используя вышеизложенное, можно найти λ_{01} , λ_{02} , λ_{12} , $P_{усп.1}(m)$ и $P_{усп.2}(m)$

$$\lambda_{01} = \lambda_{12} = 5\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + 2\lambda_5 + \lambda_6; \quad (9)$$

$$\lambda_{02} = \frac{2 \cdot \lambda_{01}}{3}; \quad (10)$$

$$P_{усп.1}(t) = e^{-(3\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + 2\lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6)t} = e^{-26,392 \cdot 10^{-6}t};$$



(11)

$$P_{укспс.2}(t) = 1 - (1 - P_{укспс.1}(t))^2 = 2 \cdot P_{укспс.1}(t) - P_{укспс.1}^2(t) = 2e^{-26,392 \cdot 10^{-6}t} - e^{-52,784 \cdot 10^{-6}t} \quad (12)$$

Ожидаемое вероятное время, в течение которого в системе произойдет отказ, равно Т:

$$T = \int_0^{\infty} (2e^{-26,392 \cdot 10^{-6}t} - e^{-52,784 \cdot 10^{-6}t}) dt = 56835 \text{ час} \quad (13)$$

T=56835 часов = 6 лет 6 месяцев

На рисунке 4 показана взаимосвязь между вероятностью отказа системы и вероятностью выхода из строя. Интенсивность отказов приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

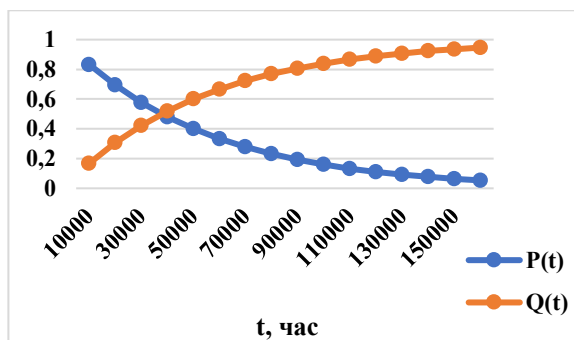
Интенсивность отказов элементов, входящих в состав, передающий части устройств контроля схода подвижного состава

№	Элемент	Количество	λ , 1 на миллион часов	Среднее время восстановления, часов
1	Инфракрасный датчик (λ_1)	3	0,034	0,5
2	Радиомодуль (λ_2)	1	25,2	2,0
3	Микроконтроллер (λ_3)	1	0.05	1,5
4	Резистор (λ_4)	2	0,02	0,5
5	Транзистор (λ_5)	1	0,5	0,5
6	Оптрон (λ_6)	1	0,5	0,6

Таблица 2

Интенсивность выхода из строя элементов, составляющих принимающий части устройств контроля схода подвижного состава

№	Элемент	Количество	λ , 1 на миллион часов	Среднее время восстановления, часов
1	Резистор (λ_1)	9	0,02	0,5
2	Оптрон (λ_2)	4	0,5	0,6
3	Транзистор (λ_3)	4	0,5	0,5
4	Радиомодуль (λ_4)	1	25,2	2,0
5	Монитор (λ_5)	1	20	1,5
6	Микроконтроллер (λ_6)	1	0.05	1,5

Рис. 4. График зависимости $P_{укспс.2}(t)$ и $Q_{укспс.2}(t)$ от времени

Вероятность безотказной работы принимающий части устройств контроля схода подвижного состава $P_{укспс.к}(t)$ и среднее время работы Т до первого отказа вычисляются аналогичным образом (рисунок 5).

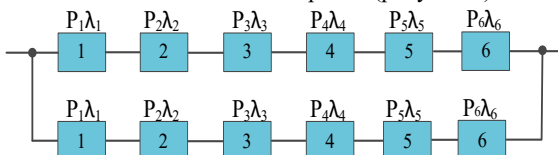


Рис. 5. Схема структурного резервирования принимающей части устройств контроля схода подвижного состава

$$P_{укспс.к1}(t) = P_i(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot P_3(t) \cdot P_4(t) \cdot P_5(t) \cdot P_6(t); \quad (14)$$

$$P_{укспс.к1}(t) = e^{-\lambda_{01}(t)}; \quad (15)$$

$$P_{укспс.к2}(t) = e^{-\lambda_{02}(t)}; \quad (16)$$

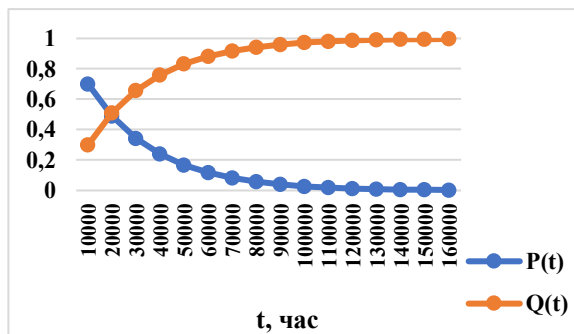
$$\lambda_{01} = \lambda_{12} = 9 \cdot \lambda_1 + 4 \cdot \lambda_2 + 4 \cdot \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6; \quad (17)$$

$$\lambda_{02} = \frac{2 \cdot \lambda_{01}}{3}; \quad (18)$$

$$P_{укспс.к2}(t) = 2 \cdot e^{-(9 \cdot \lambda_1 + 4 \cdot \lambda_2 + 4 \cdot \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6)t} - e^{-2(9 \cdot \lambda_1 + 4 \cdot \lambda_2 + 4 \cdot \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6)t} \quad (19)$$

$$P_{укспс.к2}(t) = 2 \cdot e^{-49,43 \cdot 10^{-6}t} - e^{-98,86 \cdot 10^{-6}t} \quad (20)$$

$$T_{укспс.к} = \int_0^{\infty} (2e^{-49,43 \cdot 10^{-6}t} - e^{-98,86 \cdot 10^{-6}t}) dt = 30346 \text{ часов} \quad (21)$$

Рис. 6. График зависимости $P_{укспс.к2}(t)$ и $Q_{укспс.к2}(t)$ от времени

3. Заключение

Внедрение подземной навигационной системы в практику геодезии имело важное значение для дальнейшего развития методов и методов исследования недр. Невозможно судить о точности измерения углов и расстояний до подземных точек Семка в результате навигационной системы комплекса механизации проходки тоннелей. Маркшейдерские работы должны проводиться таким образом, чтобы метод проведения надежных маркшейдерских и индивидуальных маркшейдерских измерений позволял контролировать выводы внедрение подземной навигационной системы маркшейдерская практика имеет важное значение для освоения недр. использование новейшей подземной навигационной системы в методах геодезии Строительство Ташкентского метрополитена в области новых электронно-оптических измерительных приборов качественно изменило темп работ Семка и повысило точность измерений. Преимущество подземной системы SLS-SL от VMT GmbH в том, что она предоставляет информацию о местоположении туннельного комплекса в режиме реального времени, что значительно увеличивает скорость, точность и качество строящегося сооружения.

Использованная литература / References

- [1] Сапожников Вл. В. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи / Под ред. В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, В.И. Шаманов. – М.: Маршрут, 2003. – 261 с.
- [2] Болдин А.П. Основы научных исследований: учебник / А.П. Болдин, В.А. Максимов. – М.: Академия, 2012. – 336 с.
- [3] Юркевич В.В. Надежность и диагностика технологических систем: учебник / В.В. Юркевич, А.Г. Схиртладзе. – М.: Академия, 2011. – 304 с.
- [4] Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира: учебное пособие для вузов жд

транспорта / Пер. с англ.; под ред. Г. Тега, С. Власенко. – М.: Интекст, 2010. – 496 с.

- [5] Ефанов Д.В. Функциональный контроль и мониторинг устройств железнодорожной автоматики и телемеханики: монография. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. – 171 с.

- [6] Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. для вузов / Ю.В. Димов. – 2-е изд., доп. – СПб.: Питер, 2004. – 432 с.

- [7] Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем: учеб. для вузов / В.А. Зорин. – М.: Магистр-Пресс, 2005. – 536 с.

- [8] J.F. Kurbanov, N.V. Yaronova and E.I. Khidirov, "Microprocessor-Based System for Identifying Oversizes in Railway Transport," 2024 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi, Russian Federation, 2024, pp. 1129-1133. DOI: 10.1109/RusAutoCon61949.2024.10694173.

- [9] Чернышов К.В. Основы теории надежности и диагностики: учеб. пособ. / К.В. Чернышов. – Волгоград: ВолгГТУ, 2003. – 59 с.

- [10] Гавзов Д.В. Оценка показателей надежности систем и устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / Д.В. Гавзов, Т.А. Белишклина, О.А. Абрамов // Проблемы разработки, внедрения и эксплуатации микроэлектронных систем железнодорожной автоматики и телемеханики: сб. науч. тр. – СПб.: ПГУПС, 2005. – С. 17-20.

- [11] Баженов Ю.В. Основы теории надежности машин: учеб. пособие / Ю.В. Баженов. – М.: Форум, 2014. – 320 с.

Информация об авторах/ Information about the authors

Хидиров	Ташкентский	государственный
Эркин	транспортный	университет, и.о.
Иргашевич	доцента кафедры	“Автоматика и
/	телемеханика”	
Erkin	E-mail: erkin_xidirov1988@mail.ru	
Irgashevich	Tel.: +998998730395	
Khidirov	https://orcid.org/0009-0009-6649-4705	



Operating modes and control challenges of microgrids based on distributed generation

J.N. Tolipov¹^a, A.H. Saidov²^b, S.Y. Makhamadjonov³^c

¹Institute of Energy Problems of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan

²Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Uzbekistan

³Andijan state technical institute, Andijan, Uzbekistan

Abstract: This article analyzes the operating modes and control challenges of microgrids based on distributed generation. The grid-connected and islanded operating modes of microgrids are compared from technical, economic, and environmental perspectives. In the grid-connected mode, issues such as bidirectional power flow, coordination of protection systems, control of reverse power flow, and mitigation of harmonic distortions are examined. In the islanded mode, challenges related to low inertia reserves, maintaining frequency stability, requirements for energy storage systems, and coordination of local resources are discussed. According to the research results, developing effective control strategies for each operating mode is crucial for improving the reliability and efficiency of microgrids.

Keywords: distributed generation, operating modes, microgrid, static switch, islanded mode, grid-connected mode, power flow, frequency stability, energy efficiency

Taqsimlangan generatsiya asosidagi mikrogridlarning ishlash rejimlari va boshqaruv muammolari

Tolipov J.N.¹^a, Saidov A.H.²^b, Mahamadjonov S.Y.³^c

¹O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti, O'zbekiston

²Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, O'zbekiston

³Andijon davlat texnika instituti, Andijon, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada taqsimlangan generatsiya asosidagi mikrogridlarning ishlash rejimlari va boshqaruv muammolari tahlil qilingan. Mikrogridlarning tarmoqqa ulangan (grid-connected) va avtonom (islanded) rejimlari texnik, iqtisodiy va ekologik jihatdan solishtirilgan. Tarmoqqa ulangan rejimda quvvat oqimining ikki yo'nalishli bo'lishi, himoya tizimlari koordinatsiyasi, teskari quvvat oqimini boshqarish va garmonik buzilishlarni kamaytirish masalalari ko'rib chiqilgan. Avtonom ish rejimida esa inertsia zaxirasining kichikligi, chastota barqarorligini ta'minlash, energiya saqlash tizimlari talablari va mahalliy resurslarni muvofiqlashtirish muammolari yoritilgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, har bir rejim uchun samarali boshqaruv strategiyalarini ishlab chiqish mikrogridlarning ishonchlilik va samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so'zlar: taqsimlangan generatsiya, ishlash rejimlari, mikrogrid, statik kalit, avtonom ish rejimi, tarmoqqa ulangan rejim, quvvat oqimi, chastota barqarorligi, energiya samaradorligi

1. Kirish

So'nggi yillarda elektr energiyasiga bo'lgan talabning ortishi, qayta tiklanuvchi energiya manbalarining keng qo'llanilishi va iste'molchilarning energiya ta'minotiga bo'lgan talablarining o'zgarishi natijasida mikrogrid texnologiyalari jadal rivojlanmoqda. Ko'mir, neft va tabiiy gaz kabi qazilma yoqilg'ilarni elektr energiyasi ishlab chiqarishda qo'llash bir qator muammolarni keltirib chiqaradi, jumladan, issiqxona gazlari chiqindilari va global isish. Toza va barqaror energiyaga bo'lgan talabning ortishi hamda dunyoning turli hududlarida sodir bo'lgan yirik

avariya hodisalari taqsimlangan generatsiya manbalarini qazilma yoqilg'ilarga muqobil sifatida ilgari surilishiga sabab bo'ldi. Biroq taqsimlangan generatsiya manbalarini elektr ta'minot tizimiga joriy etish tarmoq uchun bir qator jiddiy muammolarni yuzaga keltiradi.

An'anaviy elektr tarmoqlari radial tuzilishga ega bo'lib kelgan. Taqsimlangan generatsiya manbalarining kiritilishi esa tarmoqdagi quvvat oqimini ikki yo'nalishli qiladi, ya'ni energiya taqsimlangan generatsiya manbalaridan ham asosiy elektr tarmog'idan oqishi mumkin. Bu holat tizimning kuchlanish profili, quvvat sifati, xavfsizlik, quvvat oqimini

^a <https://orcid.org/0009-0009-2520-8995>

^b <https://orcid.org/0009-0007-4146-4062>

^c <https://orcid.org/0009-0008-3336-7016>



boshqarish, chastota nazorati va himoya masalalari bo'yicha bir qator muammolarni keltirib chiqaradi.

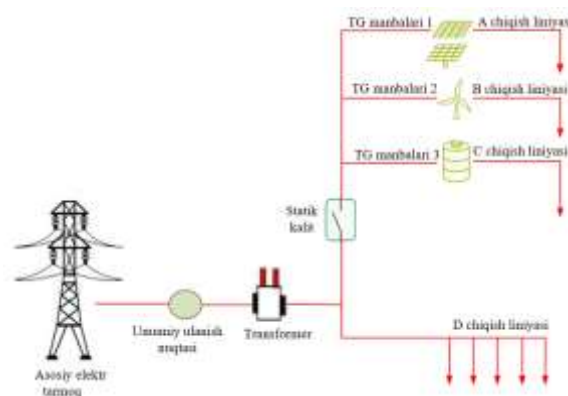
Taqsimlangan generatsiya manbalariga yagona, qisqa va aniq ta'rif mavjud emas. Turli tashkilotlar va tadqiqotchilar uni o'z qarashlari va yondashuvlariga asoslanib turlicha ta'riflaydilar. Men esa uni quyidagicha ta'riflayman: Taqsimlangan generatsiya manbalari - bu elektr energiyasini ishlab chiqarish markazlashtirilgan yirik elektr stansiyalardan emas, balki iste'molchi yaqinida yoki tarmoq ichida joylashgan kichik quvvatli manbalarda amalga oshiriladigan tizimdir. Shu o'rinda ta'kidlash joizki, taqsimlangan generatsiya manbalarini qayta tiklanuvchi energiya bilan adashtirmaslik kerak, chunki taqsimlangan generatsiya manbalari tarkibida qayta tiklanuvchi texnologiyalar, qayta tiklanmaydigan texnologiyalar yoki ularning kombinatsiyasi bo'lishi mumkin.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Mikrogridlar (kichik elektr tarmoqlar) - bu aniq belgilangan elektr chegaralariga ega bo'lgan, o'zaro bog'langan yuklamalar va taqsimlangan energiya manbalari guruhi bo'lib, ular tarmoqqa nisbatan yagona boshqariladigan subyekt sifatida ishlaydi hamda tarmoqqa ulanib yoki ajralib, tarmoqqa ulangan yoki Avtonom ish rejimida ishlashi mumkin. Mikrogridlarga ulangan manbalar mikromanbalar deb ataladi. Ular tarkibiga quyidagilar kiradi: quyosh fotoelektr panellari, shamol turbinalari, sinxron generatorlar, birgalikda issiqlik va elektr ishlab chiqarish qurilmalari, mikroturbinalar, yoqilg'i elementlari, superkondensatorlar, asinxron generatorlar, elektr transport vositalari hamda akkumulyator energiya saqlash tizimlari. Mikrogridlar ikkita tarmoqqa ulangan va avtonom ish rejimida ishlaydi.

Tarmoqqa ulangan rejim. Ushbu rejimda asosiy elektr tarmog'i faol bo'ladi. Statik o'chirgich (static switch) yopiq holda ishlaydi. Barcha ta'minot liniyalari (feederlar) o'z energiyasini asosiy tarmoqdan oladi. Boshqacha aytganda, muhim yuklamalar (A, B va C liniyalardagi) hamda muhim bo'lmagan yuklamalar (D liniyadagi) asosiy tarmoq tomonidan ta'minlanadi. 1-rasmda ushbu holat tasvirlangan.

Tarmoqqa ulangan rejimning bir qator afzalliklari va ayrim kamchiliklari mavjud. Asosiy tarmoqda uzilish yoki nosozlik yuzaga kelganda, odatiy mikrogrid iste'molchi yuklamalarida sezilarli uzilishlarsiz, silliq tarzda tarmoqqa ulangan rejimdan avtonom ishlash rejimiga o'ta oladi. Yuklama eng yuqori darajaga chiqqan paytlarda, asosiy tarmoqdagi ishdan chiqish xavfini yuklamani kamaytirish orqali oldini olish mumkin. Yana bir afzallik - generatorning iste'molchi nuqtasiga yaqin joylashuvi tufayli elektr energiyasi bilan birga issiqlik energiyasidan ham foydalanish imkoniyati bo'lib, bu umumiy energiya samaradorligini oshiradi. Ushbu rejimda mikrogrid va asosiy tarmoq o'rtasida faol va reaktiv quvvat almashinuvi orqali yordamchi xizmatlarni ko'rsatish mumkin. Biroq, avtonom ishlash rejimida bunday imkoniyat mavjud emas, chunki bu rejimda mikrogrid ichida ishlab chiqarilgan haqiqiy va reaktiv quvvat, shu jumladan energiya saqlash tizimi yordamida ishlab chiqarilgan quvvat, mahalliy yuklamalar talabiga muvofiq muvozanatda bo'lishi lozim.



1-rasm Tarmoqqa ulangan rejim

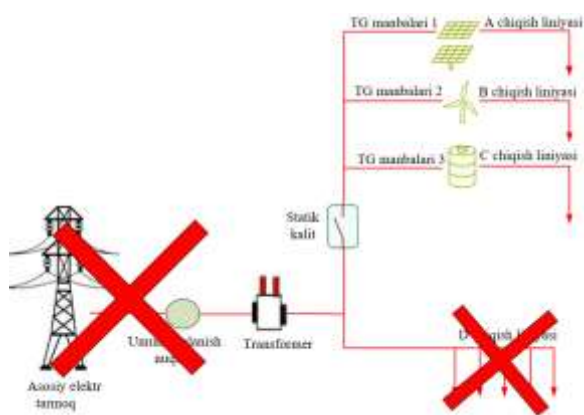
Tarmoqqa ulangan rejimning afzalliklari va kamchiliklari

Tarmoqqa ulangan rejimning ayrim kamchiliklari ham mavjud. Eng asosiy muammolardan biri-mikrogridni asosiy elektr tarmog'i bilan qayta sinxronlash jarayoni murakkabligidir. Bu jarayonda kuchlanish, chastota va quvvat sifati belgilangan me'yorlarga mos ravishda boshqarilishi, shu bilan birga quvvat va energiya balansi saqlanishi lozim. Ba'zi holatlarda mikrogrid asosiy tarmoqqa garmonik tebranishlar yoki doimiy tok oqimlarini uzatishi mumkin. Ushbu parametrlarning yuqori darajada bo'lishi asosiy elektr tarmog'ining ishlash xususiyatlariga zarar yetkazishi mumkin. Ularni qoniqarli darajada ushlab turish katta texnik murakkabliklarni keltirib chiqaradi.

Tarmoqqa ulangan rejimda quvvat oqimi asosiy tarmoqdan mikrogridga va aksincha yo'nalishda sodir bo'lishi mumkin. Bu esa teskari quvvat oqimini yuzaga keltirib, himoya tizimlari koordinatsiyasida murakkabliklarga, noxush quvvat oqimi yo'nalishlariga, asossiz ishlovchi o'chirishlarga, tarmoqning nomaqbul avtonom ishlash holatiga, avtomatik qayta ulanishning oldini olishga va nosozlik oqimlarini tarqatishda muammolarga olib kelishi mumkin. Taqsimlangan generatsiya manbalarining boshqaruv tizimlari o'zaro ta'siri natijasida, ayniqsa inverter orqali ulanadigan taqsimlangan generatsiyalar bilan ishlashda, mahalliy tebranishlar paydo bo'lishi ehtimoli mavjud bo'lib, bu holat kichik buzilishlar barqarorligini chuqur tahlil qilishni talab etadi. Shuningdek, mikrogridning tarmoqqa ulangan va avtonom ishlash rejimlari o'rtasida uzluksiz va muammosiz o'tishni ta'minlash uchun o'tkinchi barqarorlik tahlillari o'tkazilishi zarur. Bundan tashqari, avtonom ishlash rejimini aniqlashning samarali usullarini ishlab chiqish ham talab etiladi.

Avtonom ish rejimida ishlash: Ushbu rejimda asosiy tarmoq uzilgan bo'lib, elektr energiyasini yetkazib bermaydi. Asosiy tarmoqdagi uzilish avariya holati yoki texnik xizmat ko'rsatish maqsadida amalga oshirilishi mumkin. Bu holatda statik kalit ochiq bo'ladi. Mikromanbalar A, B va C liniyalarini ta'minlaydi. D liniyasi esa nafaol bo'lib qoladi, chunki u sezgir yuklamalar qatoriga kirmaydi. Boshqacha aytganda, kritik yuklamalar mikromanbalar orqali elektr energiyasi bilan ta'minlanadi, kritik bo'lmagan yuklamalar esa (D liniyasida) tizimdan uzib qo'yiladi. 2-rasmda ushbu holat tasvirlangan.





2-rasm Avtonom ish rejimi

Avtonom ish rejimining afzalliklari va kamchiliklari

Mikrotarmoqlarning Avtonom ish rejimida ishlashi bir qator afzalliklar va kamchiliklarga ega. Ushbu rejimda mikrotarmoq iste'molchilarning elektr energiyasi xarajatlarini kamaytirishi mumkin, chunki energiya ehtiyojining bir qismi yoki to'liq hajmi o'zida ishlab chiqariladi. Bundan tashqari, bu rejim elektr energiyasini an'anaviy usullar orqali yetkazib berish qiyin bo'lgan olis hududlarga yetkazib berish imkonini yaratadi. Avtonom ish rejimida ishlash ekologik ta'sirning ijobiylashishi va uglerod chiqindilarining kamayishini ta'minlaydi, chunki bu rejimdagi taqsimlangan generatsiya manbalarining katta qismi shamol va quyosh panellari kabi qayta tiklanuvchi energiya manbalaridir. Shuningdek, energiya manbalari va yuklamalar o'rtasidagi masofa qisqa bo'lgani sababli, tarmoqqa ulangan rejimga nisbatan energiya samaradorligi yuqoriroq bo'ladi, chunki energiya yo'qotishlari kamayadi.

Mahalliy taqsimlangan generatsiya manbalaridan foydalanish, jamoalar va korxonalarni kelajakdagi kutilmagan holatlarga, masalan, kuchli bo'ronlar, zilzilalar, dovullar yoki asosiy tarmoqdan kelayotgan energiya ta'minotidagi uzilishlarga nisbatan chidamliroq qiladi. Buning sababi shundaki, mikromanbalar zarurat paytida energiyani katta markazlashgan elektr stansiyalariga qaraganda tezroq va samaraliroq yetkazib bera oladi. Bu esa o'z navbatida avtonom ish rejimida narx barqarorligini ta'minlashga yordam beradi. Biroq, avtonom ish rejimining ayrim kamchiliklari ham mavjud. Elektr energiyasi maxsus batareya bloklarida zaxiralanishi talab qilinadi, bu esa ko'proq joy va texnik xizmat ko'rsatishni talab etadi. Bundan tashqari, ayniqsa himoya sxemalarini loyihalashda, mikrotarmoq tarkibiy qismlari o'rtasida samarali aloqa tizimi zarur bo'ladi. Aloqa infratuzilmasini qurish qimmat va yuqori texnik malakani talab qiladi.

Tarmoqqa ulangan rejimda katta miqdordagi sinxron generatorlar tufayli tizimning inertsia zaxirasi katta bo'lsa, Avtonom ish rejimida inertsia past bo'lishi mumkin, ayniqsa quvvat elektronika interfeysli taqsimlangan generatsiya manbalari ulushi katta bo'lsa. Bunday interfeys tizimning dinamik xususiyatlarini yaxshilashi mumkin, ammo yetarli boshqaruv mexanizmi bo'lmasa, past inertsia chastotaning keskin o'zgarishiga olib kelishi mumkin.

Avtonom ish rejimida iqtisodiy va barqaror ishlash uchun turli xil taqsimlangan generatsiya manbalari birliklari o'rtasida muayyan darajada muvofiqlashtirish talab etiladi. Bu jarayon talab va taklif muvozanati juda muhim bo'lgani va komponentlar ishdan chiqish ehtimoli yuqori bo'lgani

sababli murakkablashadi. Bundan tashqari, yuklama kuchlanish profili va ob-havo prognozi kabi parametrlarning noaniqligi ham hisobga olinishi kerak. Bu noaniqlik, tarmoqqa ulangan rejimga nisbatan, yuklama hajmining kichikligi va taqsimlangan generatsiya manbalarining yuqori korrelyatsiyasi tufayli yanada kattaroq bo'ladi. Shuningdek, Avtonom ish rejimida muayyan me'yoriy talab mavjud - u asosiy tarmoq bilan hamkorlikda ishlashi kerak. Bu esa, mikrotarmoq iste'molchilari asosiy tarmoqning ishlashi va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarining bir qismini qoplashlari lozimligini anglatadi.

3. Xulosa

Taqsimlangan generatsiya asosidagi mikrogridlar zamonaviy elektr energetika tizimlarida energiya samaradorligini oshirish, energiya yetkazib berishning ishonchililigini ta'minlash va qayta tiklanuvchi manbalardan keng foydalanishni rivojlantirishda muhim o'rin tutadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, mikrogridlarning tarmoq bilan ulangan va avtonom ishlash rejimlari o'zaro farqli boshqaruv strategiyalarini talab qiladi. Statik kalitlar yordamida rejimlarni tezkor almashtirish energiya ta'minotining uzluksizligini ta'minlaydi, ammo yuklarni muvozanatlashtirish, quvvat oqimini optimallashtirish va chastota-napryajeniye barqarorligini saqlash kabi muammolar yuzaga keladi.

Tadqiqot natijalari mikrogrid boshqaruvida markazlashgan va markazlashmagan yondashuvlarni uyg'un qo'llash, real vaqt monitoring tizimlarini joriy etish hamda quvvat manbalarini optimal taqsimlash orqali tizim samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkinligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, mikrogridlarni keng joriy etish uchun standartlashtirish, himoya avtomatikasi va kiberxavfsizlik sohasida qo'shimcha tadqiqotlar zarur.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Aggelos, S., Bouhouras., Paschalis, A., Gkaidatzis., Dimitris, P., Labridis. Network Reconfiguration in Modern Power Distribution Networks. (2020). doi: 10.1007/978-3-030-36115-0_7.
- [2] Huang S., Wu Q., Cheng L., Liu Z. Optimal Reconfiguration Based Dynamic Tariff for Congestion Management and Line Loss Reduction in Distribution Networks. IEEE Transactions on Smart Grid, 2015. DOI: 10.1109/TSG.2015.2419080.
- [3] Gonen, T. (2014). Electric Power Distribution Engineering (3rd ed.). CRC Press.
- [4] IEEE Std 1547™-2018. Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces. IEEE.
- [5] Lasseter, R. H. (2011). Smart distribution: Coupled microgrids. Proceedings of the IEEE, 99(6), 1074–1082.
- [6] Guerrero, J. M., Chandorkar, M., Lee, T. L., & Loh, P. C. (2013). Advanced control architectures for intelligent microgrids—Part I: Decentralized and hierarchical control. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 60(4), 1254–1262.
- [7] Katiraei, F., Iravani, R., Hatziargyriou, N., & Dimeas, A. (2008). Microgrids management—Controls and

operation aspects of microgrids. IEEE Power and Energy Magazine, 6(3), 54–65.

[8] Lopes, J. A. P., Moreira, C. L., & Madureira, A. G. (2006). Defining control strategies for microgrids islanded operation. IEEE Transactions on Power Systems, 21(2), 916–924.

[9] Olivares, D. E., Mehrizi-Sani, A., Etemadi, A. H., Cañizares, C. A., Iravani, R., Kazerani, M., ... & Jiménez-Estévez, G. A. (2014). Trends in microgrid control. IEEE Transactions on Smart Grid, 5(4), 1905–1919.

[10] Lasseter, R. H., & Paigi, P. (2004). Microgrid: A conceptual solution. IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference (Vol. 6, pp. 4285–4290). IEEE.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Tolipov Jamshid Nurbekovich / Jamshid Tolipov	O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti, katta ilmiy xodimi PhD, k.i.x.
--	--

E-mail:

tolipovjamshidn@gmail.com

Tel.: +99893 565-22-08

<https://orcid.org/0009-0009-2520-8995>

Saidov Azimjon

Husan o'g'li /

Azimjon Saidov

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi
Toshkent axborot texnologiyalari
universiteti ma'naviyat va ma'rifat
bo'limi, tyutor

E-mail:

azimjonsaidov0812@gmail.com

Tel.: +99890 922-97 94

<https://orcid.org/0009-0007-4146-4062>

Mahamadjonov

Sodiqjon

Yo'ldashboy

o'g'li /

Sodikjon

Makhamadjonov

Andijon davlat texnika instituti
“Elektr muhandisligi” katta
o'qituvchisi, PhD

E-mail: s.mahamadjonov@mail.ru

Tel.: +99893 443 30 80

<https://orcid.org/0009-0008-3336-7016>



Improving power quality using filtered compensation devices

J.N. Tolipov¹^a, Sh.I. Murtazov¹^b

¹Institute of Energy Problems of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan

Abstract: This article analyzes the challenges of ensuring power quality in modern power supply systems and the methods for mitigating these issues. In particular, it highlights the negative effects caused by higher-order harmonics generated by equipment with semiconductor converters, such as variable-frequency drives, uninterruptible power supplies, and other power electronic devices. These harmonics lead to voltage distortion, excessive losses in the electrical network, premature failure of equipment, and malfunction of automation systems. The paper examines technologies for harmonic compensation using passive, active, and hybrid filtered compensation devices. Although active filters offer high dynamic performance, flexibility, and efficiency, their high cost limits widespread application. Therefore, the article also discusses hybrid filters, which combine economic feasibility with technical effectiveness. In the conclusion, recommendations are provided for the development and implementation of comprehensive engineering methodologies aimed at improving power quality.

Keywords: power quality, higher-order harmonics, active filter, passive filter, hybrid filter, compensation devices

Filtrli kompensatsiya qurilmalari yordamida elektr energiyasi sifatini oshirish

Tolipov J.N.¹^a, Murtazov Sh.I.¹^b

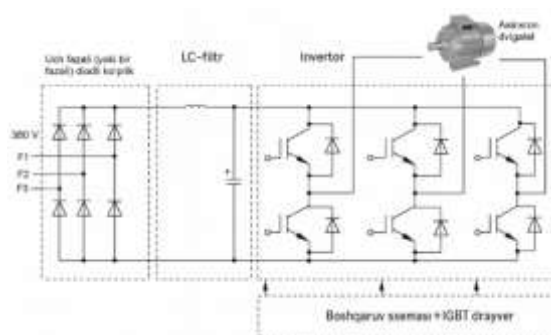
¹O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti, O'zbekiston

Annotatsiya: Mazkur maqolada zamonaviy elektr ta'minoti tizimlarida elektr energiyasi sifatini ta'minlash muammolari va ularni bartaraf etish yo'llari tahlil qilingan. Xususan, chastotali boshqaruvga ega elektr yuritmalari, uzluksiz elektr ta'minoti manbalari va boshqa yarim o'tkazgichli o'zgartirgichlarga ega qurilmalar tomonidan yuqori tartibli garmonikalar hosil bo'lishi natijasida yuzaga keladigan salbiy oqibatlar yoritilgan. Bu garmonikalar elektr tarmoqlarida kuchlanish buzilishi, ortiqcha isroflar, uskunalarning muddatidan oldin ishdan chiqishi va avtomatika tizimlarining noto'g'ri ishlashiga sabab bo'ladi. Maqolada passiv, aktiv va gibrid filtrli kompensatsiya qurilmalari yordamida garmonikalarni kompensatsiya qilish texnologiyalari ko'rib chiqilgan. Aktiv filtrlarning yuqori dinamik xususiyatlari, moslashuvchanligi va samaradorligi ularni istiqbolli yechimga aylantirsada, ularning yuqori narxi keng qo'llanilishini cheklaydi. Shu sababli maqolada iqtisodiy samaradorlik va texnik imkoniyatlarni birlashtirgan gibrid filtrlar haqida ham fikr yuritiladi. Yakuniy qismda elektr energiyasi sifatini oshirish uchun kompleks muhandislik metodikalarini ishlab chiqish va joriy etish bo'yicha tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: elektr energiyasi sifati, yuqori tartibli garmonikalar, aktiv filtr, passiv filtr, gibrid filtr, kompensatsiya qurilmalari

1. Kirish

Hozirgi vaqtda elektr ta'minoti tizimlarida, jumladan, energiya manbalari quvvati iste'mol qilinayotgan quvvat bilan teng darajada bo'lgan avtonom elektr ta'minoti tizimlarida ham, elektr energiyasi sifati bo'yicha talab qilinadigan darajani ta'minlash muammosi tobora dolzarb bo'lib bormoqda. Bu holat, kuchli o'zgartirgich texnologiyasiga asoslangan elektr iste'molchilarining - turli mexanizmlar uchun chastotali boshqaruvga ega elektr yuritmalari (ChBEY), uzluksiz elektr ta'minoti manbalari (UETM), maxsus tok generatorlari kabi qurilmalarning soni oshib borayotgani bilan bog'liq.



1-rasm. Ikki bosqichli chastota o'zgartirgichli ChBEY (chastotali boshqaruvdagi elektr yuritma) sxemasi

^a <https://orcid.org/0009-0009-2520-8995>

^b <https://orcid.org/0009-0002-5095-0234>

Hozirgi vaqtda mazkur qurilmalar, odatda, ikki bosqichli sxema asosida quriladi. Bunda kirishdagi sinusoidal kuchlanish boshqarilmaydigan to'g'rilagich yordamida to'g'rilanadi, so'ngra inverter orqali zarur chastota va amplitudaga ega bo'lgan o'zgaruvchan kuchlanishga aylantiriladi.

Yarimo'tkazgichli o'zgartirgich klemmlariga sinusoidal kuchlanish uzatilganda, u tarmoqdan nocosoidal (ya'ni, garmonikalarga ega) tokni iste'mol qiladi.

Bu nocosoidal tok tarmoq elementlari orqali o'tganda, ushbu elementlarning qarshiliklarida kuchlanishning tushishiga olib keladi. Natijada, bu tushishlar asosiy sinusoidal kuchlanishga qo'shib, umumiy kuchlanish egri chizig'ining shaklini buzilishiga sabab bo'ladi [2-3].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Elektr energiyasi sifatini buzuvchi yuqori tartibli garmonikalarni aniqlash, baholash va ularni kompensatsiya qilish bo'yicha tadqiqotlar quyidagi metodik yondashuvlar asosida olib borildi. Birinchi bosqichda tarmoqda mavjud bo'lgan nochiqli yuklamalar (masalan, 6-impulsi to'g'rilagichlar, inverterlar, UPS tizimlari) aniqlanadi. Ushbu qurilmalar tomonidan tarmoqqa kiritilayotgan tokning garmonik tarkibi hisobga olinadi. Baholashda quyidagi parametrlar aniqlanadi:

- Yuklama turi va quvvati;
- Quvvat manbaining qarshilik xususiyatlari (ichki impedans);
- Transformatorning quvvati va ulanish sxemasi.

Tadqiqot metodikasi doirasida ishlab chiqilgan kompensatsiya qurilmalari sanoat tarmoqlarida (masalan, paxta to'qimachilik klasteri, metallurgiya zavodi) uchun modellashtirildi. Olingan natijalar asosida elektr energiyasi sifatini saqlashga oid tavsiyalar ishlab chiqildi.

3. Natijalar

Matematikada ma'lum bo'lgan usullarga (funktsiyaning Furje qatoriga yoyish) muvofiq, nocosoidal tok har biri asosiy chastotaga karrali bo'lgan o'ziga xos chastotaga ega sinusoidal toklarning yig'indisi sifatida ifodalanishi mumkin. Bunday tarkibiy qismlar yuqori tartibli garmonika (YTG) komponentlari deb ataladi.

Shu holda, iste'mol qilinayotgan tok quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$i(t) = \sum_{n=1}^{\infty} I \sin(n\omega t + \psi_n)_{mn} \quad (1)$$

bunda $I \sin(n\omega t + \psi_n)_{mn}$ - n-tartibli garmonika yoki garmonika tarkibiy qismlari, ularning har biri I_{mn} amplitudaga va ψ_n boshlang'ich fazaga ega bo'ladi.

$n = 1$ bo'lgan garmonika, ya'ni chastotasi tarmoqning asosiy chastotasiga mos keladigan komponent, birinchi yoki asosiy garmonika deb ataladi. Qolgan barcha garmonika komponentlari esa yuqori tartibli garmonikalar deb yuritiladi.

Bunday holatda, ta'minlovchi tarmoq kuchlanishining funksiyasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$u(t) = \sum_{n=1}^{\infty} U \sin(n\omega t + \psi_n)_{mn} \quad (2)$$

Tarmoqdan iste'mol qilinayotgan tokning garmonik tarkibi to'g'rilagich sxemasining pulsatsiya soniga bog'liq.

Unda mavjud bo'lgan garmonikalar qatori quyidagi qonuniyatga bo'ysunadi:

$$n = km \pm 1,$$

bunda n - tok egri chizig'idagi garmonikaning tartib raqami, m - to'g'rilagich sxemasining pulsatsiya (impuls) soni, k - natural sonlar ketma-ketligining elementi.

Kuchlanish egri chizig'ining buzilish darajasini miqdoriy baholash uchun quyidagi koeffitsiyentlar qo'llaniladi:

Kuchlanishning n-tartibli garmonika tarkibiy qismining koeffitsiyenti $K_{U(n)}$, bu ko'rsatkich kuchlanishning asosiy (birinchi) garmonika tarkibiy qismining qiymati U_1 ga nisbatan foizlarda ifodalanadi va odatda 40-tartibgacha bo'lgan garmonikalar uchun hisoblanadi

$$K_{U(n)} = 100 \cdot \frac{U_{(n)}}{U_1}, \% \quad (3)$$

Kuchlanishning umumiy garmonika tarkibiy qismlarining koeffitsiyenti (K_U) bu 40-tartibgacha bo'lgan barcha garmonika tarkibiy qismlarining o'rtacha kvadratik qiymatlari yig'indisining, asosiy (birinchi) garmonika tarkibiy qismining o'rtacha kvadratik qiymatiga nisbati sifatida aniqlanadi. Bu koeffitsiyent kuchlanish egri chizig'ining umumiy garmonika buzilish darajasini tavsiflaydi

$$K_U = 100 \cdot \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N U_{(n)}^2}}{U_1}, \% \quad (4)$$

bunda $U_{(n)}$ - kuchlanishning n-tartibli garmonika tarkibiy qismining o'rtacha kvadratik qiymati, V, kV;

n - kuchlanishning garmonika tarkibiy qismining tartib raqami;

N - hisobga olinayotgan oxirgi (eng yuqori) garmonika tartibi.

Kuchlanish va tok tarkibida yuqori tartibli garmonikalar mavjudligi bir qator noxush oqibatlarga olib keladi: elektr mashinalari, transformatorlar va elektr tarmoqlarida qo'shimcha isroflar yuzaga keladi; reaktiv quvvatni kondensator batareyalari yordamida kompensatsiya qilish qiyinlashadi; elektr mashinalari va apparatlarining izolyatsiya xizmat muddati qisqaradi; avtomatika, telemexanika va aloqa qurilmalarining ishlashi yomonlashadi [2-3].

Asinxron dvigatellarda tok va kuchlanishning yuqori tartibli garmonikalarining mavjudligi stator va rotor chulg'amlarida uyurma toklar hamda yuza effekti natijasida qo'shimcha isroflarga olib keladi. Bundan tashqari, statoridagi tok garmonikasi mos aylanish momentlarni hosil qiladi, bu esa dvigatelning ortiqcha vibratsiyasiga sabab bo'ladi.

Kuchlanish egri chizig'ining shakli buzilishi elektr mashinalari va transformatorlarning izolyatsiyasida sodir bo'ladigan ionlanish jarayonlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Bu holat shundan iboratki, kuchlanish egri chizig'i shaklining buzilishi natijasida izolyatsiya ichidagi gaz qo'shilmalari (bo'shliqlari)ning ionlanishi ancha kuchayadi, bu esa izolyatsiyaning elektr mustahkamligini pasayishiga, dielektrik isroflarining oshishiga va natijada xizmat muddati qisqarishiga olib keladi.

Sinusoidal kuchlanish sharoitida va $K_U = 6...8,5\%$ bo'lgan holatda ishlayotgan kabel tizimlari bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki: ikkinchi holatda



(ya'ni, garmonika buzilish koeffitsiyenti mavjud bo'lgan sharoitda) 2,5 yillik ekspluatatsiyadan so'ng teshilish toklarining o'rtacha qiymati birinchi holatga nisbatan 36% ga, 3,5 yildan so'ng esa 43% ga ortgan.

Kuchlanish egri chizig'ida yuqori tartibli garmonikalar (YTG) mavjud bo'lsa, bu holat kondensator dielektrigining eskirish jarayonini ham sezilarli darajada tezlashtiradi. Bundan tashqari, kondensator batareyalari (KB) davriy ravishda garmonik toklarning qandaydir chastotasidagi rezonans holatiga yaqin rejimda ishlashi mumkin. Bunday sharoitda kondensator orqali o'tadigan garmonika toki nominal qiymatlardan bir necha baravar ortib ketishi mumkin. Bu esa kondensatorlar shishishi yoki portlashiga olib keladi. Ushbu holat elektr tarmoqlarida reaktiv quvvatni kondensatorli qurilmalar yordamida kompensatsiya qilish imkoniyatlarini sezilarli darajada cheklaydi.

Yuqori tartibli garmonikalar, shuningdek, himoya tizimlarining ishdan chiqishiga, noto'g'ri yoki asossiz ishga tushishiga sabab bo'ladi, ularning ish faoliyatini buzadi, texnik ko'rsatkichlarini yomonlashtiradi va xizmat muddatini qisqartiradi. Natijada tok va kuchlanish bo'yicha sozlangan ishga tushish (ustavka) parametrlarining aniq ishlashi buziladi. Ayniqsa, raqamli elementlar asosida qurilgan himoya tizimlari garmoniklarga nisbatan juda sezuvchandir.

Shuningdek, avtonom energiya manbalaridagi sinxron generatorlarning avtomatik uyg'otish boshqaruv tizimlari, avtomatik sinxronlashtirish va reaktiv quvvatni taqsimlash tizimlari ham yuqori tartibli garmonikalar ta'siriga juda sezgir bo'lib, ular hozirda ko'plab hollarda mikrokontrollerlar va raqamli elementlar asosida ishlab chiqilmoqda.

Tok va kuchlanishning yuqori tartibli garmonikalari telemehanika qurilmalarining ishlashida uzilishlarga olib kelishi mumkin, ayniqsa dispetcherlik va nazorat punktlari o'rtasidagi aloqa kanallari sifatida elektr uzatish liniyalari ishlatilganda.

Yuqori darajadagi garmonikalarning salbiy ta'siriga o'zgartirgichlarning o'zi ham duchor bo'ladi. Bunday ta'sir, asosan, katta quvvatli ventillarni kommutatsiyalash (ulab-o'chirish) sharoitlarining yomonlashuvi, boshqaruv tizimidagi nosozliklar va doimiy tok tomonida pulsatsiyalar darajasining oshishi kabi holatlarda namoyon bo'ladi.

Iste'mol qilinayotgan elektr energiyasi sifatiga radioelektron qurilmalar va tizimlar ham sezgir hisoblanadi. Ta'minlovchi kuchlanishdagi yuqori darajadagi garmonikalar har xil turdagi radioelektron qurilmalar ish faoliyatida nosozliklar yuzaga kelishiga sabab bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, tokning yuqori garmonik tarkibiy qismlari elektromagnit shovqinlarning yuzaga kelishiga olib kelishi mumkin.

Garmonika tashkil etuvchilari koeffitsiyentlari elektr energiyasi sifatining ko'rsatkichlari bo'lib, ularning chegaraviy qiymatlari me'yoriy hujjatlar bilan belgilanadi.

Garmonika tashkil etuvchilari koeffitsiyentlari davlat standarti talablariga muvofiq aniqlanadi. Ushbu standartga ko'ra, 0,38 kV kuchlanishli tarmoqlarda kuchlanish garmonik tashkil etuvchilarining yig'indi koeffitsiyenti K_U quyidagi chegaralardan oshmasligi lozim:

- bir haftalik interval davomida 95 % vaqt mobaynida - 8 % dan,
- bir haftalik interval davomida 100 % vaqt mobaynida - 12 % dan.

Bu talablar elektr energiyasi sifatini saqlash va iste'molchilarning elektr uskunalari ishonchli ishlashini ta'minlash maqsadida belgilangan.

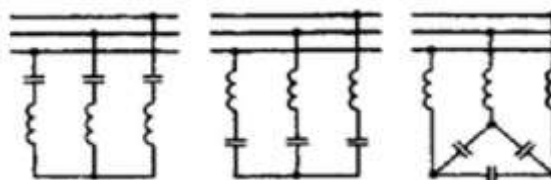
Mavjud baholash vositalari, ta'minlovchi tarmoqdagi nohiziqli yuklamaning elektr energiyasi sifatiga ta'sirini aniqlash imkonini beradi. Bunda nohiziqli yuklama turi, uning quvvati hamda quvvat manbai parametrlari asosida garmonik tarkibiy qismlar koeffitsiyentlarini hisoblash mumkin. Masalan, agar quvvat manbai cheklangan quvvatga ega bo'lsa va umumiy nohiziqli yuklama 6-impulslı to'g'rilagichlardan tashkil topgan bo'lib, unda tokning yuqori garmonik komponentalarini kompensatsiyalovchi hech qanday vosita mavjud bo'lmasa va bu yuklama transformator quvvatining 50 % ini tashkil etsa, unda kuchlanishdagi garmonik tarkibiy qismlar yig'indisi koeffitsiyenti K_U taxminan 15 % ga yetadi. Bu esa amaldagi me'yorlardan deyarli ikki baravar yuqori deganidir. Ushbu ma'lumotlar nohiziqli yuklamalar mavjud bo'lgan elektr tarmoqlarda yuqori darajadagi garmonikalarni kompensatsiyalash zaruratini yaqqol ko'rsatadi.

Nohiziqli buzilishlarni kompensatsiyalovchi maxsus vositalardan foydalanish holatlari, asosan, yirik sanoat korxonalarida (metallurgiya kombinatlari, sellyuloza-qog'oz kombinatlari, paxta to'qimachilik klasterlari) uchraydi. Bunday korxonalarda yuqori darajadagi garmonikalarni kamaytirish maqsadida, hisoblar yoki tabiiy (amaliy) o'lchovlar asosida passiv filtrlar o'rnatiladi. Ushbu filtrlar ketma-ket ulanadigan reaktorlar (induktivliklar) va kondensator batareyalari kombinatsiyasidan iborat bo'ladi. Filtrning yuqori tartibli garmonik toklariga bo'lgan qarshiligi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$X_{\Phi(n)} = n \cdot X_L - \frac{X_C}{n}, \% \quad (5)$$

bunda X_L , X_C - reaktor va kondensator batareyasining sanoat chastotasidagi tok uchun qarshiliklari.

Chastota oshgani sayin reaktoring induktiv qarshiligi ortadi, kondensator batareyasining sig'im qarshiligi esa garmonika tartib raqamiga teskari proporsional ravishda kamayadi. Garmonikalardan birining chastotasida reaktoring induktiv qarshiligi kondensator batareyasining sig'im qarshiligiga tenglashadi va natijada filtr zanjirida kuchlanish rezonansi yuzaga keladi. Bunday holatda, rezonans chastotasidagi tok uchun filtrning umumiy qarshiligi nolga teng bo'ladi va u elektr tizimni aynan shu chastotada shuntlaydi, ya'ni o'ziga tortadi. Shu sababli bu chastotadagi garmonik toklar tarmoqqa tarqalmay, filtr orqali yo'naltiriladi. Umuman olganda, har bir alohida garmonikani samarali bostirish uchun uning chastotasiga mos alohida filtr zarur bo'ladi.



2-rasm. Filtrli kompensatsiya qurilmalarining (FKQ) soddalashtirilgan sxemalari

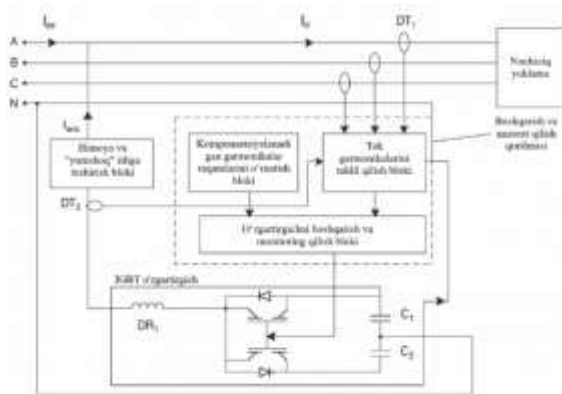
Filtrning asosiy (sanoat) chastotadagi qarshiligi sig'im xarakterga ega bo'ladi. Bunday qurilmalar yuqori tartibli garmonikalarni kamaytirish bilan birga reaktiv quvvat hosil qilish funksiyasini ham bajaradi. Shu sababli ular filtrlı

kompensatsiya qurilmalari (FKQ) deb ataladi. FKQ ning mumkin bo'lgan sxematik variantlari 2-rasmda keltirilgan.

Filtrli kompensatsiya qurilmalaridan (FKQ) foydalanish ularning bir qator muhim kamchiliklarini aniqlashga olib keldi. Birinchidan, bunday qurilmalar yuqori o'rnatilgan quvvatga ega bo'lishi, shuningdek, bir nechta garmonikani bostirish uchun alohida FKQ talab qilinishi ularning ishonchligini pasaytiradi, qisqa tutashuv toklarining qiymatini oshiradi va butun tizimning gabarit o'lchamlarini kattalashtiradi. Ikkinchidan, FKQ lar sozlash aniqligiga juda sezgir bo'ladi, ya'ni tizim parametrlari o'zgarishi natijasida filtrlar samarasiz bo'lishi mumkin. Uchinchidan, rezonansli filtrlar faqat ma'lum bir chastotaga (asosiy tarmoq chastotasining butun sonli ko'paytmasiga) sozlanadi, holbuki real ish rejimlarida bu chastota o'zgarib turadi, bu esa filtrning samaradorligini pasaytiradi.

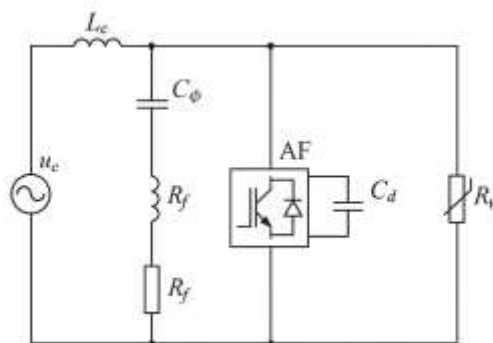
Shu sababli, so'nggi yillarda yuqorida keltirilgan kamchiliklarni bartaraf etishga qaratilgan intensiv izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada eng istiqbolli yo'nalishlardan biri aktiv garmonik filtrlardan foydalanish hisoblanadi [2-4].

Aktiv filtr (AF) bu tok manbai bo'lib, u yuklamaning birinchi garmonikasi bo'yicha reaktiv toki hamda yuqori garmonikalar (YG) ning yig'indi tokidan iborat bo'ladi. AF ning quvvat qismida kuchlanish invertori qo'llaniladi, uning doimiy tok tomoniga energiya akkumulyatori sifatida xizmat qiluvchi kondensator ulanadi (3-rasmga). Ushbu inverter orqali aktiv filtr yuklamadan kelayotgan zararli garmonikalarni aniqlaydi va ularga qarshi faza bo'yicha qarama-qarshi tokni generatsiyalab, ularni tarmoqdan bostiradi.



3-rasm. Aktiv filtrning (AF) struktura sxemasi

Boshqaruv qurilmasi kompensatsiya nuqtasida (ya'ni aktiv filtrning tarmoqqa ulanadigan nuqtasida) kuchlanish va tok signallarini o'lchaydi, nochiqli yuklama tomonidan kiritilayotgan buzilish tokini hisoblab chiqaradi, foydalanuvchi tomonidan belgilangan talablarga muvofiq filtr kompensatsiya tokining umumiy qiymatini aniqlaydi va invertorning quvvat kalitlari uchun boshqaruv impulsini shakllantiradi. Ko'rib chiqilayotgan ushbu sxemada birinchi garmonikaga tegishli reaktiv quvvat va filtrlanayotgan garmonikalar buzilish quvvati o'rtasida ikki yo'nalishli almashuv mavjud bo'lib, bu filtr va tarmoq o'rtasida amalga oshadi. Natijada, barqarorlashgan rejimda ushbu energiya almashuvining o'rtacha qiymati nolga teng bo'ladi. Bu esa aktiv filtrning samarali ishlashini va elektr energiyasi sifatini yuqori darajada saqlab qolishini ta'minlaydi.



4-rasm. Garmonik filtrning (GF) aktiv qismini parallel ulash sxemasi

Aktiv filtrlari (AF) passiv filtrlar bilan taqqoslaganda quyidagi afzalliklarga ega:

- Yuqori dinamik xususiyatlar – sezgirlik vaqti 1 millisekunddan kam;
- 20 gacha bo'lgan garmonikani samarali filtrlay olish imkoniyati;
- To'rt simli ulanish sxemasi mavjud bo'lib, u uchinchi va unga karrali garmonikalarni neytral sim bo'yicha yo'qotish imkonini beradi;
- Eksploatatsiya rejimini tanlash imkoniyati – faqat yuqori garmonikalarni, yoki ham garmonikalarni, ham reaktiv quvvatni kompensatsiya qilish;
- Kichik o'lchamlar – o'rnatish uchun kam joy talab etadi;
- Kam quvvat isroflari – yuklamaning nominal quvvatiga nisbatan 3 % dan kam;
- Boshqaruv tizimlariga ta'sir qiluvchi elektromagnit shovqinlarning yo'qligi;
- Ishlash rejimini oson va moslashuvchan sozlash imkoniyati;
- Ortiqcha yuklanish ehtimoli mavjud emas, ya'ni ortiqcha yuklamadan himoyalangan.

Ushbu afzalliklar aktiv filtrlarni zamonaviy elektr energiyasi sifatida boshqaruv tizimlarida eng istiqbolli yechimlardan biriga aylantiradi [3-5].

Biroq aktiv filtrlarning yuqori narxi ularning keng qo'llanishini cheklaydi. Shu sababli, muqobil va muvozanatli (kompromissli) yechimlarni izlash zarurati yuzaga keldi. Ana shunday yechimlardan biri bu gibril filtrlardir (GF). Gibril filtrning ishlash prinsipi shundan iboratki, quvvat elektron qurilmasi passiv filtr zanjirlarida tok va kuchlanish shakllantirib, ularning chastotaviy xususiyatlarini o'zgartiradi va shu orqali filtrning umumiy samaradorligini oshiradi. Hozirgi vaqtda aktiv filtrlarni passiv filtrlarning parametrlarini boshqarish regulatorining ijrochi organi sifatida qo'llashga asoslangan turli boshqaruv uslublari ishlab chiqilmoqda. Bunday yechimda aktiv qismining o'rnatilgan quvvati ancha kamayadi va u parallel ulangan to'liq aktiv filtr quvvatiga nisbatan bir necha barobar kichik bo'ladi. Bundan tashqari, filtr parametrlarini eksploatatsiya jarayonida avtomatik tarzda tuzatish (korreksiya qilish) imkoniyati ham yuzaga keladi, bu esa tizimni yanada moslashuvchan va barqaror qiladi. Amaliyotda esa aktiv va passiv qismlarning parallel ulanish sxemalari (4-rasm) eng keng tarqalgan hisoblanadi [4].



4. Xulosa

Shunday xulosa qilish mumkin: elektr ta'minoti tizimlarida elektr energiyasi sifatini yomonlashtiruvchi iste'molchilar ulushi ortib bormoqda. Shu bilan birga, elektr energiyasi sifatiga yuqori talab qo'yuvchi iste'molchilar soni ham ko'paymoqda, jumladan, hisoblash texnikasi, avtomatlashtirish vositalari va boshqa mikroprotessor asosidagi qurilmalar. Bu holat elektr energiyasi sifatini ta'minlovchi maxsus texnik vositalarni qo'llash zarurligini ko'rsatadi. Bunday qurilmalar zamonaviy talablar asosida quyidagi xususiyatlarga ega bo'lishi lozim: kompakt hajmli bo'lishi, yuqori dinamik xususiyatlarga ega bo'lishi (ya'ni yuklama o'zgarishlariga deyarli zudlik bilan javob qaytarishi), iqtisodiy jihatdan samarador, energiya tejankor bo'lishi, ekspluatatsiya rejimini tanlash imkoniyatini taqdim etishi. Ushbu qurilmalarni amaliyotga joriy etish kompleks chora-tadbirlarni talab etadi, normativ-texnik hujjatlarni ishlab chiqishdan tortib, to ularni real ekspluatatsiyada qo'llashgacha. Shuningdek, quyidagi yo'nalishlarda muhandislik metodikalari ishlab chiqilishi zarur: ob'ektning ish rejimlarini hisobga olgan holda garmonik tarkibiy qismlarni baholash metodikasi; kompensatsiya vositalari turlari va ularning o'rnatiladigan quvvatlarini tanlash uslublari; kompensatsiya vositalarini joylashtirish nuqtalarini tanlash metodikalari. Bu metodikalar elektr energiyasi sifatini tizimli ravishda boshqarish imkonini beradi va iste'molchilarni barqaror, ishonchli energiya bilan ta'minlashga xizmat qiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Кобозев В.А., Лыгин И.В. Качество электроэнергии и энергоэффективность систем

электрооборудования потребителей. Учебное пособие. – М.: Инфра-Инженерия, 2022. – 356 с.

[2] Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электрооборудования промышленных предприятий. 4-е издание переработанное и дополненное. // Энергоатомиздат, М. 2000 г. – 331 с.

[3] Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии. Руководство для практических расчетов. // ЭНАС, М. 2016 г. – 456 с.

[4] Розанов Ю. К., Рябчицкий М.В., Кваснюк А.А. Силовая электроника: учебник. - Москва: МЭИ, 2016. - 632 с.

[5] Янукович Г.И. Качество электрической энергии и способы его повышения: пособие. – Минск: БГАТУ, 2008. - 70 с.

[6] S.Mahamadjonov. "Work Of Asynchronous Generator In The Composition Of Mini-Ges In Autonomous Mode" The American Journal of Engineering and Technology The USA Journals Volume 03 Issue 02-2021.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Tolipov Jamshid Nurbekovich/ Jamshid Tolipov	O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti, katta ilmiy xodimi PhD, k.i.x. E-mail: tolipovjamshid@gmail.com Tel.: +99893 565-22-08 https://orcid.org/0009-0009-2520-8995
Murtazov Sherzod Isakbayevich/ Sherzod Murtazov	O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti, mustaqil izlanuvchisi. E-mail: shermurtazov@gmail.com Tel.: +99893 555-10-24 https://orcid.org/0009-0002-5095-0234



On the possibility of transitioning opposite piston compressors to the cylinder-piston group lubrication operation mode

R.U. Djuraev¹^a, B.R. Allanazarov¹^b

¹Navoi State University of Mining and Technology, Navoi, Uzbekistan

Abstract: This article presents the results of studying the possibilities of switching reciprocating piston compressors to a cylinder-piston group lubrication-free operating mode. Lubricating compressors reduces the wear of the friction parts of the compressor and reduces energy consumption for friction, increases the tightness of piston rings and seals, and cools the friction surfaces of the drive mechanism. However, traditional lubricants in friction units are considered the most vulnerable, as lubricants become a source of increased risk due to the occurrence of explosive concentrations of organic substances. In addition, rare rare oils are required for compressor lubrication. Due to the formation of soot-oil layers on the cylinder casings and the walls of the cooler tubes, the cooling systems do not provide the necessary cooling of compressed air. In recent years, to eliminate these shortcomings, it has been proposed to switch piston compressors to a mode without lubricating cylinders and seals.

Keywords: compressor, piston, cylinder, piston rings, lubricant, compressed air, compressor oil, rod, valve

Qarama-qarshi porshenli kompressorlarni silindr-porshen guruhini moylamay ishlash rejimiga o'tkazish imkoniyati to'g'risida

Djuraev R.U.¹^a, Allanazarov B.R.¹^b

¹Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada qarama-qarshi porshenli kompressorlarni silindr-porshen guruhini moylamasdan ishlash rejimiga o'tkazish imkoniyatlarini o'rganish natijalari keltirilgan. Kompressorlarni ishlatishda moylash kompressorning ishqalanuvchi qismlarining yeyilishini kamaytiradi va ishqalanishga energiya sarfini kamaytiradi, porshen halqalari va salniklardagi germetiklikni oshiradi, harakat mexanizmining ishqalanuvchi yuzalarini sovitadi. Biroq, ishqalanish uzellaridagi an'anaviy moylash materiallari eng zaif joy hisoblanadi, chunki organik moddalarning portlovchi konsentratsiyalari paydo bo'lishi tufayli moylash materiallari yuqori xavf manbai bo'lib qoladi. Bundan tashqari, kompressorlarni moylash uchun kamyob kam tarqalgan moylar talab etiladi. Silindrlar g'illoflari va sovitkichlar trubkalari devorlarida qurum-moy qatlamlari hosil bo'lishi tufayli sovitish tizimlari siqilgan havoni kerakli darajada sovitishni ta'minlamaydi. Keyingi yillarda bu kamchiliklarni bartaraf etish uchun porshenli kompressorlarni silindr va salniklarni moylamasdan ishlash rejimiga o'tkazish taklif qilinmoqda.

Kalit so'zlar: kompressor, porshen, silindr, porshen halqalari, moylash, siqilgan havo, kompressor moyi, shtok, klapan

1. Kirish

Tenologik ish rejimiga asoslangan holda davriy ravishda kompressor mashinalarining uzoq muddat ishlashi va xavfsiz ishlashini ta'minlash bo'yicha ko'p jihatlarini olib qaralganda kompressorlar moylash tizimining ishonchliligiga e'tibor berish va moylarning sifatiga bog'liq bo'lgan xususiyatlarini tekshirish maqsadga muvofiqdir. Kompressor ish rejimida texnologik juhatdan olib qaralganda, moylash tizimiga moy berilishining yetishmasligi ularning faoliyatida mummo kelib chiqishining asosiy sababi yoki kompressorlar to'xtashiga sabab bo'luvchi mexanizmlarda ishqalanish kuchining ortishiga olib keladigan jarayonlarda kuzatishimiz mumkinki, asosiy mexanizmlarda yordamchi texnik vositalarning ish rejimida mexanizmlarga nisbatan olib

qaraganda ko'proq nosozliklar natijasida silindrlarda timalishlar paydo bo'lishi kabi holatlarga guvoh bo'lishimiz mumkin va moylash tizimidagi mexanizmlarning zararlanishi natijasida porshen halqalarining jadal yeyilishi holati kuzatilishi mumkin. Bunday holatlarga asoslanadigan bo'lsak, kompressor silindrlariga ortiqcha moy tushishining asosiy bir nechta sababini keltirishimiz mumkin bo'lib, har qanday holatlarni keltirib chiqaradi. Shuningdek, kompressorlarning moylash tizimidagi moyning navi mos kelmasligi natijasida qurum hosil bo'lishiga olib keladi, bunday holatlarda esa ayrim hollarda kompressorlarning nosoz bo'lishiga sabab bo'libgina qolmay, havo yig'gichlar va havo quvurlarining portlashi kabi holatlarga sababchi bo'lishi mumkin. Qurumlar asosan yengil moy fraksiyalarining bug'lanishi natijasida hosil bo'lishi mumkin va jarayonlarda issiq havoning oksidlash holatining

^a <https://orcid.org/0009-0007-6239-9730>

^b <https://orcid.org/0009-0006-5339-8026>



o'zgarishining xususiyatlari tufayli yuzaga keladigan asfaltenlar yoki qattiq birikmalar holatida uchrab - karboidlar tipidagi hosilalar sifatidir. [1]

2. Tadqiqot metodologiyasi

Hozirgi vaqtga kelib zamonaviy texnologik jarayonlarni boshqarishda, ishlab chiqarishning raqamlashtirilgan tizimini nazorat qilishda asosan asbob-uskunalarining samaradorlik ko'rsatkichlari muhim ahamiyatga ega bo'lib, texnikalarning ish rejmi faoliyati muhitidagi asosiy vazifalariga qarab chidamlilik holatlarini tekshirish va ishonchligini aniqlash bo'yicha tadqiqotlarni amalga oshirishga bo'lgan talablar tobora ko'proq e'tiborni qaratilmoqda degan fikrdamiz. Texnologik jarayonlarning ish faoliyatida uskunalarining ishonchligini nazorat qilish va texnik jihatdan samarali ishlashini ta'minlash orqali uskunalariga texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash tizimini hamma joyda joriy etish zarur. Ishlab chiqarishning eng muhim samarali usullaridan vazifalari turli mashinalarga xizmat ko'rsatishning oddiyligi hisoblanadi.

Yuqorida ta'kidlab o'tganimizdek jarayonlarda, ishlab chiqarish faoliyati davomida texnologik jarayonlarning doimiy ravishda ishqalanish uzellaridagi davriy moylash materiallari eng zaif nuqtasi hisoblanadi, chunki organik moddalarning portlovchi konsentratsiyalari paydo bo'lishi tufayli moylash materiallari yuqori xavf manbai bo'lib hisoblanadi. Bundan tashqari, kompressorlarni moylash tizimi uchun kamyob kam tarqalgan moylar talab qilinadi. Moylash tizimidagi tsilindrlar g'iloflari va sovitkichlar trubkalari devorlarida qolgan moy qatlamlari to'planishi orqali hosil bo'lishi mumkin bo'lgan qatlamlar tufayli sovitish tizimlari siqilgan havoni yuqori bosim bilan haydash jarayonlari kerakli darajada sovitishni ta'minlay olmaydi.

Bu texnik jarayonlarda kamchiliklarni bartaraf etish uchun porshenli kompressorlarni silindr va salniklarni moylamasdan ishlash rejimiga o'tkazish holati bo'yicha tadqiqotlarni amalga qo'llashimiz mumkin bo'ladi. Ushbu tadqiqotning natijalariga asoslangan taklifni amalga oshirish uchun kompressorlarni ishlatish sharoitlarining barcha asosiy omillarini hisobga olgan holatda: yuqori va past harorat, o'rtacha bosim miqdori, aylanish chastotasi va aylanish stikli tezligining davomiyligi va boshqalarni hisobga olgan holda o'z-o'zidan amalga doimiy moylanadigan kompressorlarning moylash tizimini yemirilishga chidamli materiallarni qo'llash zarur degan fikrlarni qo'llab-quvvatlaymiz.

Haqiqatdan ham ko'pchilik holatlarda kuzatishimiz mumkinki, kompressorlarda porshen halqali joylashgan quruq ishqalanish kompressorlarini doimiy ishlab chiqarishni tashkil qilish mashinasozlik zavodlarini qayta qurish va qayta jihozlashni talab qilmaydi. Texnik yechimlarning soddaligi, moylash tizimida mashinalarni nazorat qilish bilan bir xil aniqlik sinfini tahlil qilgan holda, kompressorlarni me'yoriylashtirilgan texnik faoliyatiga bog'liq bo'lgan bazalarda va moylanadigan qismi mashinalarning uzellaridan foydalangan holda moylamasdan ishlab chiqarish imkonini beradi. Mamlakatimizda ilm-fani va zamonaviy tadqiqotlarni o'rganish orqali kompressorlarda quruq ishqalanishda yemirilishni bartaraf qilish muammosini hal qilishning bir nechta yo'nalishlarini tadqiqotlar asosida o'rganishimiz mumkin bo'lib: issiqlikga chidamli bo'lgan kimyoviy inert gazlar, bug'lanishga chidamli elastikligi past bo'lgan

moylash suyuqliklari va moylash tizimining materiallari; qattiq murakkab moylash tizimi materiallari; qiyin moylash plyonkalari ishlab chiqilgan; moysiz ishlaydigan uzellar va mexanizmlarning texnik jarayonlariga bog'liq bo'lgan holda konstruksiyalariga asoslangan tarzda yaratilgan.

Shuningdek, kompressorlarning ishlash samaradorligini oshirish maqsadida qo'llanilib, texnik jihatdan doimiy moylash tizimida foydalaniladigan ftoroplastlar, penoplastlar, poliamidlar asosidagi antifriksion sintetik materiallar quruq ishqalanish talablariga to'liq javob beradi degan fikrlarni ilgari suramiz. Kompressorlarning moylash tizimi mexanizmlari uchun odatda ftoroplastlar materiallar asosidagi antifriksion kompozitsiyalarni foydalanishni taklif qilamiz. Bu asosan toza F-4 ftoroplasti yemirilishga qarshi asosiy vosita sifatida har taraflama chidamliligi xususiyatlariga ega bo'lib va yuqori darajadagi issiqlik o'tkazuvchanligi past bo'lgan hollarda qo'llanilishi mumkin, shuningdek, termik issiqlik ta'sirida kengayish holati vujudga kelganda koeffitsiyenti yuqori bo'lgan holatlarni inobatga olish maqsadga muvofiq bo'ladi. Kompressorlarning ichki mexanizmlari uchun kerakli xususiyatlarni bilib olishimizda F-4 ga to'ldiruvchilar qo'shiladi [2].

F-4 asosidagi har qanday holatdagi yemirilishga qarshi materiallar kompozitsiyalarning ishqalanish koeffitsiyenti o'zaro F-4 ning ishqalanish koeffitsiyentiga deyarli teng ravishda deb hisobga olinadi, chunki kompozitsiya yuzasida har doim materialning qarshilik ftoroplast plyonkasi mavjud bo'ladi. Bu kabi holatlarda F-4 ishqalanish koeffitsiyenti juda past (0,04) darajada bo'lsa ham, lekin yuqori yuklama va tezliklarda ishqalanish yuzalari bo'ylab tez qizish holati kuzatiladi. O'rtacha olib qaraganimizda 327 °C dan yuqori haroratda ishqalanish koeffitsiyenti keskin oshishiga sabab bo'ladigan jarayonlarda va shu tariqa yemirilish holati boshlanadi. Shuning uchun bunday turdagi kompozitsiyalar kichik har turli yuklamalarda foydalanilib, kichik tezliklar uchun qo'llaniladi.



1-rasm. F4K20 kompozitsiyasining ko'rinish holati

F4K20 kompozitsiyasining xususiyatlarini aytib o'tishimiz mumkin: zichligi tarafdan 2,160 g/sm³, buzuvchi kuchlanish miqdori holati 130 MPa, nisbiy cho'zilish koeffitsienti 120%, brinell bo'yicha qattqlikdagi bosim kuchi 40 MPa ni tashkil qilsa, u holda 22 °C da 24 soatdan keyin yuk ostida deformatsiyalanish holati kuzatiladi. Hamda 3%, nisbiy yeyilishga chidamlilik 625 ga, yemirilish intensivligi 1 g/soat.10⁴ ga teng miqdorlarda namoyon bo'ladi.

Past darajada ishqalanishli kompozit materiallar asosida ishlab chiqilgan zichlovchi elementlarning asosi sifatida metall qismlarning yemirilishsiz ishlashini ta'minlaydigan vositalarda va tugunlardagi ishqalanish koeffitsiyentini 35%

ga kamaytiradigan BARS-500, 600, 700 dan foydalanish mumkin bo'ladi [3].



2-rasm. Texnologik jarayonlarda past tezliklarda ishqalanishli BARS-500 kompozit materialining ko'rinishi

Porshenli kompressorlarni moysiz holda ishlashga o'tkazish jarayoni uchun asosiy elementlarni hisoblash quyidagi tartibda amalga oshiriladi [4].

Porshenlar tayanch elementlarining umumiy kengligi sifati olib qaralgan holda:

$$\varepsilon_H = \frac{M_n + \frac{1}{2}M_{uu}}{0,5D_H \sin \frac{\alpha}{2}} \quad (1)$$

bunda M_p , M_{sh} - porshen va shtok massalari, kg; - tayanch segment burchagi; D_s - silindr diametri, m.

Tayanch segmentlarga solishtirma bosimlari hisoblangan holda:

$$q = \frac{M_n + \frac{1}{2}M_{uu}}{\varepsilon_H D_H \sin \frac{\alpha}{2}} \quad (2)$$

Segment uchlari bo'yicha jami tirqishlarning soni jihatidan qaranganda:

$$l_c = l'_c \cdot \Delta t \cdot \alpha_2, \quad (3)$$

bu yerda l'_c - tashqi diametr bo'yicha segment uzunligi, m

$$l'_c = \frac{\pi D_H}{3},$$

- silindrdagi haroratlar farqini taqqoslash usullari sifatida:

$$\Delta t = \frac{t_{bc} + t_H}{2} - t_o,$$

bu yerda t_{vs} , t_n , t_o - mos ravishda so'rish, haydash va atrof-muhit harorati, °S; - presslashga perpendikulyar yo'nalishda chiziqli kengayish koeffitsiyenti.

Ariqchadagi segmentning yon tirqishi hisoblashda:

$$\Delta = d_y + \delta' + 0,01\varepsilon_y, \quad (4)$$

bu yerda d_u - yurish tirqishi kattaligi; - issiqlik tirqishi kattaligi

$$\delta' = \varepsilon_y \Delta t \alpha_1,$$

bu yerda v_u - segment halqasining yasovchi bo'yicha o'lchami, m; $0,01v_u$ - materialning shishishiga tuzatma; - presslash yo'nalishida chiziqli kengayish koeffitsiyenti.

Porshenning chekka holatlaridagi tayanch elementlari silindr ko'zgusining orqasiga o'z kengligining 2/3 qismidan ortiq chiqib ketmasligi lozim.

Porshenning issiqlik va yurish tirqishlari $n = 0,92 \cdot 10^{-3}$ m. sifatida qabul qilinadi. Tayanch elementlar uchun issiqlik tirqishini aniqlashda:

$$\delta = 2c\alpha_2 \Delta t, \quad (5)$$

bu yerda s - tayanch elementlarning taqsimlangan o'lchami.

Shtokning uzunlik bo'yicha ruxsat etilgan qiyaligini aniqlash:

$$\kappa = 0,2 \frac{l_{uu}}{D_H}, \quad (6)$$

bu yerda l_{sh} - shtokning porshen o'rtasigacha bo'lgan uzunligi, m.

Porshenning tashqi diametric quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$D_n = D_H - 2(\delta + n + \kappa). \quad (7)$$

Tayanch elementining porshendan chiqib turgan qismining umumiy balandligi ko'rsatkichi

$$h = D_H - D_n - \delta - n. \quad (8)$$

Tayanch segmentlarning radial qalinligini aniqlash

$$\delta_c = h + m, \quad (9)$$

bu yerda m - tayanch elementi uchun ariqcha chuqurligi sifatida qabul qilinadi.

Porshenning zichlovchi halqalari soni zavoddagiga teng qilib olinadi.

Ariqchadagi porshen halqasining yon tirqishining qiymati uning yasovchi bo'yicha o'lchamini hisobga olgan holda (4) formula yordamida aniqlanadi.

Kameradagi salnik halqalarining umumiy yon tirqishining qiymati va ularning o'lchamlarini hisobga olgan holda (4) formula bo'yicha aniqlanadi.

Halqaga ulangan salnik prujinasining tarangligini aniqlashda asosan:

$$G = [q] \frac{d_{uu}}{2} b, \quad (10)$$

bu yerda d_{sh} - shtok diametri, m; b - halqaning shtokka tegib turuvchi qismining kengligi, m; $[q]$ - 0,01-0,02 MPa qabul qilinadigan solishtirma bosim.

Faqat kompressor moyidan foydalanishni istisno qilish orqali yillik iqtisodiy samara

$$\mathcal{O} = \frac{G_y \cdot T_k \cdot a_m}{1000}, \quad (11)$$

bu yerda G_u - kompressor silindrlarini moylash uchun moy sarfi, g/soat; T_k - kompressorning bir yilda ishlash vaqti, soat; a_m - 1 kg kompressor moyining narxi ko'rsatib o'tiladi.



1-jadval

Qarama-qarshi porshenli kompressorlarni silindr-porshen guruhini moylamasdan ishlash rejimiga o'tkazishning asosiy afzalliklari

Yo'q	Afzallik	Mohiyati va texnik asosi
1.	Siqilgan gazning yuqori tozaligi	Ishchi muhitga moy aerozollari va bug'larining tushishi butunlay istisno qilinadi, bu ayniqsa oziq-ovqat, farmatsevtika va gaz ajratish sanoatida muhimdir.
2.	Ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish	Moyni sotib olish, yetkazib berish, sovutish va filtrlash, shuningdek, ishlatilgan moylash materiallarini utilitatsiya qilish zarurati yo'qligi.
3.	Ekologik xavfsizlikning o'sishi	Atmosferaning moyli tuman va atrof-muhitning moyli chiqindilar bilan ifloslanishiga yo'l qo'yilmaydi.
4.	Tugunlar ishonchililigini oshirish	Moylash tizimi elementlarini olib tashlash moyning buzilishi yoki yetishmasligi bilan bog'liq ishlamay qolishlar va oqishlarni kamaytiradi.
5.	Konstruksiyani soddalashtirish	Moy nasoslari, quvurlar va filtrlar yo'q → metall sig'imi kamayadi, xizmat ko'rsatish va nazorat qilish osonlashadi.
6.	Yong'in xavfsizligini oshirish	Moy yonuvchi muhit hisoblanadi - moyning qizigan yuzalar bilan aloqasini istisno qilish yong'in xavfini kamaytiradi.
7.	Gazning termodinamik xossalarning barqarorligi	Ishchi gaz moy bilan o'zaro ta'sirlashmaydi, bu esa rostdash aniqligini oshiradi va jarayonlar samaradorligini oshiradi.
8.	Qo'llanish sohalarini kengaytirish	Kislorod, agressiv va o'ta toza gazlar bilan ishlash imkoniyati, ularda moy bo'lishiga yo'l qo'yilmaydi.

3. Xulosa

Xulosa qilib aytishimiz mumkinki, qarama-qarshi porshenli kompressorlarni silindr-porshen guruhini moylamasdan ishlash rejimiga o'tkazish havoni siqish uchun energiya sarfini ma'lum miqdorda kamaytiradi. Siqishga

energiya sarfining kamayishi ishqalanishdagi yo'qotishlarning yo'qligi holatda qaraganimizda, moy va filtrlarning degradatsiyasi yo'qligi va ishning barqarorligini oshirish hisobi natijasiga muvofiq sodir bo'ladi. Bundan tashqari, qarama-qarshi porshenli kompressorlarni silindr-porshen guruhini moylamasdan ishlash rejimiga o'tkazishda ta'mirlash ishlari va xizmat ko'rsatish oraliqlarini qisqartirish kabi holatlarga erishish bilan bir qatorda, uskunalarning bekor turib qolishini kamaytirish, porshen halqalari va silindrlar resursini oshirish, shuningdek, moyni filtrlash va utilitatsiya qilish xarajatlarining yo'qligi hisobiga resursning 3-4 baravar ko'proq o'sishini ta'minlab beradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Джураев Р.У., Хатамова Д.Н. Повышение эксплуатационной эффективности рудничных компрессорных установок // – Т. Издательство ООО "Lesson Press" – 2022 г. - 151 с.
- [2] Хатамова Д.Н., Абдуазизов Н.А., Джураев Р.У. Совершенствование системы охлаждения рудничных поршневых компрессорных установок // Инновационные технологии. – Карши, 2021. – №1. – С. 55-62.
- [3] Миняев Ю.Н. Энергетическое обследование пневмохозяйства промышленных предприятий. Научно-практическое издание. – Екатеринбург: УГГТА, 2003. – 151 с.
- [4] Миняев Ю.Н. Энергосбережение при производстве и распределении сжатого воздуха на промышленных предприятиях. Учебно-производственное издание. – Екатеринбург: Изд-во УГГТА, 2002. – 132 с.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot / Information about the authors

Djuraev Rustam Umarxanovich / Rustam Djuraev
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti T.f.d, professor.
E-mail: r.u.djuraev@yandex.ru
Tel: +998973227347
<https://orcid.org/0009-0007-6239-9730>

Allanazarov Bayrambay Rustemovich / Bayrambay Allanazarov
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti doktoranti.
E-mail: allanazarov.br@mail.ru
Tel: +998999558734
<https://orcid.org/0009-0006-5339-8026>



Assessment of factor significance in minimizing sand encroachment

M.K. Muzaffarova¹ ^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The paper proposes a methodology for expert evaluation aimed at ranking the factors that influence the minimization of annual railway sand drifts. A priority scale has been established, identifying annual precipitation as the dominant factor. The study reveals that the primary mechanism for reducing sand drift intensity is the spontaneous vegetation of sand substrates, initiated exclusively by atmospheric precipitation, thereby eliminating the need for artificial seeding.

Keywords: Dune sands, sand drifts, annual precipitation, wind speed, expert survey, competence, ranking, priority, coefficient of concordance

Оценка значимости факторов минимизации песчаных заносов

Музаффарова М.К.¹ ^a

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: Предложена методика проведения экспертной оценки с целью установления ранга факторов, оказывающих влияние на процесс минимизации годовых песчаных заносов на железных дорогах. Сформирована шкала приоритетов, в которой доминирующим фактором определены годовые осадки. Выявлено: доминирующим механизмом снижения интенсивности песчаных заносов является спонтанная вегетация песчаных субстратов, инициируемая исключительно атмосферными осадками, что исключает необходимость искусственного травосеяния.

Ключевые слова: Барханные пески, песчаные заносы, годовые осадки, скорость ветра, экспертный опрос, компетентность, ранжирование, приоритет, коэффициент конкордации

1. Введение

Более 200 км железных дорог Узбекистана проложено через районы с барханными песками. Для этих районов характерны периодические процессы - песчаные бури. Как известно, песчаные заносы создают серьезные проблемы для строительства и функционирования железных дорог [1, 2].

Для решения данной проблемы проводятся комплексные работы по обеспечению безопасности и оптимизации условий строительства и эксплуатации железных дорог в аридных регионах. [3-5].

В ранее выполненных работах отмечалось, для закрепления подвижных песков одним из наиболее экологичных и надежных подходов является традиционный биологический метод (фитомелиорация). Он предполагает создание растительного покрова из видов, приспособленных к жизни на песке. Тем не менее, эффективность этого метода в чистом виде снижается из-за ряда факторов, включая засоленность почвы, скудные осадки и интенсивное испарение, что обуславливает низкую результативность метода [6-8].

Следовательно, данное исследование будет направлено на повышение эффективности биологического метода путем более детального анализа причин сокращения годовых песчаных заносов, включая роль растительного покрова.

Встречаются задачи, где процесс принятия решений опирается на информацию, не поддающуюся прямому числовому измерению, а имеющую качественную природу. Несмотря на это, сами принимаемые решения в итоге формулируются в количественных показателях. Для задач данной категории характерно то, что число качественных характеристик может быть очень велико, кроме того, показатели могут быть взаимозависимы. Они проводятся путем экспертного опроса специалистов, при этом эксперты интуитивно-логическими приемами, опираясь на собственные знания и опыт, дают ответы на поставленные вопросы [1, 9]. К числу таких задач относится упорядочивание причин, минимизирующих вероятность появления песчаных заносов на железных дорогах, согласно их значимости.

2. Методика исследования

Таким образом, был проведен экспертный опрос среди специалистов, чья профессиональная деятельность непосредственно связана с проблемами песчанозаносимых участков на железных дорогах с выездом в филиал Корлитогской дистанции пути "Бухарского регионального железнодорожного узла".

Экспертный опрос состоял из 2 этапов. На первом этапе были определены приоритеты факторов минимизации песчаных заносов, на втором – причины

^a <https://orcid.org/0000-0002-0858-4704>



минимизации.

Эксперимент проведен в следующем порядке:

- разработка опросного листа;
- выбор и ранжирование экспертов;
- проведение опроса;
- обработка результатов эксперимента;
- заключение.

Определение цели экспертизы базируется на предшествующем опыте и степени изученности проблемы. Цель экспертизы - установить научно-обоснованную шкалу приоритетов факторов, минимизирующих вероятность появления песчаных заносов для проведения дальнейших исследований, направленных на повышение эффективности биологического метода. Оценки, данные экспертами, можно рассматривать как выборку из генеральной совокупности.

Шкала приоритетов устанавливалась в несколько этапов: формирование группы экспертов; проведение опроса; обработка информации, и анализ результата; разработка шкалы приоритетов.

В экспертном опросе для разработки процедуры его проведения надо решить два вопроса: о структуре экспертной анкеты и форме проведения экспертизы.

В анкету включены вопросы, имеющие цель, определить факторы, содействующие наиболее существенному достижению заданного полезного результата функционирования системы, в данном случае железной дороги [3, 10]. Таким образом, в анкете отражаются следующие вопросы:

- скорость ветра
- направление ветра
- температура окружающей среды
- годовые осадки (дождь, снег и др.)
- весенние осадки.

Необходимое (минимальное) число экспертов определено из выражения [1, 11, 12]:

$$N = \frac{x^2 V^2}{\epsilon^2},$$

где x - аргумент интеграла вероятности;

V - коэффициент вариации;

ϵ - относительная ошибка выборки.

Если относительная ошибка выборки равна 10%, $p = 0,9$, $V = 0,3$, $x = 1,96$, то минимальное число экспертов должно быть не менее $N = 25$.

3. Результаты и обсуждение

Результаты экспертного опроса были обработаны с использованием модифицированной версии метода Дельфи [1]. В рамках этого подхода была применена методика для оценки уровня информированности экспертов по исследуемой проблеме, анализа их аргументации и определения взвешенных коэффициентов.

Выбранные эксперты ранжируются по компетенции на 3 группы. Из общего их числа:

- 1) 29 % вполне можно положиться;
- 2) 46 % вполне компетентны;
- 3) 25 % компетентны.

При ранжировании экспертов учтены такие характерные черты как возраст человека, образование, должность, специальность, стаж работы. Выполнена

оценка информированности экспертов об исследуемой проблеме, аргументации ими объектов и установлены весовые нормированные коэффициенты, учитывающие их вклад в решение проблемы [1].

Таблица 1

Оценка опыта (1–5 баллов в зависимости от трудового стажа)

Стаж	≥15	12	8	5	<3
Опыт	5	4	3	2	1

Научная степень, должность и опыт работы по изучаемой проблеме позволяли оценить информированность эксперта. Степень информированности экспертов оценивалась коэффициентом $K_p = 0 \dots 1$.

Таблица 2

Оценка научной степени и занимаемой должности (5–10 баллов)

Должность	Начальник, главный инженер предприятия, объединения		Начальник отдела, руководитель группы, старший инженер		Инженер, соискатель	
Научная степень	+	-	+	-	+	-
Оценка	10	8	7	6	5	10

Получены значения коэффициентов конкордации в первой группе экспертов (на мнение которых вполне можно положиться) – 0,86, вторая группа – 0,71, третья – 0,63. Значения конкордации, находящиеся в пределах от 0,6 до 1, указывают на хорошую согласованность мнений экспертов по группам.

Результаты. На первом этапе эксперимента эксперты 1 группы, на мнение которых вполне можно положиться и 2 группы вполне компетентных уверенно отметили то, что приоритетным фактором, минимизирующим вероятность появления песчаных заносов являются годовые осадки – 100 %. Также положительная оценка была получена от 95 % компетентных экспертов. Воздержались от ответа 2 % экспертов из третьей группы (в свое время не принимали это во внимание, не понимали, о чем идет речь, не помнили). Остальная незначительная часть экспертов игнорировала этот вопрос.

В результате обработки данных экспертного опроса получена шкала приоритетов (табл.).

Таблица 3

Шкала приоритетов

Приоритет	Факторы
1	годовые осадки (дождь, снег и др.)
2	незначительная скорость ветра
3	весенние осадки
4	температура окружающей среды
5	направление ветра

В ходе второго этапа исследования была установлена причинно-следственная связь между годовым количеством осадков и минимизацией годовых песчаных заносов. Согласно мнению большинства



экспертов, увеличение осадков стимулирует процессы естественной регенерации растительного покрова на песчаных территориях. Это приводит к стабилизации песчаной поверхности за счет развития псаммофитной растительности, что, в свою очередь, снижает интенсивность песчаных заносов. Таким образом, наблюдаемый эффект можно интерпретировать как повышение эффективности биологического метода стабилизации песков.

4. Заключение

Ключевым фактором снижения интенсивности годовых песчаных заносов на железнодорожных путях является годовое количество осадков, обеспечивающее естественное зарастание песчаных массивов псаммофитной растительностью. В связи с этим, прогнозирование уровня пескозаносимости железных дорог предполагает проведение исследований, направленных на установление корреляции между объемом годовых осадков, динамикой развития растительного покрова и объемом аккумулированного песка.

Использованная литература / References

- [1] Мирахмедов М.М. Основы методологии комплексной системы организации пескозакрепления и защита производственно-технических систем от песчаных заносов. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Ташкент, 2003. – 363с.
- [2] Muzaffarova, M., Mirakhmedov, M. Physicochemical method of fixing mobile sands with local materials. E3s Web of Conferences Open source preview, 2021, 264.
- [3] Фазилов Т.И. Органо-минеральные противодефляционные покрытия, полученные пропиткой подвижных песков. Автореф...докт. тех. наук. –Харьков, ХИСИ,1991. –44с.
- [4] Muzaffarova, M. DILATATION OF THE METHOD OF THE FIXATION OF MOVEABLE SANDS. Transport ProblemsOpen source preview, 2022, 17(4), страницы 79–89.
- [5] Sulaymanov S., Kamilov X. Developing a method for attestating of working condition (In example of

«uzbekistan railways» joint-stock company single dispatching

[6] Адылходжаев, А.И. Применение госсиполовой эмульсии в качестве вяжущего для закрепления подвижных песков/ Диссертация на соискание ученой степени канд. тех. наук. – Ташкент, 1978. –241с.

[7] Muzaffarova, M., Mirakhmedov, M. Differences and commonalities impregnation of dry and wet sand. Transport problemsOpen source preview, 2014, 9(3), страницы 91–97.

[8] Закиров Р.С., Омаров А.Д. Организация сооружения земляного полотна при строительстве дорог в аридных регионах. Монография. Издательство

[9] Mirakhmedov, M., Muzaffarova, M. Expansion of a scope of methods protection the railways from entering by sand. Transport ProblemsOpen source preview, 2013, 8(2), страницы 55–61.

[10] Сохраный Е.П. Методика принятия решений о порядке задействования наземных средств взаимодействия с космическими аппаратами. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. Москва, 2022. Conference Paper.

[11] Muzaffarova M.K. Влияние годовых атмосферных осадков на возможность песчаных заносов дорог. Journal Engineer, SPECIAL ISSUE (I part), E-ISSN: 3030-3893 ISSN: 3060-5172, 16-iyun, 2025.

[12] Кошевой О.С., Голосова Е.С., Сеидов Ш.Г. Организация экспертного опроса с привлечением специалистов органов государственного и муниципального управления // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Общественные науки. 2012. №1.

[13] Кузьменко Т.В. Экспертный опрос как основа принятия управленческих решений // Социологический альманах. 2017. №8.

Информация об авторах/ Information about the authors

Музаффарова М.К. / М.К. Мухаммадхановна Музаффарова
Ташкентский государственный транспортный университет, доцента кафедры “Инженерия железнодорожного транспорта”
E-mail: mauguda@mail.ru
Tel.: +998977130063
<https://orcid.org/0000-0002-0858-4704>



Comprehensive analysis of the chemical composition, mechanical properties, and microstructure of cast iron types

Z.F. Rakhmatova¹, N.K. Kodirova¹, N.K. Tursunov¹ ^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article presents a comprehensive study of the interrelationship between the chemical composition, mechanical properties, and microstructure of cast irons. Various types of cast iron, including gray, white, high-strength spheroidal graphite, malleable, and alloyed cast irons, were analyzed in terms of their chemical composition, mechanical properties, and how these factors influence phase formation, matrix structure, and operational performance.

Keywords: cast iron, chemical composition, microstructure, graphite morphology, mechanical properties, strength, hardness

Cho‘yan turlarining kimyoviy tarkibi, mexanik xossalari va mikrotuzilishining kompleks tahlili

Raxmatova Z.F.¹, Qodirova N.Q.¹, Tursunov N.Q.¹ ^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada cho‘yanlarning kimyoviy tarkibi, mexanik xossalari va mikrotuzilishi o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik kompleks tarzda o‘rganilgan. Turli xil cho‘yan turlari, jumladan kulrang, oq, sharsimon grafitli yuqori mustahkamlikka ega, bolg‘alanuvchan hamda legirlangan cho‘yanlarning kimyoviy tarkibi, mexanik xossalari va ularning faza shakllanishi, matritsa tuzilishi hamda ekspluatatsion xossalari qanday ta‘sir ko‘rsatishi tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: cho‘yan, kimyoviy tarkib, mikrotuzilish, grafit shakli, mexanik xossalar, mustahkamlik, qattqlik

1. Kirish

Bugungi kunda dunyoda detallarning ekspluatatsion talablarga mos keladigan cho‘yanning optimal tarkibini ishlab chiqish, kimyoviy, fizik hamda mexanik xossalari yaxshilash, ularni olish va quyish texnologiyalarini takomillashtirish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu borada, cho‘yandan quyma detallar ishlab chiqarish texnologiyalarini yaratish, ularning tuzilishi va ekspluatatsion xossalari baholash hamda optimallashtirish usullaridan foydalangan holda, transport sohasida qo‘llaniladigan xavfsiz, ishonchli, uzoq muddat xizmat qiladigan detallar tayyorlashga alohida e‘tibor qaratilmoqda.

Temir-uglerod qotishmalariga cho‘yan va po‘lat kiradi. Cho‘yan bu temir asosidagi temir bilan uglerod va boshqa kimyoviy elementlardan tashkil topgan bo‘lib, tarkibidagi uglerodning miqdori 2,14% dan 6,67% gacha bo‘lgan qotishmadir. Cho‘yan eng arzon mashinasozlik materiali bo‘lib, yaxshi quyiluvchanlik xossalari ega. Bugungi kunda cho‘yan quymalarning ulushi umumiy quyma mahsulotlarning qariyb 75% ini tashkil etadi. Cho‘yanning sanoatda keng qo‘llanilishi uning fizik-mexanik, texnologik va ekspluatatsion xususiyatlari hamda texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarining maqbul uyg‘unligi bilan bog‘liqdir.

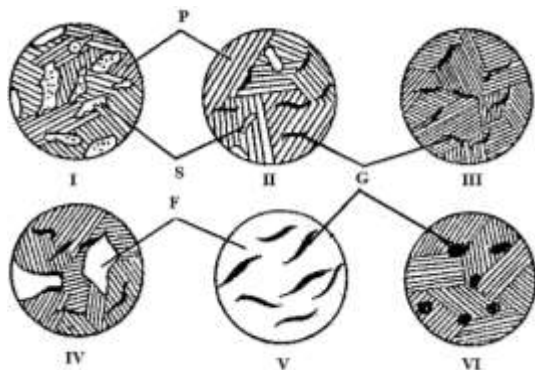
Cho‘yanda uglerod ikki xil ko‘rinishda: grafit ko‘rinishida – erkin xolatda, temir bilan kimyoviy birikkan Fe₃C xolatda yani sementit ko‘rinishida bo‘ladi. Agar cho‘yandagi uglerod butunlay yoki qisman grafit ko‘rinishida bo‘lsa, sindirilgan yuzasi kulrang bo‘ladi, shuning uchun kulrang cho‘yan deb ataladi. Sindirilgan yuzasi oq rangli bo‘lsa, oq cho‘yan deb yuritiladi. Kremniy (Si) kulrang cho‘yan, marganes (Mn) esa oq cho‘yan olish imkonini beradi. Oltingugurt va fosfor zararli qo‘shilmalari bo‘lib, oltingugurt cho‘yanga mo‘rtlik xususiyatini bersa, fosfor mo‘rtlik bilan birga uning quyiluvchanlik, suyuq xolda oquvchanlik xossalari yaxshilaydi. Kulrang va oq cho‘yanlar xossalari ko‘ra bir-biridan keskin farq qiladilar. Oq cho‘yanlar juda qattiq va mo‘rt bo‘lib, ularga kesish asbobi bilan ishlov berish juda qiyin, undan asosan po‘lat olishda keng foydalaniladi, shuning uchun ham uni qayta ishlanuvchi cho‘yan deb ataladi. Oq cho‘yanning bir qismi bolg‘alanuvchan cho‘yan olishga ham sarflanadi. Kulrang cho‘yanlarning quyilish xossalari yaxshi, yumshoqroq, kesish asboblari bilan yaxshi ishlov berish mumkin, yeyilishga yaxshi qarshilik ko‘rsata oladi, shuning uchun ham ularni quymakorlik cho‘yanlari deb ataladi.

^a <https://orcid.org/0009-0008-7910-3980>



2. Tadqiqot metodologiyasi

Turli shakldagi grafitli cho'yanni tasniflash GOST 3443-77 bo'yicha amalga oshiriladi. Maxsus ishlab chiqilgan shkalalar yordamida grafitning shakli, o'lchamlari, miqdori, shuningdek, metall asos (perlitning dispersligi, sementit miqdori, fosfidli evtektika turi, evtektik donning o'lchami va boshqalar) bilan baholanadi (1-rasm).



1-rasm. Cho'yanlarning mikrostrukturasi

I – oq, II – oraliq (yarim perlitli yarim oq), III – perlitli kulrang, IV – ferrit-perlitli kulrang, V – ferritli kulrang cho'yan, VI – yuqori mustahkamlikka ega

Plastinkasimon grafitli kulrang cho'yan eng yaxshi quyma qotishma hisoblanadi. Yuqori quymakorlik xususiyatlari tufayli undan turli o'lcham, massa va shakldagi quymalarni legirlamasdan yoki kam miqdorda legirlash orqali yaroqli, yuqori mexanik xossalarga ega bo'lgan kam xarajatli cho'yan olish mumkin. Kulrang cho'yandan quymalar tayyorlash texnologiyasi soddaligi, yuqori texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari bilan ajralib turadi, kamyob materiallar va katta energiya sarfini talab qilmaydi.

Grafitlanishga elementlarning ta'sir etish darajasi quyidagi tartibda joylashgan:

Si, Al, C, Ti, Ni, Cu, P, Zr, Nb, W, Mn, Cr, V, S, Mg, Ce, Te, B.

Niobiyning (Nb) chap tomonida grafit va ferrit hosil bo'lishiga yordam beradigan grafitlovchi elementlar, o'ng tomonida esa karbidlar hosil bo'lishiga, perlitlanishga yordam beradigan (antigrafitizatorlar) elementlar joylashgan.

Cho'yanning tuzilishi va xususiyatlarini strukturaviy diagrammalar hamda hisoblash formulalari yordamida tahmin qilish mumkin.

Kulrang cho'yanlarning xossalari hamda kimyoviy elementlarning mexanik xususiyatlariga ta'siri GOST 1412-85 bilan belgilanadi (1-jadval) da keltirilgan.

1-jadval

Kulrang cho'yanning markalari hamda ularning kimyoviy tarkibi va mexanik xususiyatlari

Cho'yan markasi	Elementning massa ulushi, % (qolgan Fe)					Mexanik xususiyati (15 mm quyma devor qalinligi)	
	C	Si	Mn	P	S	σ_B	HB
				ko'p emas		kam emas	ko'p emas
CЧ 10	3,5 - 3,7	2,2 - 2,6	0,5 - 0,8	0,3	0,15	100	190

CЧ 15	3,5 - 3,7	2,0 - 2,4	0,5 - 0,8	0,2	0,15	150	210
CЧ 20	3,3 - 3,5	1,4 - 2,4	0,7 - 1,0	0,2	0,15	200	230
CЧ 25	3,2 - 3,4	1,4 - 2,2	0,7 - 1,0	0,2	0,15	250	245
CЧ 30	3,0 - 3,2	1,3 - 1,9	0,7 - 1,0	0,2	0,12	300	260
CЧ 35	2,9 - 3,0	1,2 - 1,5	0,7 - 1,1	0,2	0,12	350	275
CЧ 40	2,5 - 2,7	2,5 - 2,9	0,2 - 0,4	0,02	0,02	392	290
CЧ 45	2,2 - 2,4	2,5 - 2,9	0,2 - 0,4	0,02	0,02	441	295

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, kulrang cho'yanda asosan uglerod va kremniy elementlari mexanik xossalarga katta ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari cho'yan quyma devorini qalinligi oshgan sari mexanik xossalari pasayadi. Masalan CЧ-10 markali kulrang cho'yanni 15 mm quyma devor qalinligidagi cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi 100 MPa dan kam bo'lmasa 50 mm da bu ko'rsatkich 75 MPa dan kam bo'lmaydi.

Yuqori mustahkamlikka ega sharsimon grafitli cho'yan eng samarali quyma qotishma hisoblanadi. Ushbu cho'yan yordamida konstruksiyalarning yuqori ishonchligi va chidamliligini saqlab qolgan holda ularning og'irligini kamaytirish muammosi samarali hal qilinadi. Sharsimon grafitli yuqori mustahkamlikka ega cho'yanning o'ziga xos xususiyati uning yuqori mexanik xossalari. Sharsimon grafit kulrang cho'yandagi plastinkasimon grafitga qaraganda kamroq darajada metall asosning ish kesimini zaiflashtiradi va eng muhimi, unga kuchli kesish ta'sirini ko'rsatmaydi. Buning natijasida grafit qo'shimchalari atrofida kuchlanish to'planishi kamroq darajada hosil bo'ladi. Yuqori mustahkamlikka ega cho'yanni kimyoviy tarkibi GOST 7293-85 da belgilangan (2-jadval, 50 mmgacha quyma devor qalinligi uchun).

2-jadval

Yuqori mustahkamlikka ega cho'yanning kimyoviy tarkibi

Cho'yan markasi	Elementning massa ulushi, %				
	C	Si	Mn		
BЧ35	3,3 – 3,8	1,9 – 2,9	0,2 - 0,6		
BЧ40	3,3 – 3,8	1,9 – 2,9	0,2 - 0,6		
BЧ45	3,3 – 3,8	1,9 – 2,9	0,3 - 0,7		
BЧ50	3,2 – 3,7	1,9 – 2,9	0,3 - 0,7		
BЧ60	3,2 – 3,6	2,4 – 2,6	0,4 - 0,7		
BЧ70	3,2 – 3,6	2,6 – 2,9	0,4 - 0,7		
BЧ80	3,2 – 3,6	2,6 – 2,9	0,4 - 0,7		
BЧ100	3,2 – 3,6	3,0 – 3,8	0,4 - 0,7		
Cho'yan markasi	Elementning massa ulushi, %				
	P	S	Cr	Cu	Ni
	ko'p emas				
BЧ35	0,1	0,02	0,05	-	-
BЧ40	0,1	0,02	0,1	-	-



B445	0,1	0,02	0,1	-	-
B450	0,1	0,02	0,15	-	-
B460	0,1	0,02	0,15	0,3	0,4
B470	0,1	0,015	0,15	0,4	0,6
B480	0,1	0,01	0,15	0,6	0,6
B4100	0,1	0,01	0,15	0,6	0,8

Yuqori mustahkamlikka ega cho'yanning kimyoviy tarkibidan, shuni xulosa qilish mumkinki, cho'yan markasi ko'tarilgan sari uning tarkibidagi uglerod, marganes hamda oltingugurt miqdori kamayib boradi, kremniy esa oshib boradi. Shuni takidlash joyizgi yuqori mustahkamlikka ega cho'yan hosil qilish uchun uning tarkibidagi oltingugurt miqdorini yuqori sifatli po'lat tarkibidagidek kamaytirish kerak. Oltingugurt miqdori yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yan tuzilishidagi sharsimon grafit hosil bo'lishini cheklaydi.

Cho'yanda sharsimon grafit olish uchun suyuqlanma Mg, Ca, Ce, Y, Nd, Pr va boshqa elementlar mavjud reagentlar bilan modifikatsiya qilinadi. Ba'zi elementlar grafitning sferoidlanishiga to'sqinlik qiladi, shuning uchun ularning cho'yandagi miqdori minimal bo'lishi kerak (0,009% Pb; 0,003% Bi; 0,026% Sb; 0,08% As; 0,04% Ti; 0,013% Sn; 0,3% Al). Ko'rsatilgan elementlarning qisman yoki to'liq zararli ta'siri remodifikatorlar, masalan, Se va boshqa nodir yer metallari (NEM) qo'shimchalari bilan bartaraf etiladi. Hozirgi vaqtda yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yan olishning boshqa usullari ham ma'lum: suyuqlanmani kukunsimon yoki donador magniy bilan puflash, tuzlar bilan ishlov berish, tarkibida sferoidlovchi modifikatorlar bo'lgan briketlarni qo'llash va boshqalar.

Sharsimon grafitli cho'yan nafaqat yuqori mustahkamlikka, balki plastiklikka ham egadir (3-jadval). Shu sababli undan mashinalarning mas'uliyatli og'ir yuklangan detallari (tirsakli vallar, tishli g'ildiraklar, silindrlar va boshqalar) tayyorlashda muvaffaqiyatli foydalaniladi.

3-jadval

Yuqori mustahkamlikka ega cho'yannig mexanik xususiyatlari

Choʻyan markasi	Mexanik xossasi			
	σ_B	$\sigma_{0,2}$	HB	$\delta, \%$
	MPa			
B435	350	220	140 - 170	22
B440	400	250	140 - 202	15
B445	450	310	140 - 225	10
B450	500	320	153 - 245	7
B460	600	370	192 - 270	3
B470	700	420	228 - 302	2
B480	800	480	248 - 351	2
B4100	1000	700	270 - 360	2

Yuqori mustahkamlikka ega cho'yannig markasi ko'tarilgan sari cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi, shartli oquvchanlik chegarasi hamda qattiqligi ortadi, nisbiy uzayish esa kamayadi.

Bolg'alanuvchan cho'yan olish texnologiyasining murakkabligi va ishlab chiqarish siklining davomiyligi tufayli kam istiqbolli material hisoblanadi. Bolg'alanuvchan cho'yan ma'lum kimyoviy tarkibga ega bo'lgan oq cho'yanni yumshatish yo'li bilan olinadi. U grafitlovchi elementlarning kamaytirilgan miqdori (2,4-2,9% C va 1,0-1,6% Si) bilan ajralib turadi, chunki quyilgan holatda quymaning butun kesimi bo'ylab to'liq oq cho'yan olish kerak, bu yumshatish jarayonida ixcham grafit hosil bo'lishini ta'minlaydi.

Bolg'alanuvchan cho'yan matritsasi kulrang cho'yanniki kabi kuydirish rejimiga qarab perlitli, ferritli yoki perlit-ferritli bo'lishi mumkin. Bolg'alanuvchan cho'yandan dinamik yuklamalar sharoitida ishlaydigan mas'uliyatli vazifadagi mayda va o'rtacha yupqa devorli quymalar (yuritma mexanizmlarining detallari, uzatmalar qutisi, avtotraktor mashinasozligida shassi, kollektorlar, fittinglar, richaglar va boshqalar) tayyorlashda foydalaniladi.

Bolg'alanuvchan cho'yannig markalari, kimyoviy tarkibi va mexanik xususiyatlari GOST 1215-79 da belgilangan (4-jadval).

4-jadval

Bolg'alanuvchan cho'yannig markalari, kimyoviy tarkibi va mexanik xususiyatlari

Cho'yan markasi	Mexanik xossalari			Elementlarni massa ulushi, %		
	σ_B MPa	δ %	HB	C	Si	Mn
	kam emas					
Ferritli cho'yan						
KЧ 30-6	294	6	100- 163	2,6- 2,9	1,0- 1,6	0,4- 0,6
KЧ 33-8	323	8	100- 163	2,6- 2,9	1,0- 1,6	0,4- 0,6
KЧ 35-10	333	10	100- 163	2,5- 2,8	1,1- 1,3	0,3- 0,6
KЧ 37-12	362	12	100- 163	2,4- 2,7	1,2- 1,4	0,2- 0,4
Perlitli cho'yan						
KЧ 45-7	441	7	150- 207	2,5- 2,8	1,1- 1,3	0,3- 1,0
KЧ 50-5	490	5	170- 230	2,5- 2,8	1,1- 1,3	0,3- 1,0
KЧ 55-4	539	4	192- 241	2,5- 2,8	1,1- 1,3	0,3- 1,0
KЧ 60-3	588	3	200- 269	2,5- 2,8	1,1- 1,3	0,3- 1,0
KЧ 65-3	637	3	212- 269	2,4- 2,7	1,2- 1,4	0,3- 1,0
KЧ 70-2	686	2	241- 285	2,4- 2,7	1,2- 1,4	0,3- 1,0
KЧ 80-1,5	784	1,5	270- 320	2,4- 2,7	1,2- 1,4	0,3- 1,0

Bundan tashqari mashinasozlikda antifriktsion cho'yanlardan (maxsus qotishmalar guruhi) ham kem foydalaniladi. Ularning tuzilishi Sharpi qoidasini (qattiq fazani yumshoq asosda joylashishi) qanoatlantiradi va sirpanish podshipniklari kabi ishqalanish sharoitlarida ishlashga mo'ljallangan. Antifriktsion cho'yanlarni markalari, kimyoviy tarkibi, mexanik xossalari va mikrotuzilishi GOST 1585-85 da keltirilgan.

Legirovchi elementlar cho'yan strukturasi, ya'ni metalni asosi grafitning shakli va o'lehamlariga ta'sir ko'rsatadi. Natijada cho'yanlar maxsus xossalarga ega bo'lishi mumkin. Legirovchi elementlarni qo'shish bilan ishqalanishga chidamli, korroziyabardosh, olovbardosh kuyindi hosil qilishga bardoshli legirlangan cho'yanlar



olinadi Maxsus xossalarga ega bo'lgan legirlangan cho'yanlar issiqqa chidamli, issiqqa bardoshli, yeyilishga bardoshli, korroziyabardosh va magnetlanmaydigan bo'ladi. Maxsus xususiyatlarga ega quymalar uchun mo'ljallangan legirlangan cho'yanning kimyoviy tarkibi, mexanik xossalari va termik ishlov berishning tavsiya etiladigan turlari GOST 7769-82 da keltirilgan.

3. Xulosa

O'tkazilgan tahlillar cho'yan turlarining kimyoviy tarkibi, grafitning shakli va tarkibidagi elementlarining ularning mexanik xossalari belgilovchi asosiy omillar ekanligini ko'rsatdi. Uglerod va kremniy miqdorining o'zgarishi grafitning hosil bo'lish jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatib, kulrang, oq, sharsimon hamda bolg'alanuvchan cho'yanlarning xossalari keskin farqlar yuzaga kelishiga sabab bo'ladi. Marganes, fosfor, oltingugurt va legirlovchi elementlarning miqdori esa cho'yan matritsasining perlit-ferrit nisbati, karbid fazalar hosil bo'lishi va materialning mustahkamlik ko'rsatkichlarini aniqlaydi.

Cho'yan qotishmalarining tarkibiy va strukturaviy parametrlarini ilmiy asosda tanlash va boshqarish ularning ekspluatatsion xususiyatlarini optimallashtirish, energiya tejankor quyma texnologiyalarini yaratish hamda mas'uliyatli konstruksion detallarni ishlab chiqarishda yuqori samaradorlikka erishish imkonini beradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] В.К. Могилев, О.И. Лев. Справочник литейщика: учебное пособие/В.К. Могилев, О.И. Лев. - М.: Машиностроение, 1988. - 272 с.

[2] M. Turakulov, N. Tursunov and S. Yunusov, "Steeling of synthetic cast iron in induction crucible furnace taking into account consumption rate of carburizers", E3S Web of Conferences 401, 05012 (2023). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340105012>.

[3] M. Turakulov, N. Tursunov and S. Yunusov, "New concept of cast iron melting technology in induction crucible furnace", E3S Web of Conferences 401, 01060 (2023). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340101060>

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Raxmatova Zarifa/ Zarifa Rakhmatova	Toshkent davlat transport universiteti "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedra magistranti E-mail: zarirakhmatova@gmail.com Tel.:+998999439905
Qodirova Nodira / Nodira Kodirova	Toshkent davlat transport universiteti "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedra magistranti E-mail: nodiraqodirova300@gmail.com Tel.:+998933807767
Tursunov Nodirjon/ Nodirjon Tursunov	Toshkent davlat transport universiteti "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedra mudiri, t.f.d., professor E-mail: u_nadir@mail.ru Tel.:+998712990169 https://orcid.org/0009-0008-7910-3980



Strength and crack resistance of steel and bfrp hybrid reinforced concrete beams

R.A. Mavlonov¹^a, S.E. Numanova¹^b

¹Namangan state technical university, Namangan, Uzbekistan

Abstract: This article presents a study on the use of combined steel and basalt fiber reinforced polymer (BFRP) reinforcement in the tensile zones of reinforced concrete beams. In the research, the effects of combined reinforcement on the strength of the beams, their behavior under loading, and the formation and development of cracks were learned deeply. In addition, the failure modes of such beams and the factors affecting their failure were investigated. The work of beams with combined steel–BFRP reinforcement was compared with conventional reinforced concrete beams. On this basis, conclusions were drawn regarding the pros and cons of both types of beams, their differences in load-bearing capacity, and crack formation. Additionally, the article highlights the optimal placement of BFRP reinforcement in the beams. The research results show that combined reinforcement improves the long-term performance of reinforced concrete elements and enhances their load-bearing capacity.

Keywords: concrete, reinforced concrete, steel reinforcement, FRP reinforcement, BFRP reinforcement, strength, crack resistance

Kombinatsiyalashgan po‘lat va bazalt kompozit armaturali temirbeton to‘sinlarning mustahkamligi va darzbardoshligi

Mavlonov R.A.¹^a, No‘manova S.E.¹^b

¹Namangan davlat texnika universiteti, Namangan, O‘zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada temirbeton to‘sinlarning cho‘ziluvchi zonasida po‘lat va bazalt kompozit armaturalarning kombinatsiyalashgan holda qo‘llanishi bo‘yicha keng qamrovli tadqiqotlar o‘tkazilgan. Tadqiqot doirasida kombinatsiyalangan armaturalashning to‘sinlarning umumiy mustahkamligiga ta‘siri, yuklama ostida ishlash xarakteri, darzlarning hosil bo‘lishi va rivojlanishi tahlil qilingan. Shuningdek, bu turdagi to‘sinlarning buzilish hollari, buzilishiga sabab bo‘luvchi omillar konstruksiyaviy nuqtayi nazaridan chuqur o‘rganilgan. Maqolada kombinatsiyalashgan po‘lat–bazalt kompozit armaturali to‘sinlarning ishlashi an‘anaviy po‘lat armaturali temirbeton to‘sinlar bilan solishtirilgan. Ushbu taqqoslash natijasida har ikki turdagi to‘sinlarning afzalliklari ba kamchiliklari, yuklamani qabul qilishdagi farqlari, darzlarning shakllanish dinamikasi bo‘yicha xulosalar chiqarilgan. Bundan tashqari, maqolada kombinatsiyalashgan armaturalashda bazalt kompozit armaturalarni optimal joylashtirish yoritilgan. Tadqiqot natijalari kombinatsiyalangan armaturalashning temirbeton elementlarning uzoq muddatli ekspluatatsiya ko‘rsatkichlarining yaxshilanishini hamda yuk ko‘tarish qobiliyatini oshirishini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: beton, temirbeton, po‘lat armatura, kompozit armatura, bazalt kompozit armatura, mustahkamlik, darzbardoshlik

1. Kirish

Qurilish sanoatida temirbeton konstruksiyalarning uzoq muddatga chidamliligi dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Temirbeton konstruksiyalarda betonning yemirilishi natijasida po‘lat armaturaning ochilib qolishi havo tarkibidagi kislorodning sekin-asta darzlardan kirib borishi natijasida asosini temir tashkil qilgan po‘lat armaturada temir oksidini hosil qiladi [1]. Temirbeton konstruksiyalarda kompozit polimer armaturalardan po‘lat armaturalarga muqobil sifatida foydalanish qurilish innovatsion yangilik sifatida kirib keldi.

Uning korroziyaga chidamliligi, magnit maydon hosil bo‘lmashligi hamda elektr tokini o‘tkazmalik kabi afzalliklari uni qo‘llanish sohasini kengaytirmoqda. Bundan tashqari, kompozit polimer armaturalarning cho‘zilishdagi yuqori mustahkamligi hamda yengilligi o‘ziga ko‘proq jalb etmoqda. Shunga qaramasdan, ularning cho‘zilishdagi diagrammasi chiziqli qonuniyatni tashkil etib, uzilgunga qadar chiziqli qoladi [2-3].

Shu sababli, kompozit armatura bilan armaturalangan beton konstruksiyalar hech qanday ogoxlantirishsiz mo‘rt buzilishga moyil bo‘ladi [4]. Ushbu omil sababli loyihalash

^a <https://orcid.org/0000-0001-6956-8946>

^b <https://orcid.org/0009-0007-7622-0017>



me'yorlari kompozit armaturali beton elementlarda armaturani keragidan ortiqcha o'rnatilishini talab qiladi, chunki shundagina mazkur to'sinlarning buzilish ehtimolligi kamayib kamroq deformatsiyalanadi. Vaholanki, mazkur holat iqtisodiy jihatdan qo'llab-quvvatlanmaydi. Kompozit armaturalar elastiklik modulining kichikligi, egiluvchi beton elementlarda solqilik va darzlarning ochilish kengligi bir xil ko'ndalang kesimli va bir xil miqdorda armaturalangan po'lat armaturali temirbeton to'sinlarga nisbatan katta bo'lishiga sabab bo'ladi. Natijada, kompozit armaturali beton to'sinlarni ikkinchi guruh chegaraviy holatlari bo'yicha hisoblashda ba'zi muammolar paydo bo'ladi [5, 6].

Temirbeton konstruksiyalardagi po'lat armaturaning korroziyasi konstruksiyaning uzoq muddat ishlashiga to'sqinlik qilib, xavf darajasini oshishiga ta'sir ko'rsatadi. Betonda yuqori ishqoriy muhit mavjudligi va armaturalar yuzasida passiv himoya plyonkasining hosil bo'lishi tufayli po'lat armaturalar korroziyadan himoyalangan. Karbonatlanish tufayli betonning ishqoriyligi vaqt o'tishi bilan kamayadi va kislorod, nam hamda turli agressiv kimyoviy moddalar tufayli armaturada zanglash jarayoni boshlanadi. [7] Biroq korroziya bir vaqtning o'zida barcha armaturalarda sodir bo'lmaydi, dastlab chetki sirtga yaqin joylarda ayniqsa konstruksiyaning burchaklarida sodir bo'ladi. Mazkur holat yuqori karbonatlanish tezligi, kislorod va namlikning oson kirishi va burchaklardagi betonning yemirilishga moyilligi yuqori bo'lganligi sababli sodir bo'ladi. Tashqi sirtga yaqin joylashgan armaturalar himoya qatlamini tashkil etuvchi betonning yemirilishi armaturalarning ham korroziyasini tezlashtiradi [8-10].

Temirbeton to'sinlarni kombinatsiyalashgan po'lat-kompozit armatura bilan armaturalash orqali muayyan darajada kompozit armaturaning qo'llanilish sohasini kengaytirish mumkin. Mazkur muammolarni yechish uchun egiluvchi elementlarni po'lat va kompozit polimer armaturalar bilan kombinatsiyalashgan holatda armaturalash g'oyasi paydo bo'ldi. Eng qulay yechim kompozit armaturani cho'ziluvchi zonaning eng ostki qismiga eng kichik himoya qatlamda o'rnatishdan iborat [11]. Bunda po'lat armaturalar kompozit armaturaga nisbatan chuqurroq himoya qatlamda joylashadi va po'latning korroziyaga moyilligini beton himoya qatlamini oshirish orqali kamaytiriladi. Buning natijasida, po'lat armaturalar elementning yuk ko'tarish qobiliyatini ta'minlashga kamroq hissa qo'shadi, lekin birkirlik va egiluvchanlikni ta'minlashda muhim rol o'ynaydi [12]. Shuningdek, po'lat armaturaning mavjudligi darzlar sonini va ularning kengligini kamaytirishga xizmat qiladi. Shuning uchun, po'lat va kompozit armaturalarni kombinatsiyalashgan holatda qo'llash temirbeton to'sinlarning chidamliligini va uzoq yashovchanligini odatdagi temirbeton nisbatan oshiradi [13].

Kombinatsiyalashgan po'lat va kompozit armaturali temirbeton to'sinlar bir qator afzalliklarga ega bo'lsada,

ularning armaturalanishi mustahkamlik va egiluvchanlikni oshirish uchun optimal bo'lishi kerak. Ularning birgalikda ishlashi konstruksiyani xavfsiz ishlashini ta'minlashi kerak. So'nggi yillarda dunyo miqyosida po'lat va kompozit armaturali temirbeton to'sinlar ustida bir qator izlanishlar olib borildi va ularda mazkur to'sinlarni nazariy hisoblash bo'yicha yangi usullar taqdim qilindi hamda optimal armaturalash aniqlandi [14-16].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Turli Eksperimental tadqiqot namunalari tayyorlash uchun portlandsement, qum, chaqiroq va suv ishlatildi. Nazariy jihatdan betonning tarkibini B30 sinfga mos kelgan materiallardan foydalanildi. Beton qorishmasi uchun haqiqiy zichligi $3,1 \text{ g/sm}^3$, to'kma zichligi $1,3 \text{ g/sm}^3$, me'yoriy quyuvligi 26%, donadorlik darajasi 8,2%, 28 sutkadagi siqilishdagi mustahkamlik chegarasi 43,0 MPa, egilishdagi mustahkamligi 7,1 MPa, solishtirma yuzasi 3000-3500 sm^2/g ni tashkil etgan "Namangansement" MChJ ning markasi M400 bo'lgan SEM II/A-K 32,5 N sementi, hamda mayda to'ldiruvchi sifatida yiriklik moduli $M_k \approx 2,0$, zichligi 2670 kg/m^3 , namligi 2,9 % bo'lgan Namangan kar'eridan olingan daryo qumi, shuningdek yirik to'ldiruvchi sifatida yirikligi 5-20 mm, zichligi 2650 kg/m^3 bo'lgan chaqiroqlardan foydalanilgan. Beton qorishmasining tarkibi GOST 27006-2019 davlatlararo standart talablari asosida tanlandi.

Betonning siqilishdagi mustahkamligini aniqlash uchun qirralarining nominal o'lchami $100 \times 100 \times 100 \text{ mm}$ bo'lgan jami 3 ta seriyadagi kub namunalar GOST 10180-2012 xalqaro standart talablari asosida amalga oshirildi. Beton qorishmalari maxsus tayyorlangan qoliplarga joylashda belgilangan talablarga hamda beton qorishmasini zichlashga alohida e'tibor qaratildi. Tayyorlangan kub namunalar markalanib, normal sharoitda 28 sutka saqlandi. Beton kub namunalarning mustahkamlik ko'rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan.

Sinov uchun uzunligi $l=150 \text{ sm}$, hisobiy uzunligi $l_0=140 \text{ sm}$ bo'lgan 9 ta seriyadagi jami 27 ta to'sinlar tayyorlangan. Ularning ko'ndalang kesim o'lchamlari $b \times h = 15 \times 20 \text{ sm}$ ga teng olingan. To'plangan yuklama to'singa $l_0/3$ masofada qo'yilgan. To'sin chetidan tayanchgacha bo'lgan masofa 5 sm ga teng. Barcha to'sinlarni normal kesim bo'yicha tadqiq qilingan (1,a-rasm).

To'sinlar fazoviy karkas bilan armaturalangan. To'sinlar normal kesim bo'yicha tadqiq qilinishini hisobga olinib, to'sining o'rta qismiga ko'ndalang armaturalar o'rnatilmagan. Tayanch oldi uchastkalarda ko'ndalang armaturalar qadamini 5 sm qabul qilingan. Karkasning io'la uzunligi 145 sm ni, balandligi esa 18 sm ni tashkil etgan. Barcha to'sinlarda siqiluvchi zonaga 2Ø8 A-III armatura o'rnatilgan. Xomut sifatida esa Ø6 A-I sterjen armaturalar qo'llanilgan (1, b-rasm).

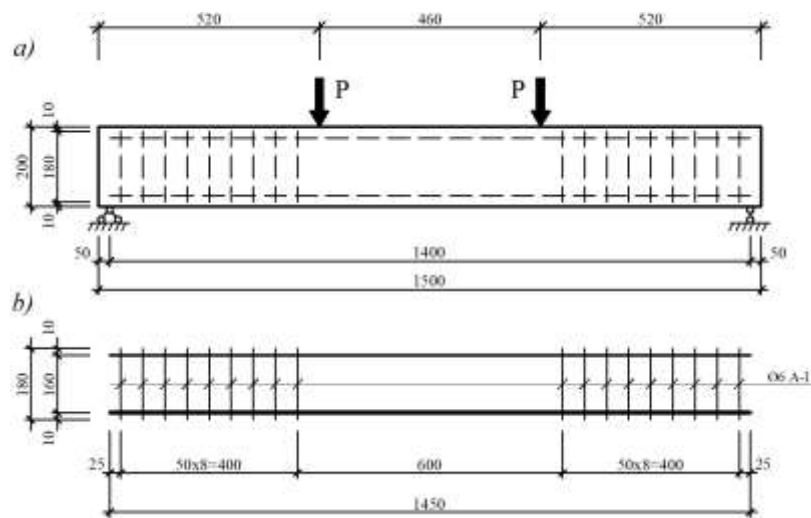
1-jadval

Beton kub namunalar mustahkamligini siqilishga sinash orqali olingan natijalar

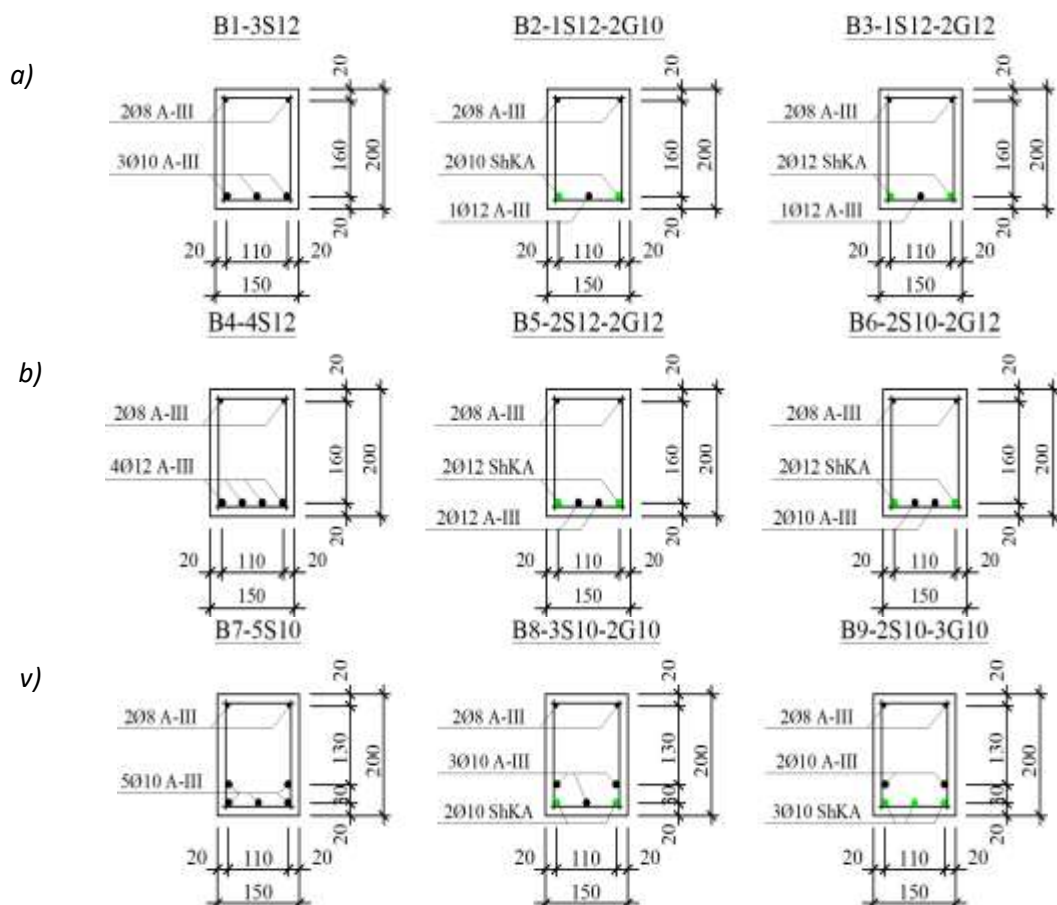
№	Kub namuna seriyalari	O'lchami $a \times b \times h$, mm	Buzuvchi kuch P , kN	Namuna mustahkamligi, R_t MPa	O'rtacha mustahkamlik, R_m MPa	Me'yoriy mustahkamlik R_n , MPa	Shartli beton sinfi	Elastiklik moduli E , MPa
1	1-seriya	102x100x101	377,89	35,9	34,4	31,2	B30	30449
2		100x101x99	349,47	33,2				
3		100x102x100	358,95	34,1				
4	2-seriya	100x99x101	383,16	36,4	34,9	31,7	B30	30568



5	3-seriya	102x101x101	346,32	32,9	33,3	30,2	B30	30097
6		100x100x99	372,63	35,4				
7		100x101x101	386,32	36,7				
8		99x100x101	344,21	32,7				
9		100x101x100	321,05	30,5				



1-rasm. To'sinning geometrik o'lchamlari va armatura karkasi



2-rasm. Tajriba to'sinlarining ko'ndalang kesimlari va armatura karkaslarining joylashishi

Jami 9 ta seriyadagi to'sinlar cho'ziluvchi zonaga o'rnatiladigan armaturalar sonidan kelib chiqib 3 ta partiyaga bo'lingan. 1-partiya to'sinlar (B1-3S12, B2-1S12-2G10 va B3-1S12-2G12) da cho'ziluvchi zonaga 3 tadan armatura o'rnatilgan. B1-3S12 to'sinda 1-partiya to'sinlar uchun nazorat to'sini hisoblanib faqat po'lat armatura bilan armaturalangan. B2-1S12-2G10 va B3-1S12-2G12 to'sinlar gibrid armaturalangan to'sinlar bo'lib, ularning burchaklaridan mos ravishda 2 tadan diametri 10 va 12 mm li ShKA lar o'rnatilgan (2, a-rasm).

2-partiya to'sinlar (B4-4S12, B5-2S12-2G12 va B6-2S10-2G12)da cho'ziluvchi zonaga 4 tadan armatura bir qator qilib o'rnatilgan. B4-4S12 odatdagi po'lat armaturali nazorat temirbeton to'sini, B5-2S12-2G12 va B6-2S10-2G12 gibrid armaturali to'sinlardir. Bu ikki to'sinlarning burchaklarida 2 tadan diametri 12 mm li ShKA armatura va o'rta qismida mos ravishda diametri 12 va 10 mm bo'lgan armaturalar o'rnatilgan (2, b-rasm).

3-partiya to'sinlar (B7-5S10, B8-3S10-2G10 va B9-2S10-3G10)da cho'ziluvchi zonaga 5 tadan armatura ikki qator qilib o'rnatilgan. Bo'ylama holatda armatura 2 qator joylashtirilganda ularning oralig'idagi masofa 30 mm qabul qilingan. Bunda B8-3S10-2G10 va B9-2S10-3G10 larda po'lat va ShKA lar kombinatsiyalashgan holatda qo'llanilgan. Barcha 3-partiya to'sinlarda armaturalash foizi bir-biriga teng bo'lgan. B8-3S10-2G10 to'sining burchaklarida diametri 10 mm li ShKA qo'llanilgan bo'lsa, B9-2S10-3G10 to'sinning cho'ziluvchi sirtiga yaqin joylashgan 3 ta armaturaning barchasi kompozit armaturadan tashkil topgan (2, v-rasm).

3. Natijalar

Eksperimental sinovlar natijalariga ko'ra, kombinatsiyalashgan po'lat-kompozit armatura bilan armaturalangan temirbeton to'sinlar 4-holga xos bo'lgan buzilish kuzatildi. Bu buzilish turi amaliyotda eng ko'p uchraydigan va real konstruksiyalarda sodir bo'ladigan holatga to'g'ri keladi. 1-, 2- va 3-hollarda to'sinning ko'ndalang kesimiga nisbatan bo'ylama armatura miqdori yetarli emasligi sababli konstruksiyada mo'rt buzilish ro'y beradi, 5- va 6-hollarda esa armatura me'yordan ortiq qo'llanilgan bo'lib, bunday holatlar qurilish amaliyotida iqtisodiy va konstruktiv jihatdan maqbul sanalmaydi. Shu bois, 4-hol texnik va amaliy nuqtayi nazardan real xayotga yaqin buzilish turi sifatida baholanadi (6-rasm).

Tajribalarda 4-hol kuzatilganda po'lat armaturadagi cho'zilishdagi kuchlanishlar oquvchanlik bosqichiga yetgach, to'sinning siqiluvchi zonasidagi beton ezilishi natijasida buzilish sodir bo'lgani aniqlandi. Bundan tashqari, to'sin tarkibidagi shisha kompozit armatura (ShKA) bu bosqichda uzilmasdan qoldi. Kompozit armaturaning uzilmasligi konstruksiyaning buzilish bosqichida ham ma'lum darajada yukni qabul qilib turishini ta'minladi.

Shuningdek, kompozit armaturaning cho'ziluvchanligi po'lat armaturaning oquvchanlik chegarasidan kattaligi va elastik xususiyatga ega ekanini sababli, to'sin buzilgandan so'ng konstruksiyadagi solqilikning ma'lum qisman dastlabki holatga qaytgani kuzatildi. Bu esa gibrid armaturali to'sinlarning avariya holatida qoldiq mustahkamlik va elastik tiklanish qobiliyati yuqoriligini ko'rsatadi.



B3-1S12-2G12



B6-2S10-2G12



B8-3S10-2G10



B9-2S10-3G10

6-rasm. To'sinlarning yuklama ostida buzilishi

1-guruh (B1-3S12, B2-1S12-2G10 va B3-1S12-2G12) to'sinlarda kombinatsiyalashgan po'lat va kompozit armaturali to'sinlarning yuk ko'tarish qobiliyati bir xil armaturalash foiziga teng bo'lgan po'lat armaturali temirbeton to'sinlarga nisbatan 8,3 % gacha, 2- guruh (B4-4S12, B5-2S12-2G12 va B6-2S10-2G12) to'sinlarda 2 % gacha va 3-guruh to'sinlarda 10,4 % gacha katta bo'lishi aniqlandi.



2-jadval
To'sin namunalarda darzbardoshlik momenti
qiymatlari

To'sin ning marka lanishi	Buzuvchi kuch P_u , kN	Solqilik f , mm	M_{erc}^{exp} , kN·m	M_u^{exp} , kN·m	$M_{erc}^{exp} / M_u^{exp}$
B1-3S12	109.7	29.9	4.61	25.60	0.18
B2-1S12-2G10	107.3	28.1	4.26	25.04	0.17
B3-1S12-2G12	119.6	30.2	4.47	27.91	0.16
B4-4S12	135.3	29.7	5.37	31.57	0.17
B5-2S12-2G12	138.1	23.4	4.83	32.22	0.15
B6-2S10-2G12	121.5	29.8	4.25	28.35	0.15
B7-5S10	116.2	25.0	5.15	27.11	0.19
B8-3S10-2G10	129.7	29.7	4.84	30.26	0.16
B9-2S10-3G10	118.1	28.1	4.41	27.56	0.16

To'sinlarni eksperimental sinov natijasida po'lat armatura bilan armaturalangan to'sinlarda darzlarning hosil bo'lishi gibrid armaturali to'sinlarga nisbatan kechroq rivojlandi, ya'ni to'sin yuk ko'tarish qobiliyatining 17...19 % da dastlabki vizual darzlar kuzatildi. Lekin gibrid armaturali to'sinlarda 15...17 % ni tashkil etdi (2-jadval).

4. Xulosa

Eksperimental sinov natijalariga ko'ra uchta seriyadagi to'sinlarning qiyosiy tahlili shuni ko'rsatadiki, kombinatsiyalashgan po'lat va kompozit armaturali to'sinlarning mustahkamligi odatdagi temirbeton to'sinlarga nisbatan 10 % gacha katta bo'lishi kuzatildi. To'sinlarning buzilishi 4-holga to'g'ri keldi, ya'ni po'lat armaturadagi kuchlanishlar oquvchanlik chegarasiga yetganda siqiluvchi zonada betonda ezilish sodir bo'ldi va ShKANing uzilmasdan qoldi. Lekin darzbardoshligi oddiy temirbetonga nisbatan pastligi aniqlandi. Olingan natijalar kombinatsiyalashgan armaturalashning qo'llanilishi egilishga ishlovchi elementlarning xizmat muddatini sezilarli darajada uzaytirishini, hamda qayta tiklash va ta'mirlash xarajatlarini kamaytirishini anglatadi. Shuningdek, ularning chidamliligi bunday konstruksiyalarning, ayniqsa korroziyaga moyil muhitda, barqaror ishlashini ta'minlaydi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Bingyan Wei, Xiongjun He, Ming Zhou, Huayi Wang, Jia He. Experimental study on flexural behaviors of FRP and steel bars hybrid reinforced concrete beams. Case Studies in Construction Materials 20 (2024) e02759, <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02759>

[2] Ravshanbek Mavlonov, Sobirjon Razzakov, and Sohiba Numanova. Stress-strain state of combined steel-FRP reinforced concrete beams. E3S Web of Conferences 452, 06022 (2023) IPFA 2023, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345206022>

[3] Ahmed El Refai, Farid Abed, Abdullah Al-Rahmani. Structural performance and serviceability of concrete beams reinforced with hybrid (GFRP and steel) bars. Construction and Building Materials 96 (2015) 518–529, <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.063>

[4] Hawileh, R., Finite element modeling of reinforced concrete beams with a hybrid combination of steel and aramid reinforcement, Materials and Design (2014), doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2014.10.004>

[5] Ruan, X., Lu, C., Xu, K., Xuan, G., Ni, M., Flexural behavior and serviceability of concrete beams hybrid-reinforced with GFRP bars and steel bars, Composite Structures (2019), doi: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2019.111772>

[6] Ravshanbek Mavlonov, and Sobirjon Razzakov. Numerical modeling of combined reinforcement concrete beam. E3S Web of Conferences 401, 03007 (2023) CONMECHYDRO – 2023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340103007>

[7] Mavlonov R.A., Mirzamakhmudov A.R. Calculation of FRP Reinforced Concrete Beam // International Journal of Academic Engineering Research (IJAER) ISSN: 2643-9085. Vol. 7 Issue 11, November - 2023, Pages: 25-31. <http://ijeais.org/wp-content/uploads/2023/11/IJAER231107.pdf>

[8] Gu Xingyu, Dai Yiqing, Jiang Jiwang. Flexural behavior investigation of steel-GFRP hybrid-reinforced concrete beams based on experimental and numerical methods. Engineering Structures 206 (2020) 110117, <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.110117>

[9] Devaraj, R.; Olofinjana, A.; Gerber, C. Making a Case for Hybrid GFRP-Steel Reinforcement System in Concrete Beams: An Overview. Appl. Sci. 2023, 13, 1463. <https://doi.org/10.3390/app13031463>

[10] Yang Yang, Ze-Yang Sun, Gang Wu, Da-Fu Cao and Zhi-Qin Zhang. Flexural capacity and design of hybrid FRP-steel-reinforced concrete beams, Advances in Structural Engineering 1–15, 2019. <https://doi.org/10.1177/1369433219894236>

[11] Hiep Dang Vu, Duy Nguyen Phan. Experimental and Theoretical Analysis of Cracking Moment of Concrete Beams Reinforced with Hybrid Fiber Reinforced Polymer and Steel Rebars. Advances in Technology Innovation, vol. 6, no. 4, 2021, pp. 222-234. <https://doi.org/10.46604/aiti.2021.7330>

[12] Mavlonov R.A., Razzakov S.J. Calculation of Combined Steel-FRP Reinforced Concrete Beam on the First Group of Limit States. Trudy NGASU = Proceedings of the Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering. 2024; 27 (1): 43–53. DOI 10.32683/1815-5987-2024-27-91-1-43-53

[13] Mavlonov R.A., Razzakov S.J. Numerical modeling of combined reinforcement concrete beam // E3S Web of Conferences 401, 03007, CONMECHYDRO – 2023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340103007>

[14] Mavlonov R.A., Razzakov S.J. Strength and Crack Resistance of Hybrid Steel-BFRP Reinforced Concrete Beams // Miasto Przyszłości ISSN-L: 2544-980X. Vol. 50 – 2024.



<https://miastoprzyszlosci.com.pl/index.php/mp/article/view/4319>

[15] Razzakov S.J., Mavlonov R.A., Mukhtorjonov A.F. Numerical Modelling Of Deformability Of Hybrid Steel-FRP Reinforced Concrete Beams In ANSYS // Best Journal of Innovation in Science, Research and Development, ISSN 2835-3579. Vol. 3, Issue 7 – 2024. <https://www.bjisrd.com/index.php/bjisrd/article/view/2682/2466>

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Mavlonov Ravshanbek Abdujabborovich/ Ravshanbek Mavlonov	Namangan davlat transport universiteti "Bino va inshootlar qurilishi" kafedrası katta o'qituvchisi, t.f.f.d., (PhD) E-mail: ravshanbek.mavlonov@gmail.com Tel.:+99893 493-61-00 https://orcid.org/0000-0001-6956-8946
No'manova Sohiba Ergashboyevna / Sohiba Numanova	Namangan davlat transport universiteti "Qurilish muhandisligi" kafedrası katta o'qituvchisi, t.f.f.d., (PhD) E-mail: sohibanomanova@gmail.com https://orcid.org/0009-0007-7622-0017



On another method for assessing effectiveness indicators of emergency response

I.J. Yuldashev¹^a, Sh.I. Yuldashev²^b

¹Tashkent International Chemical University

²Tashkent University of Applied Sciences

Abstract: This article examines the application of statistical hypothesis testing to the comparison of average fire and rescue unit performance indicators. To test the hypothesis presented in this article and determine the critical point with a specified accuracy, a Student's t-distribution table of critical points was used. The article analyzes how individual fire and rescue unit performance indicators changed over a certain period of time when changes were made to the organization of fire and rescue units, such as equipping units with new types of fire and rescue equipment, implementing preventive measures, in particular, monthly fire safety events, making changes to the organizational structure of units, etc. A method for determining whether performance indicators have changed positively or negatively is developed. This article examines the application of hypothesis testing to the comparison of average fire and rescue unit performance indicators.

Keywords: statistics, statistical hypothesis, critical point, table of critical points, critical region, t-statistics criterion, (criterion), service channels, absolute system throughput, relative system throughput, probability of system failure, Student's distribution, table of critical points, degree of freedom of the parameter

Favqulodda vaziyatlarni bartaraf etishning samaradorlik ko'rsatkichlarini baholashning yana bir usuli to'g'risida

Yuldashev I.J.¹^a, Yuldashev Sh.I.²^b

¹Toshkent Xalqaro Kimyo Universiteti

²Toshkent amaliy fanlar universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada yong'in - qutqaruv qismlari faoliyatini o'rtacha samaradorlik ko'rsatkichlarini taqqoslashga statistik gipotezalarni tekshirish nazariyasini tadbiri keltirilgan. Mazkur maqolada keltirilgan gipotezani tekshirish, kritik nuqtani ma'lum bir aniqlik darajasida topish uchun Student taqsimotining kritik nuqtalar jadvalidan foydalanilgan. Maqolada, yong'in -qutqaruv qismlari ishini tashkil etishda biron o'zgarish kiritilgan xolda, masalan, qismlar yangi turdagi yong'in -qutqaruv texnikalari bilan ta'minlangan, ular tomonidan profilaktik tadbirlar, xususan, yong'in xafsizligi oyiligi tadbirlari o'tkazilgan, qismlarning tashkiliy - shtat birliklariga o'zgartirishlar kiritilgan va h.k. xolda ma'lum bir muddatdan so'ng yong'in - qutqaruv qismlari faoliyatining muayyan samaradorlik ko'rsatkichlari qanday o'zgarganligi taxlil qilingan. Samaradorlik ko'rsatkichlarning ijobiy yoki salbiy tomonga o'zgarganligini bilish usuli keltirilgan. Mazkur maqolada yong'in - qutqaruv qismlari ishining o'rtacha samaradorlik ko'rsatkichlarini solishtirishga gipotezani tekshirish usulini tadbiri qilish keltirilgan.

Kalit so'zlar: statistika, statistik gipoteza, kritik nuqta, kritik nuqtalar jadvali, kritik soha, t statistika mezoni, xizmat ko'rsatish kanallari, tizimning absolyut o'tkazuvchanlik qobiliyati, tizimning nisbiy o'tkazuvchanlik qobiliyati, tizimning xizmat ko'rsatishni rad etish ehtimoli, Student taqsimoti, kritik nuqtalar jadvali, parametrlarning erkinlik darajasi

1. Kirish

Statistika gipotezalarni tekshirish va uning xulosalarini amaliyotga tadbiri etish masalalari qator adabiyotlarda keltirilgan.[1-4]

Bir xil tipdagi masalalarni yechishda (xizmatlarni bajarishda) ko'p marotaba foydalaniladigan tizimlarni,

ommaviy xizmat ko'rsatish tizimi (OXKT) deb ataladi. Bunday tizimlarga YoQQ lar yaqqol misol bo'ladi. [2,3]

Xizmat qilish tartibi bo'yicha OXKT uchta sinfga ajratiladi:

Rad qilish joriy qilingan OXKT. Bunday tizimning barcha kanallari chaqiriqlarga xizmat ko'rsatish bilan band

^a <https://orcid.org/0009-0008-0980-5549>

^b <https://orcid.org/0009-0004-2591-5554>



bo'lgan vaqtda tizimga yangi chaqiriq kelib tushsa, unga xizmat ko'rsatishni rad etadi.

Rad qilmaydigan OXKT. Bunday tizimning barcha kanallari chaqiriqlarga xizmat ko'rsatish bilan band bo'lgan vaqtda tizimga yangi chaqiriqlar kelib tushsa, ularga xizmat ko'rsatishni rad etmaydi. Kelib tushgan yangi chaqiriqlar kanallar bo'shashini kutadilar. Xizmat ko'rsatish uchun navbat joriy qilinadi.

Rad qilmaydigan- lekin navbatning uzunligi yoki kutish vaqti chegaralangan aralash tipdagi OXKT. Bunday tizimning barcha kanallari chaqiriqlarga xizmat ko'rsatish bilan band bo'lgan vaqtda tizimga yangi chaqiriqlar kelib tushsa, ularga xizmat ko'rsatishni rad etmaydi. Shu bilan birgalikda, navbat uzunligi yoki kutish vaqtiga cheklov qo'yiladi. Ushbu ko'rsatkichlar o'rnatilgan cheklovdan ortganda tizim yangi chaqiriqqa xizmat ko'rsatishni rad etadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Alohida olingan YoQQ faoliyatini tadqiq qilishda, ularni rad qilish joriy qilingan OXKT sifatida qarash lozim. Bunday qarash notabiiy ko'rinsada (chunki, YoQQ lar yong'in o'chirishni rad etmaydi!) yuqorida keltirilgan 1-3 sinflar ta'rifiga ko'ra aynan shundaydir. Chunki, qismning barcha jangavor bo'linmalari yong'in o'chirish bilan band bo'lgan vaqtda qismga yangi chaqiriq kelib tushsa, dispetcherlik xizmati unga kutib turishni, yoki navbatda turishni taklif qilmaydi. Yong'in o'chirish bilan band bo'lgan jangavor bo'linmalar o'chirayotgan yong'inni qoldirib, yangi yong'inni bartaraf etish uchun yo'lga chiqmaydilar. (Bunday vaziyatda, avvaldan belgilangan reja asosida chaqiriqqa xizmat ko'rsatish boshqa qismga yuklatiladi.) Aynan shu xolat qaralyotgan ushbu qism xizmat ko'rsatishni rad etishini (ilojsiz xolda, albatta) anglatadi.

Shu sababli, yong'in - qutqaruv qismining yong'inlarni bartaraf etishga chiqishi bilan bog'liq masalalarni yechishga OXKN ning «Rad qilish joriy qilingan OXKT» bo'limiga oid nazariyani qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Odatda, rad qilish joriy qilingan OXKT ning samaradorligi ko'rsatkichlari sifatida quyidagilar qaraladi:

1) A — absolyut o'tkazuvchanlik qobiliyati - birlik vaqt ichida xizmat ko'rsatiladigan o'rtacha chaqiruvlar soni;

2) Q — nisbiy o'tkazuvchanlik qobiliyati - tizim tomonidan birlik vaqt ichida xizmat ko'rsatiladigan o'rtacha chaqiruvlar sonini oqim intensivligiga nisbati, ya'ni A/λ . Bu esa o'z navbatida OXKT ga kelib tushgan chaqiruvga xizmat ko'rsatilishi ehtimoliga teng;

3) R_{rad} — xizmat ko'rsatishni rad etish ehtimoli, ya'ni OXKT ga kelib tushgan chaqiruvning xizmat ko'rsatilmagan OXKT ni tark etishi ehtimoli.

Bunday samaradorlik ko'rsatkichlarini baholash ular asosida tegishli tavsiyalar ishlab chiqish muhim amaliy ahamiyatga ega.

3. Tadqiqot natijalari

Faraz qilaylik, YoQQ lar ishini tashkil etishda biron o'zgarish kiritilgan bo'lsin. Masalan, qismlar yangi turdagi yong'in -qutqaruv texnikalari bilan ta'minlangan, ular tomonidan profilaktik tadbirlar, xususan, yong'in xafsizligi oyligi tadbirlari o'tkazilgan, qismlarning tashkiliy- shtat birliklariga o'zgartirishlar kiritilgan va h.k. shular jumlasidandir. Tabiiyki bu o'zgarishlar (ma'lum bir muddatdan so'ng) YoQQ lar faoliyatining muayyan

samaradorlik ko'rsatkichiga qanday ta'sir etganligini (ijobiy yoki salbiy) bilish muhimdir. Mazkur maqolada YoQQ lar ishining o'rtacha samaradorlik ko'rsatkichlarini solishtirishga gipotezani tekshirish usulini tadbir qilish keltirilgan.

Faraz qilaylik, muayyan shaxarda k ta $N_1, N_2, \dots, N_k$ YoQQ lar mavjud bo'lib, ularning har biri faoliyatiga umumiy yoki alohida o'zgarishlar kiritilgan bo'lsin. Soddalik uchun YoQQ lar soni $k=10$ bo'lgan xolni aniq raqamlar misolida ko'rib chiqamiz. (bunda hisob-kitoblar soddalashadi, masalaning mohiyatini tushunish osonlashadi). Ushbu YoQQ larning o'zgarishlar kiritilishidan avvalgi va keyingi samaradorlik ko'rsatkichlari to'g'risidagi ma'lumotlar quyidagi jadvalda keltirilgan bo'lsin.

Qismlar	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	N ₉	N ₁₀
O'zgarishdan avvalgi	12	14	8	11	13	16	9	10	12	15
O'zgarishdan keyingi	13	9	8	9	12	8	10	12	12	11

Ushbu belgilashlarni kiritamiz: μ_1 va μ_2 mos ravishda o'zgarishdan avvalgi va o'zgarishdan keyingi o'rtacha samaradorlik ko'rsatkichlari bo'lsin. Quyidagi gipotezalarni, masalan, $\alpha=0,05$ aniqlik darajasida tekshiramiz.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ (ijobiy natijaga erishilmagan)

$H_1: \mu_1 > \mu_2$ (ijobiy natijaga erishilgan)

Gipotezalarni tekshirish uchun quyidagi statistikaning qiymatini hisoblaymiz.

$$t_c = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Bu yerda $n_1 = n_2 = 10$ va

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Hisoblashlar natijasida quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$\bar{x}_1 = (12 + 14 + 8 + 11 + 13 + 16 + 9 + 10 + 12 + 15)/10 = 12$$

$$\bar{x}_2 = (12 + 8 + 8 + 9 + 12 + 8 + 10 + 10 + 12 + 11)/10 = 10$$

$$(n_1 - 1)S_1^2 = (12 - 12)^2 + (14 - 12)^2 + (8 - 12)^2 + (11 - 12)^2 + (13 - 12)^2 + (16 - 12)^2 + (9 - 12)^2 + (10 - 12)^2 + (12 - 12)^2 + (15 - 12)^2 = 60$$

$$(n_2 - 1)S_2^2 = (12 - 10)^2 + (8 - 10)^2 + (8 - 10)^2 + (9 - 10)^2 + (12 - 10)^2 + (8 - 10)^2 + (10 - 10)^2 + (10 - 10)^2 + (12 - 10)^2 + (11 - 10)^2 = 26$$



$$\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)} = \sqrt{\frac{60 + 26}{18} * \frac{1}{5}} = 0,98$$

Demak

$$t_c = \frac{(12 - 10)}{0,98} = 2,04$$

Styudent taqsimotining kritik nuqtalar jadvalidan kritik nuqta t_α ni topamiz. Bunda, Styudent taqsimotining kritik nuqtalar jadvalidan foydalanishda erklilik darajasi $df = n_1 + n_2 - 2$ tenglik bilan aniqlanishini inobatga olamiz. Bizning misolimizda $df = 18$. Kritik nuqta $t_\alpha = t(18, 0,05)$ ni Styudent taqsimotining kritik nuqtalar jadvalidan aniqlilik darajasi $\alpha = 0,05$ da topamiz. Jadvalga muvofiq kritik nuqta $t_\alpha = t(18, 0,05) = 1,734$ bo'lganligi uchun kritik soha $(1,734, \infty)$ interval bo'ladi. Statistikaning kuzatilgan qiymati $t_s = 2,04$ kritik soha $(1,734, \infty)$ tegishli ekan. Demak, mezonga muvofiq H_0 gipotezani rad etamiz, H_1 gipotezani qabul qilamiz [4].

4. Xulosa

Demak, qaralayotgan xolda yong'in -qutqaruv qismlarining o'rganilayotgan o'rtacha ko'rsatkichi kamaygan. Masalan, muayyan vaqt oralig'idagi yong'inlarning o'racha soni kamaygan, qismlarning yong'in-qutqaruv joyiga etib borishining o'rtacha vaqti yoki yong'inni o'chirishga sarflangan o'rtacha vaqt qisqargan, va h.k.. Bu esa kiritilgan o'zgarishlar o'zining ijobiy natijasini berganligini bildiradi. Ushbu natijadan YoQQ lari faoliyatiga tegishli o'zgarishlar kiritish yuzasidan tavsiyalar ishlab chiqishda foydalanish mumkin.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Вентцель Е.С. Исследования операций, М., "Сов. Радио" 1972.-552 с.
- [2] Yuldashev I.J. Oliy matematika (Ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi). Darslik. –T. "Fan va texnologiyalar". 2019/ 212 bet.
- [3] Брушлинский Н.Н., Кафидов В.В., Козлачков В.И. и др. Системный анализ и проблемы пожарной безопасности народного хозяйства. М. Стройиздат, 1988, 413 с.
- [4] Иванов О.В. Статистика / Учебный курс для социологов и менеджеров. Часть 2. Доверительные интервалы. Проверка гипотез. Методы и их применение. – М. 2005. – 220 с.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Yuldashev Ismoiljon Jurayevich / Ismoiljon Yuldashev	Toshkent Xalqaro Kimyo Universiteti "Aniq fanlar" kafedrasi professori v.b.. E-mail: Ismoiljonvul@gmail.com Tel.: +998998873626 https://orcid.org/0009-0008-0980-5549
--	--

Yuldashev Sherzod Ismoiljonovich / Sherzod Yuldashev	Toshkent amaliy fanlar universiteti "Raqamli va fundamental fanlar" kafedrasi v.b. dotsent. t.f.f.d. E-mail: sherzod140586@gmail.com Tel.: +998935096936 https://orcid.org/0009-0004-2591-5554
--	--



Analysis of the material composition and structural properties of road milling machine teeth

Sh.Kh. Yuldashev¹^a, Kh.Kh. Makhmudov¹^b

¹Andijan state technical institute, Andijan, Uzbekistan

Abstract: This article analyzes the material composition and structural properties of three different types of teeth used in road milling machines. The aim of the research is to determine the influence of the metallic composition and microstructure of the teeth on their operational characteristics. In the course of the study, samples were examined using metallographic observation, chemical analysis, and hardness measurement methods. Based on the obtained results, it was established that the differences in the internal structure of tooth materials directly affect their wear resistance. An increase in strength and heat resistance was also observed in materials rich in high-carbon and alloying elements. Based on the research findings, practical recommendations were developed for selecting the optimal material for road milling cutter teeth. The scientific novelty of the article includes the determination of the relationship between material composition and structural stability.

Keywords: road milling machine, tooth material, metal composition, microstructural analysis, hardness, wear resistance, materials science

Yo'l freza mashinalari tishlarining material tarkibi va strukturaviy xususiyatlarini tahlil qilish

Sh.X. Yo'ldashev¹^a, X.X. Maxmudov¹^b

¹Andijon davlat texnika instituti, Andijon, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada yo'l freza mashinalarida qo'llaniladigan uch xil turdagi tishlarning material tarkibi va strukturaviy xususiyatlari tahlil qilingan. Tadqiqotning maqsadi - tishlarning metall tarkibi, mikrostrukturasi hamda ularning ekspluatatsion xususiyatlariga ta'sirini aniqlashdan iborat. Ish jarayonida namunalar metallografik kuzatuv, kimyoviy analiz va qattqlikni o'lchash usullari yordamida o'rganildi. Olingan natijalar asosida tish materiallarining ichki struktura farqlari ularning yeyilishga bardoshlilikiga bevosita ta'sir ko'rsatishi aniqlangan. Shuningdek, yuqori uglerodli va qotishma elementlarga boy materiallarda mustahkamlik hamda issiqlikka chidamlilikning ortishi kuzatildi. Tadqiqot natijalari asosida yo'l frezasi tishlari uchun optimal material tanlash bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi. Maqola ilmiy yangilik sifatida material tarkibi bilan strukturaviy barqarorlik o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlashni o'z ichiga oladi.

Kalit so'zlar: yo'l freza mashinasi, tish materiali, metall tarkibi, mikrostrukturaviy tahlil, qattqlik, yeyilishga chidamlilik, materialshunoslik

1. Kirish

Zamonaviy yo'l qurilish texnologiyalarida freza mashinalarining ahamiyati tobora ortib bormoqda. Ushbu mashinalarning samarati ishlashi ko'p jihatdan ularning asosiy ishchi elementi - tishlarning mustahkamligi va yeyilishga bardoshligiga bog'liq[1]. Tish materiali tarkibi va strukturaviy tuzilmasi ularning ekspluatatsion xususiyatlarini belgilovchi eng muhim omillardandir. Shu bois, turli materiallardan tayyorlangan freza tishlarining metallografik tahlili hamda kimyoviy tarkibini o'rganish amaliy va ilmiy jihatdan dolzarb masala hisoblanadi[11].

Ilgari olib borilgan tadqiqotlarda asosan tishlarning geometrik shakli va kesish burchaklari o'rganilgan bo'lsa,

ushbu ishda ularning material tarkibi va ichki struktura xususiyatlariga e'tibor qaratildi[5]. Maqolaning asosiy maqsadi - uch xil turdagi yo'l frezasi tishlari namunalari kimyoviy tarkibi va mikrostrukturasi o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash, ularning yeyilishga chidamliligiga ta'sirini baholashdir.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot ishlari yo'l freza mashinalarida qo'llaniladigan uch xil turdagi tish namunalari olib borildi. Namunalar material tarkibi va ishlab chiqarish texnologiyasiga ko'ra farqlanadi. Barcha namunalar tarkibida asosiy element temir

^a <https://orcid.org/0000-0003-2735-6683>

^b <https://orcid.org/0009-0009-7674-9070>



(Fe) bo'lib, bu po'lat asosli tish materiallari uchun xos ko'rsatkich hisoblanadi[6].

Tadqiqotda tishlarning kimyoviy tarkibini aniqlash uchun spektrometrik analiz usuli, strukturaviy o'ziga xosliklarini o'rganish uchun esa metallografik mikroskop yordamida mikrotuzilma tahlili amalga oshirildi[2,3]. Har bir namunada donalar o'lchami, fazalar taqsimoti va qotishma komponentlarining joylashuvi o'rganildi.

Bundan tashqari, Rockwell qattqlik o'lchov usuli orqali tish yuzalarining mexanik chidamliligi baholandi[8]. Har bir sinov uch marta takrorlanib, o'rtacha qiymatlar aniqlanib, statistik ishonchlilik darajasi tekshirildi. Olingan natijalar asosida turli materiallardan tayyorlangan tishlarning strukturaviy barqarorligi, qattqligi va yeyilishga bardoshlilik darajalari solishtirildi.

3. Tahlil va natijalar

Tadqiqot davomida uch xil ishlab chiqaruvchiga tegishli yo'l frezasi tishlari korpuslari kimyoviy tarkibi tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, barcha namunalar tarkibida asosiy element sifatida temir (Fe) mavjud bo'lib, ularning miqdori 97,3–97,9 % oralig'ida o'zgaradi. Bu esa po'lat asosli tish materiallari uchun xos ko'rsatkich hisoblanadi.

O'zbekistonda ishlab chiqarilgan 35G po'lati namunasi tarkibida marganets (1,067 %) va uglerod (0,371 %) nisbatan yuqori miqdorda bo'lib, bu uning zarbaga bardoshligi va plastiklik xususiyatlarini yaxshilaydi[4]. Rossiyada ishlab chiqarilgan 35G2RPS po'latida marganets (1,253 %) va xrom (0,201 %) miqdori biroz yuqori, bu esa metallning yeyilishga chidamliligini oshiradi. Eng yuqori legirlangan material esa Germaniyada ishlab chiqarilgan 35XM po'lati bo'lib, uning tarkibida xrom (1,012 %) va molibden (0,187 %) mavjudligi kuzatildi. Ushbu elementlar metallning strukturaviy barqarorligini ta'minlab, qattqlik va issiqlikka chidamlilikni sezilarli darajada oshiradi[7].

Tahlil natijalariga ko'ra, 35XM po'lati tarkibida legiruvchi elementlar nisbatan ko'p bo'lgani sababli, u freza tishlari uchun eng yuqori ishga chidamli material sifatida tavsiya etiladi. Shu bilan birga, 35G va 35G2RPS po'latlari iqtisodiy jihatdan tejankor va texnologik ishlov berishga yaroqli variantlar sifatida amaliy qo'llanishda o'z o'rniga ega[10].

Metallografik tahlil natijalari

Tadqiqot davomida yo'l freza mashinasi tishlarining materiallari — 35G, 35G2RPS va 35XM po'latlarining metallografik strukturasi 200× kattalashtirishda o'rganildi[2]. Tahlil natijalari har bir materialda ferrit, perlit va sementit fazalarining miqdori hamda donalarning o'lchamiga ko'ra sezilarli farqlar mavjudligini ko'rsatdi. Ushbu farqlar po'latlarning mexanik xususiyatlariga, xususan yeyilishga bardoshlilik, qattqlik va plastiklik darajalariga bevosita ta'sir etadi[4].

1-namuna – 35G po'lati

35G po'lati namunasi strukturasi ferrit–perlitli tuzilishga ega bo'lib, perlit donalari aniq ko'rinishda, ferrit esa ular orasida notekis taqsimlangan. Donalar nisbatan yirik (o'rtacha 25–35 mkm) bo'lib, bu metallning o'rtacha qattqlikka ega, biroq yaxshi plastiklik xususiyatlarini saqlab qolishini ta'minlaydi[12].

Struktura bo'yicha kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, bu po'latdagi uglerod ($\approx 0,37\%$) va marganets ($\approx 1,0\%$) miqdori optimal darajada bo'lib, zarbaga bardoshlilikni oshiradi. Shu bilan birga, donalarning yirikligi materialning issiqlikka

chidamliligini biroz pasaytiradi. Shuning uchun 35G po'lati tishlari o'rtacha yuklama sharoitida ishlaydigan freza mashinalari uchun mos hisoblanadi[9].

1-jadval

Uch xil turdagi yo'l frezasi tishlarining kimyoviy tarkibi

35G		35G2RPS		35XM	
Metall nomi	Ulushi (%)	Metall nomi	Ulushi (%)	Metall nomi	Ulushi (%)
Fe	97,917	Fe	97,848	Fe	97,340
Mn	1,067	Mn	1,253	Cr	1,012
C	0,371	C	0,377	Mn	0,677
Si	0,276	Cr	0,201	C	0,396
Cr	0,119	Si	0,188	Si	0,247
Ni	0,063	Ti	0,035	Mo	0,187
Cu	0,060	P	0,025	Ni	0,029
Ti	0,036	Ni	0,018	Cu	0,027
Al	0,029	Al	0,016	P	0,023
P	0,025	Cu	0,010	Al	0,022
Mo	0,012	Mo	0,0071	Co	0,0092
S	0,011	Co	0,0067	V	0,0080
Co	0,0078	V	0,0048	Ti	0,0073
V	0,0042	As	0,0047	As	0,0046
As	0,0033	S	0,0035	S	0,0025
Nb	0,0021	Nb	0,0020	Nb	0,0022
		W	0,00001	W	0,00001



1-rasm. 35G po'latining struktura tuzilishi

2-namuna – 35G2RPS po'lati

35G2RPS po'lati namunasi nozik ferrit–perlit strukturasi bilan ajralib turadi. Donalar 35G po'latiga nisbatan maydaroq (15–20 mkm), perlit lamellalari zichroq joylashgan. Strukturada xrom ($\approx 0,2\%$) va marganets ($\approx 1,25\%$) elementlarining mavjudligi tufayli diffuziya jarayonlari cheklangan va bu metallning qattqlik hamda yeyilishga bardoshlilikni oshirgan.

Mikrostrukturada yengil dispersli sementit zarralari aniqlanib, ular kesuvchi qirralarda mustahkamlikni oshiradi. Natijada 35G2RPS po'lati barqaror struktura va yuqori ishlov berish qobiliyatiga ega bo'lib, uzoq muddatli ekspluatatsiya uchun maqbul material sifatida baholandi[12].



2-rasm. 35G2RPS po'latining struktura tuzilishi



3-namuna – 35XM po'lati

35XM po'lati namunasi murakkab legirlangan ferrit-perlit-karbidli struktura bilan tavsiflanadi. 200× kattalashtirishda xrom karbidli fazalar va molibden asosidagi nozik dispersli inkluziyalar kuzatildi. Bu esa strukturaning yuqori haroratda ham barqarorligini ta'minlaydi. Donalar o'rtacha 10–15 mkm bo'lib, juda zich joylashgan va perlit lamellalari orasidagi masofa minimal darajada.

Bunday tuzilma materialning qattiqligini oshiradi (≈ 40 –45 HRC), shuningdek, issiqlikka va termik charchoqqa chidamlilikni kuchaytiradi[6,7]. Shu sababli 35XM po'lati yo'l freza mashinasining eng yuqori yuklama ostida ishlaydigan tishlari uchun eng samarali material sifatida tavsiya etiladi.



3-rasm. 35XM po'latining struktura tuzilishi

Solishtirma tahlil

35G, 35G2RPS va 35XM po'latlarining namunalari mikrostrukturaviy jihatdan solishtirilganda quyidagi qonuniyat aniqlanadi:

Legirlangan elementlar (xrom, molibden, marganets) miqdori ortgan sari perlit donalari zichligi ham ortadi;

Donalarning yiriklik darajasi kamaygani sari qattqlik va yeyilishga bardoshlilik ortadi;

Eng murakkab tuzilmaga ega bo'lgan 35XM po'lati eng yuqori mexanik barqarorlikni namoyon etadi.

Shunday qilib, metallografik tahlil natijalari 35XM po'latining strukturaviy jihatdan eng barqaror va yuqori yuklamalarga chidamli material ekanini ko'rsatdi. Shu bilan birga, 35G2RPS po'lati ishlab chiqarish qulayligi va texnologik soddaligi sababli o'rta sinf yo'l freza mashinalarida qo'llash uchun maqbul hisoblanadi, 35G po'lati esa iqtisodiy tejamlorlik jihatidan ustunlikka ega, biroq yuqori termik yuklamalar uchun tavsiya etilmaydi[6].

4. Xulosa

O'tkazilgan tadqiqotlar yo'l freza mashinalarida qo'llaniladigan tish materiallarining tarkibi va mikrostrukturasi ularning ekspluatatsion xususiyatlariga bevosita ta'sir etishini ko'rsatdi. Uch turdagi po'lat namunalar — 35G, 35G2RPS va 35XM metallografik hamda kimyoviy tahlil orqali solishtirildi.

Natijalar shuni ko'rsatadiki, 35G po'lati o'zining soddaligi va arzonligi bilan ajralib turadi, biroq uning ferrit-perlit strukturasi yirik donali bo'lgani sababli yuqori haroratli ish sharoitlarida termik barqarorlik pastroq. 35G2RPS po'lati legirlangan elementlarga boyligi tufayli mayda donali, qattqligi yuqori va yeyilishga chidamli material sifatida o'rtacha yuklama ostida samarali ishlaydi. Eng yuqori texnik ko'rsatkichlar 35XM po'latida kuzatildi

— unda karbid fazalarning mavjudligi tufayli struktura mustahkam, qattqlik yuqori (40–45 HRC), termik charchoqqa bardoshlilik esa ancha yaxshilangan.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, 35XM po'lati yo'l freza mashinalarining intensiv yuklama ostida ishlaydigan tishlari uchun eng optimal material hisoblanadi. Shu bilan birga, 35G2RPS po'lati o'rta sinf mashinalar uchun iqtisodiy va texnologik jihatdan maqsadga muvofiq, 35G po'lati esa arzonligi sababli cheklangan sharoitlarda qo'llanishi mumkin.

Ushbu ish ilmiy yangilik sifatida tish materiali tarkibidagi legirlangan elementlarning miqdori bilan mikrostrukturaviy barqarorlik o'rtasidagi bog'liqlikni aniqladi hamda freza tishlarining mustahkamlik zaxirasini baholash uchun amaliy asos yaratdi.

**Foydalangan adabiyotlar /
References**

[1] Миронов В.Е. Материаловедение и технология конструкционных материалов. — Москва: Машиностроение, 2020. — 456 с.

[2] Хомутов И.В. Металлографический анализ в машиностроении. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2019. — 328 с.

[3] ASTM E407-07(2015): Standard Practice for Microetching Metals and Alloys. — ASTM International, 2015.

[4] Abdurahmonov A. Materialshunoslik asoslari. — Toshkent: O'zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2021. — 276 b.

[5] Karimov B. va boshq. Mashinasozlik materiallarining fizik-mexanik xususiyatlari. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2022. — 310 b.

[6] Zhang L., Liu Y. "Effect of Alloying Elements on Microstructure and Hardness of Low-Alloy Steels." Materials Science Forum, vol. 1045, pp. 120–126, 2022.

[7] Kim J., Lee S. "Influence of Chromium and Molybdenum Additions on the Wear Resistance of Structural Steels." Journal of Materials Engineering and Performance, 2023, 32(1), pp. 89–98.

[8] ISO 6508-1:2016 — Metallic materials — Rockwell hardness test (HRC) — Part 1: Test method.

[9] Pirmayev Sh. A. Yo'l Frezasini Konstruktiv-Texnologik Parametrlarini Takomillashtirish Va Effektivligini Oshirish. Dissertatsiya. Toshkent-2023.

[10] Аскарходжаев Т.И., Пирнаев Ш.А., Роль дорожных фрез в технологии ремонта изношенного дорожного полотна. Транспорт шелкового пути №3-4 г.Ташкент 2020

[11] Xasanjon o'g'li, M. X. YO'L QURILISH FREZA MASHINALARI TISHLARINING SAMARADORLIGINI OSHIRISH. Development of science.

[12] Zhou, L., Liu, Y. "Effect of Mo and Cr on the Microstructure and Properties of Low Alloy Wear Resistant Steels." Materials, vol. 17, no. 10, 2024, Article 2408. DOI: 10.3390/ma17102408.



**Mualliflar to'g'risida ma'lumot/
Information about the authors**

Maxmudov Xayrullo /
Khayrullo Makhmudov
Andijon davlat texnika instituti
"Texnologik mashinalar va
jihozlari" kafedrası tayanch
doktoranti
E-mail: xayrullo303@gmail.com
Tel.: +998903030038
<https://orcid.org/0009-0009-7674-9070>

Yo'ldashev
Shuxratbek /
Shukhratbek
Yuldashev

Andijon davlat texnika instituti
"Texnologik mashinalar va
jihozlari" kafedrası mudiri, t.f.f.d.,
(PhD) dotsent
E-mail: ysh.andmi@gmail.com
Tel.: +998979909101
<https://orcid.org/0000-0003-2735-6683>



Analysis of the development and structural structure of the electric vehicle market

B.I. Khasanov¹ 

¹BYD Uzbekistan factory, Jizzakh, Uzbekistan

Abstract: This article gives the global development processes in the electric vehicle manufacturing market and the technical characteristics of their structural structure are analyzed. The study provides a scientific basis for the development of electric vehicles, from production to operation technologies, power transmission systems, battery development stages, energy efficiency indicators, and safety capabilities. At the same time, the economic factors affecting the electric vehicle market, the role of state policy, environmental requirements imposed on them, and processes related to consumer needs are considered. In the design of electric vehicles, practical analyses have been developed on the types of electric motors, the improvement of control electronics, the regenerative braking system, and the general structure of the chassis. The results obtained are aimed at identifying the main factors affecting the development of the electric vehicle market and serve to determine the directions of constructive improvement aimed at increasing technical and economic efficiency.

Keywords: electric car, charging stations, battery, inverter, exhaust gas, ecology, electric motor, design, production, maintenance, high-tech, market

Elektromobillar bozorining rivoji va konstruksiyaviy tuzilishining tahlili

Xasanov B.I.¹ 

¹BYD Uzbekistan factory, Jizzax, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada elektromobillarning ishlab chiqarish bozorida jahon miqyosdagi rivojlanish jarayonlari va ularning konstruksiyaviy tuzilishiga oid texnik xususiyatlar tahlil qilingan. Olib borilgan tadqiqotda elektromobillarning ishlab chiqarishdan tortib ekspluatatsiya texnologiyalarining shakllanish bosqichlari, quvvat uzatish tizimlari, akkumulyator batareyalarining rivojlanish bosqichlari, energiya sarfidagi samaradorlik ko'rsatgichlari va xavfsizlik imkoniyatlari ilmiy asoslangan. Shu bilan birga elektromobillar bozorida ta'sir etuvchi iqtisodiy omillar, davlat siyosatining o'rni, ularga qo'yiladigan ekologik talablar va iste'molchilar ehtiyojlari bilan bog'liq jarayonlar ko'rib chiqiladi. Elektromobillar konstruksiyasi bo'yicha ham elektr dvigatellarining turlari, boshqaruv elektronikasining takomillashuvi, regenerativ tormoz tizimi tizimi va shassi qismining umumiy tuzilishi bo'yicha amaliy tahlillar ishlab chiqilgan. Olingan natijalar elektromobillar bozorining rivojlanishiga ta'sir qiluvchi asosiy omillarni aniqlashdan iborat bo'lib, texnik va iqtisodiy samaradorlikni oshirishga qaratilgan konstruktiv takomillashtirish yo'nalishlarini belgilashga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: elektromobil, quvvatlash shahobchalari, batareya, Invertor, chiqindi gaz, ekologiya, elektr dvigatel, konstruksiya, ishlab chiqarish, texnik xizmat ko'rsatish, yuqori texnologiyali, bozor

1. Kirish

Ma'lumki So'ngi yillarda elektromobillarni ishlab chiqarish va ularga bo'lgan talabning oshib borishi global miqyosda avtomobil sanoatida chuqur transformatsiya jarayoni yuzaga keltirmoqda. Energiya samaradorligini oshirilishi, ekologik ko'rsatgichlarga qo'yiladigan talablarning oshirilishi va ularga rioya qilish orqali "yashil iqtisodiyot"ga o'tish bo'yicha davlat siyosatlari yuritilmoqda. Elektromobillarning keng ommalashishi ularga bo'lgan talabga ham bog'liqdir. Statistik ma'lumotlarga asoslanib shuni alohida ta'kidlash lozimki 2024-yil yakunlariga ko'ra dunyo bo'yicha elektromobillar savdosi qariyb 15 million donaga yetgani ularga bo'lgan

talabning yuqori ekanligidan dalolat beradi. Bu ishlab chiqaruvchilarning 60 % dan ortiq qismi Xitoy bozoriga to'g'ri kelib Yevropa va AQSH davlatlarida elektromobil ishlab chiqarish ulushi 35 % ni tashkil etadi.

O'zbekiston bozorida ham elektromobillar soni 2020-yildan boshlab keskin osha boshladi. Bu ko'rsatgichlar 2024-yil yakuniga kelib 32 mingdan ortiq elektromobil ro'yxatdan o'tkazilgan bo'lib yuqori sur'atlarda oshib borayotganini guvohi bo'lish mumkin. Ushbu jarayon elektromobillar konstruksiyasini chuqur o'rganishga talab uyqori ekanligidan dalolat beradi. Ularning texnik imkoniyatlari va afzalliklarini ilmiy asoslashni talab etadi [2].

 <https://orcid.org/0009-0009-8797-8979>





1-rasm. Dunyo bo'yicha elektromobillarning o'sish ko'rsatgichi

Elektromobillar bozorining rivojlanish tendensiyalari global bozorni tahlil qilish orqali han ko'rish mumkin bo'ladi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Dunyoda elektromobillarni ishlab chiqarish asosan quyidagi omillar bilan rivojlanib bormoqda. Davlat subsidiyalari va soliq imtiyozlarini joriy etish ko'rsatgichlari Xitoy, Norvegiya, AQSH, Germaniya kabi rivojlangan davlatlarda xaridorlarga soliq chegirmalari, bepul quvvatlash stansiyalari va subsidiyalari taklif etish orqali elektromobillarga bo'lgan talablar oshib bormoqda. Shu bilan birga global iqlim o'zgarishi sababli ham ishlab chiqarilayotgan avtomobillarda ekologik talablarning kuchayishi EVRO talablarga mos kelishi nazarda tutiladi. CO₂ ko'rsatgichlarini kamaytirish uchun ishlab chiqilgan Parij kelishuvi talablariga muvofiq, ishlab chiqaruvchilar ichki yonuv dvigatelli avtomobillarni bosqichma-bosqich qisqartirish jarayonlari amalga oshirilmoqda. Bugungi kunda ekologik talablarni oshib borishi avtomobil ishlab chiqaruvchi kompaniyalarga ham o'z ta'sirini ko'rsatib kelmoqda. Shu sababli ham elektor energiyasida harakatlanuvchi avtomobillarni ishlab chiqarish ularning quvvat zaxiralarini oshirishda batareya texnologiyalaridagi keskin yutuqlar shular jumlasidandir. Litiy-ion batareyalar samarali hisoblanib ishlab chiqarishdagi narxi so'nggi 10 yilda 8 baravarga arzonlashdi. Ishlab chiqarishning takomillashishi natijasida batareyalarning quvvat zichligi 2,3 baravar oshganini guvohi bo'lish mumkin. Elektromobillarning quvvatlash shahobchalari bo'yicha ham infratuzilmaning rivojlanishida yuqori texnologiyali qurilmalarning joriy etilishi samarali natija beradi. Bu ko'rsatgichlar dunyo bo'yicha 2024-yilda 4,5 milliondan ortiq quvvatlash stansiyalari o'z ish faoliyatini olib borayotgani elektromobillarning rivojlanayotganiga yana bir misol bo'la oladi.

Bugungi kunda elektromobillarning savdosi yuqori ko'rsatgichlarni ko'rsatadi. Elektromobillar savdosi bo'yicha oddiy o'sish ko'rsatgichlari quyidagi formula orqali ifodalaniladi:

$$S(t) = S_0 \cdot (1 + k)^{(t-t_0)} \quad (1)$$

bu yerda:

$S(t)$ - yildagi elektromobil savdosi (mln dona),

$S_0=2$ mln – 2018-yildagi savdo hajmi,

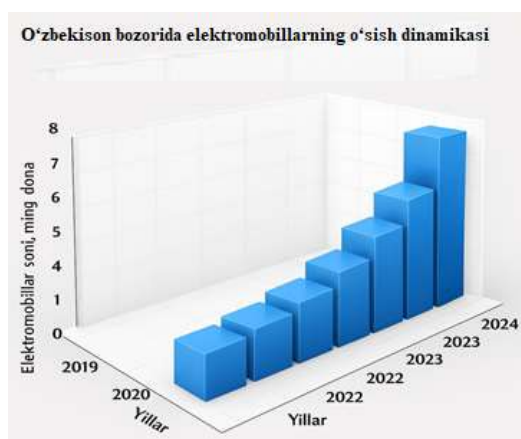
$t_0=2018$ yil – boshlang'ich yil,

$k \approx 0.4k$ – yillik o'rtacha o'sish sur'ati (40 % atrofida).

2024 yil uchun ($t=2024$), $S(2024)=2 \cdot 1.4^6 \approx 15$ mln. dona

3. Natija va Muhokamalar

O'zbekiston bozoridagi holatning tahlili ham elektromobillarning rivojlanish ko'rsatgichlarini belgilab beradi. Respublikamizda elektromobillar bozorining o'sishiga quyidagi omillar ta'sirini ko'rsatib kelmoqda. Xorijdan kirib keladigan elektromobillar uchun davlat import bojlari bekor qilinishi, 0 % aksis va QQS imtiyozlari joriy etilishi, "Yashil energiya" dasturlari asosida quvvatlash stansiyalari soni ortib borishi bilan baholanadi. Hozirda esa mamlakatimizda bu ko'rsatgichlarning soni oshib bormoqda. Mahalliy yig'uv zavodlarida BYD, Chery, Geely kabi brendlar lokal ishlab chiqarilmoqda. Ko'rsatgichlardan shuni ko'rish mumkinki 2030-yilga borib elektromobillar ulushi umumiy avtomobil parkingning 15–20 % ini tashkil qilishi kutilmoqda va bu o'z samarasini ko'rsatadi.



2-rasm. Respublikamizda elektromobillar sonini o'sib berish ko'rsatgichlari

O'zbekistonda Elektromobillar bozori hajmini ko'rsatgichlarini sotilgan yoki ro'yxatdan o'tgan elektromobillar sonini quyidagicha ifodalash mumkin bo'ladi:

$$Q_{EV}(t) = Q_0 e^{kt} \quad (2)$$

bu yerda:

$Q_{EV}(t)$ - t yilidagi elektromobillar soni (mln dona yoki ming dona),

Q_0 - boshlang'ich vaqtdagi (bazis yil) elektromobillar soni,

k - bozorning o'sish koeffitsienti (yiliga),

t - bazi yildan keyingi vaqt (yilda).

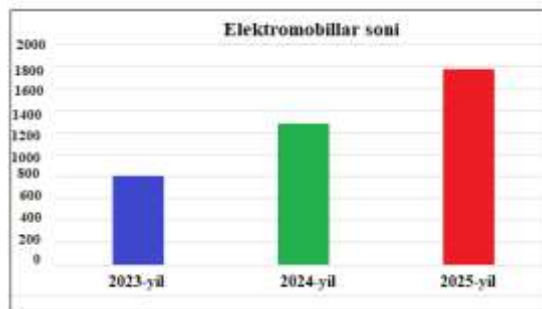
1-jadval

O'zbekiston bozorida elektromobillar sonining o'sish ko'rsatgichlari, yillar kesimida

№	Yillar kesimida	Elektromobillar soni (ming dona)
1	2019-yil	0,2
2	2020-yil	0,4
3	2021-yil	0,9
4	2022-yil	2,0
5	2023-yil	4,5
6	2024-yil	7,5

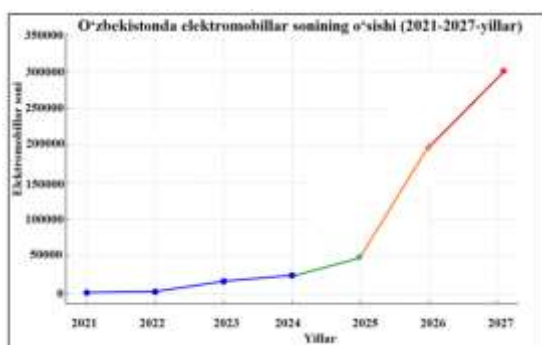


Vazirlik, idora va xo'jalik birlashmalarini 2023-2025 yillarda elektromobillar va gibridd avtomobillarni xarid qilish ko'rsatgichlarining o'sib borishi quyidagi 3-rasmda ham keltirilgan.



3-rasm. Yillar kesimida elektromobillarning xaridi

O'zbekistonda elektromobillar soni so'nggi yillarda sezilarli darajada oshdi. 2021-yilda 809 ta, 2022-yilda 2 180 ta, 2023-yilda 16 084 ta, 2024-yilda 24 095 tani tashkil etdi. Yaqin kelajakda bu ko'rsatgichlar oshib, 2025-yilda respublikamizda elektromobillarni ishlab chiqarish quvvati bosqichma-bosqich yiliga 500 ming donagacha oshirilishi rejalashtirilgan. 2026 va 2027 yillarda bu ko'rsatgichning yanada oshishi, ya'ni 200 mingdan 300 mingtagacha yetishi rejalashtirilgan (4-rasm). Bularni amalga oshirishda respublikamizda elektromobillarni ishlab chiqarish va import qilish hajmining oshishi davlat tomonidan qo'llab-quvvatlovchi chora-tadbirlarning samarasiga bog'liqdir. Demak elektromobillarning oshib borishi bilan birga ularga texnik xizmat ko'rsatish va bir qator muammolarga echimlar topish talab qilinadi [6].



4-rasm. Respublikamizda elektromobillar sonining yillar kesimida o'sish diagrammasi

2024-yilning tahlillari shuni ko'rsatadiki statistik ma'lumotlar asosida tashilayotgan 89% yo'lovchilar, 90,60% yuklarni tashish avtomobil transport tarmoqlariga to'g'ri keladi. Bu albatta avtomobillarga bo'lgan talabning oshishiga olib keladi. Avtomobillarning soni oshib borishi ekologiyaga zaxarli moddalarni chiqarishni oshib borishi bilan bog'liq bo'lib qolmoqda. Shu sababli yoqilg'i tejamkor va ekologik toza avtomobillar ishlab chiqarishga bo'lgan talablar ham ortib borishini ko'rish mumkindir. Bu boradagi bilimlarni yosh avlodga yetkazish, salohiyatli kadrlar yetishishida ta'lim beruvchidan ko'p jihatdan ma'suliyat talab etadi [7].

Elektromobillarning konstruktiv tuzilishi va ularning funksiyasi murakkab tuzilmadan iborat hisoblanadi, lekin ishlash mexanizimi soddalashtirilgan. Elektromobilning umumiy konstruksiyasiga quyida keltirib o'tilgan asosiy modullardan tashkil topgan.

Elektr dvigatel (ED). Asenkron, sinxron yoki doimiy magnitli motorli dvigateldan tashkil topgan bo'lib, quvvati 70–300 kW ng tashkil etadi. Moment 300–900 Nm (ichki yonuv dvigateliga nisbatan 2–3 baravar yuqori hisoblanadi)

Batareya bloki (Battery Pack) Lity-ion, LFP yoki NMC kimyoviy tarkibdan iboratdir. Energiya sig'imi 40–120 kWh ni tashkil etadi. BMS tizimi (Battery Management System) bilan boshqariladi. Bu tizim juda samarali hisoblanadi.

Invertor va quvvat elektronikalari. O'zgaras tokni o'zgaruvchan tokka aylantirish vazifasini bajarib beradi. Energiya oqimini dvigatelga uzatadi va dvigatelni harakatga keltiradi.

Regenerativ tormoz tizimi. Tormozlanishda energiyani qayta batareyaga uzatadi va batareyani ma'lum darajada quvvatlantiradi. Samaradorlik ko'rsatgichi 10–25 % ni tashkil etadi.

Elektr transmissiya (reduktor). Ko'pincha bir pog'onali hisoblanadi va dvigatel momentini g'ildirakka uzatish vazifasini bajaradi.

Yuqori voltli kabel tizimi (HV). 300–800 V kuchlanishda ishlaydi va bardoshlilik darajasi yuqori hisoblanadi. Maxsus himoya qatlamiga ega bo'lib ishonchligi ham yuqori hisoblanadi.

“Skateboard” platformasi. Batareya pol qismiga joylashgan bo'lib, og'irlik markazi past bo'ladi va boshqaruvni yaxshilaydi.

Korpus materiali. Alyuminiy-magniy qotishmalaridan foydalaniladi. Shu sababli ham Kompozit materiallar va Po'lat-aluminiy aralash strukturalari samarali xavfsiz hisoblanadi.

Xavfsizlik zonalari. Batareya atrofida maxsus mustahkam kapsula ya'ni battery cage mavjud. Termal avariyaning oldini oluvchi sovutish kanallari bilan jihozlangan.

Elektromobillarning texnik-iqtisodiy afzalliklari orqali biz energiya samaradorligi, ekologik ustunliklari va ekspluatatsiya xarajatlarni ko'rish mumkin bo'ladi. Bundan tashqari elektromobillarda energiya sarfi o'rtacha 12–18 kWh/100 km ni tashkil etib bu ichki yonuv dvigatelli avtomobillardan ancha yaxshi hisoblanadi va uning ekvivalenti 7-10 litr/100 km ni tashkil etadi.

2-jadval

Elektromobil konstruktiv tuzilishining asosiy komponentlar jadvali

Komponent nomi	Tavsifi va texnik ko'rsatkichlari
Elektr dvigatel	Asenkron, sinxron yoki doimiy magnitli motor bo'lishi mumkin. Quvvat diapazoni 70–300 kW . Aylantirish momenti 300–900 Nm , bu ichki yonuv dvigateliga nisbatan 2–3 baravar yuqori .
Batareya bloki	Lity-ion, LFP yoki NMC kimyoviy tarkibli. Energiya sig'imi 40–120 kWh . BMS (Battery Management System) tomonidan real vaqt rejimida boshqariladi.
Invertor va quvvat elektroni kalari	Batareyadan keladigan o'zgaras tokni o'zgaruvchan tokka aylantiradi. Energiya oqimini dvigatelga uzatadi va uning ishini boshqaradi.
Regenerativ tormoz tizimi	Tormozlanish vaqtida kinetik energiyani elektr energiyasiga aylantirib, batareyaga qayta uzatadi. Samaradorligi 10–25 % .



Elektr transmissiya (reduktor)	Ko'pincha 1 pog'onali reduktor qo'llanadi. Dvigatel momentini g'ildirakka uzatadi, texnik xizmat talab qilinmaydi.
Yuqori voltli kabel tizimi	Kuchlanish 300–800 V oralig'ida ishlaydi. Maxsus izolyatsiyalangan himoya qatlami mavjud, elektr xavfsizligi darajasi yuqori.
“Skateboard” platformasi	Batareya pol qismiga joylashtiriladi. Og'irlik markazini past qiladi va boshqaruv barqarorligini oshiradi.
Korpus materiali	Alyuminiy-magniy qotishmalari, kompozit materiallar va po'lat–alyuminiy aralash strukturasini qo'llanadi. Engil, mustahkam va xavfsizlik darajasi yuqori.
Xavfsizlik zonalari	Batareya atrofida maxsus mustahkam kapsula — battery cage mavjud. Termal avariyaning oldini oluvchi sovitish kanallari bilan jihozlangan.

Elektromobillarda atmosferaga chiqaradigan chiqindi gazlar miqdori 0 g/km ni tashkil etadi. Bundan tashqari atrof muhitga shovqin chiqarish darajasi ham 30–40 % kamroqdir. Regeneratsiya tizimi tufayli energiya tejraladi va yurish masofasini uzayishiga yordam beradi. Elektromobillarda ekspluatatsiya xarajatlari ham kamroq hisoblanib, yog'larni almashtirishni talab qilinmaydi. Chunki ularda elektor dvigatel hisobiga harakatlanganligi sabablidir. Dvigatelning qismlari kam kam hisoblanib asosiy 20 ta harakatlanuvchi detallardan iboratdir. Bu ko'rsatgich ichki yonuv dvigatelida 2000 tadan ko'proq hisoblanadi. Elektromobil dvigateliga texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari 2–3 baravar arzonroq bo'ladi [8].



5-rasm. BYD UZBEKISTAN FACTORY” QK

Respublikamizda ishlab chiqariladigan elektromobillar bozorida rivojlanish siyosiyati va strategik yo'nalishlari alohida ahamiyatni kasb etadi. Bu borada O'zbekiston tajribasida quvvatlash stansiyalarini ko'paytirish 2030-yilgacha 5000 taga yetkazish rejalashtirilgan va bu ko'rsatgichlar reja asosida amalga oshirilmoqda. Lokal yig'uv zavodlari BYD UZBEKISTAN FACTORY” qo'shma korxonasini misol qilib olish mumkin. Bugungi

kunda ushbu ishlab chiqarishda 60 ta detallar mahalliyashtirilib, bu ko'rsatgichlar sonini oshirish rejalashtirilmoqda. Bu turdagi avtomobillar ishlab chiqarilishi avtotransportlarni “yashil transformatsiya” dasturiga aylantirishdan iboratdir [9].

4. Xulosa

Xulosa o'rnida shuni ta'kidlab o'tish lozimki, elektromobillar bozori global miqyosda jadal rivojlanib bormoqda va bu jarayonni texnik, ekologik hamda iqtisodiy omillar bilan chambarchas bog'liqligini ko'rish mumkin bo'ladi. Ularning konstruktiv tuzilishi ham ichki yonuv dvigatelli avtomobillardan tubdan farq qilib, energiya samaradorligini oshirishga, chiqindilarni kamaytirishga hamda ekspluatatsiya xarajatlarini minimal darajaga tushirishga xizmat qiladi deb aytish mumkin bo'lmaydi. O'zbekiston uchun ham elektromobillar bozori strategik ahamiyatga ega bo'lib, mahalliy ishlab chiqarish korxonalarining infratuzilmasini kengayishi va imtiyozli siyosatlar natijasida elektr transportning ulushi yil sayin ortib boradi. Bozor rivoji bilan birga, elektromobillar konstruksiyasi, texnik xususiyatlari va ularning integratsiyalashgan boshqaruv tizimlarini chuqur o'rganish ilmiy-amaliy jihatdan muhim hisoblanadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh. Mirziyoyev “O'zbekiston — 2030” strategiyasi to'g'risida PF-158-son Toshkent sh., 2023-yil 11-sentabr,
- [2] O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh. Mirziyoyev “O'zbekiston respublikasida elektromobil va gibril avtomobillar hamda ularning butlovchi qismlarini ishlab chiqarishni tashkil etish” PQ-132-son Toshkent sh., 2024-yil.
- [3] O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh. Mirziyoyev “Elektromobillar ishlab chiqarishni tashkil etishni davlat tomonidan qo'llab-quvvatlash chora-tadbirlari to'g'risida”. PQ-443-son Toshkent sh., 2022-yil.
- [4] BYD Global Architecture Technical Sheet, 2024.
- [5] X. Liu, “Lithium-Ion Battery Cooling Systems,” Journal of Energy Storage, 2023.
- [6] B.A.Qosimov MEXANIKA VA TEXNO LO GIYA ILMIY JURNALI “O'zbekistonda elektromobillarni ishlab chiqarish va ularning rivojlanish istiqbollari” № 2-son (19), 2025 -<https://mextex.uz/> 102-109 bet.
- [7] Amato, F., Cassee, F.R., Denier van der Gon, H.A.C., Gehrig, R., Gustafsson, M., Hafner, W., Harrison, R.M., Jozwicka, M., Kelly, F.J., Moreno, T., Prevot, A.S.H., Schaap, M., Sunyer, J., Querol, X., 2014. Urban air quality: the challenge of traffic non-exhaust emissions. J. Hazard. Mater. 275, 31–36
- [8] Касимов Б.А. “Проблемы при производстве и эксплуатации электромобилей” Автомобильная промышленность Ежемесячный научно-технический журнал, 2025, № 8, ISSN 0005-2337 E-mail: avtoprom-atd@mail.ru. Москва.
- [9] Kosimov, Bakhtiyor Akhmatjonovich (2025) "COMPARATIVE ANALYSIS OF GAS AND MECHANICAL EMISSIONS FROM ELECTRIC CARS AND INTERNAL COMBUSTION ENGINE VEHICLES," Technical science and innovation: Vol. 2025:



Iss. 2, Article 1. DOI:<https://doi.org/10.59048/2181-1180.1719>

[10] www.mashin.ru

[11] www.avto.volt.ru

[12] www.Autouzbekistan.uz

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Xasanov	"BYD UZBEKISTAN FACTORY"
Bunyodjon	QK MCHJ sifat nazorati va kafolati
Ibragim o'g'li /	bo'limi sifat bo'yicha muhandisi
Bunyodjon	E-mail: Bunyodh@mail.ru
Khasanov	https://orcid.org/0009-0009-8797-8979



Oil quality studies of hydraulic systems of agricultural machinery in conditions of dusty air

Z.H. Alimova¹^a, G.P. Niyazova¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The purpose of this work is to study the performance characteristics of Hydro ISO-68 hydraulic oils operating in hydraulic systems – CLAAS ARION tractors. During operation in hydraulic systems, the oil is heated and intensively mixed with air. The main conditions in which hydraulic oil systems operate are characterized by a wide variation in ambient temperature, the transfer of large forces and the effect of high specific loads in pumps, dustiness and humidity of the ambient air. As the statistics of hydraulic system failures show, about sixty percent of failures are related to contamination of the working fluid. To achieve this goal, we took samples of Hydro ISO - 68 hydraulic oils from CLAAS ARION tractors and analyzed them according to the main quality indicators. Laboratory physico-chemical and spectral analyses of the oils were carried out according to the established methodology. Analyses show that the waste oil mainly contains wear products in terms of concentration:– iron (Fe) and chromium (Cr), atmospheric dust in the form of (Si) and waste additive products in the form of sulfur (S) and phosphorus (P). Taking into account all the experimental data we have obtained on changes in quality indicators, we recommend additionally adding additives to the engine oil, which consists of phosphorus, sulfur and zinc.

Keywords: hydraulic systems, hydraulic oils, physical and oxidation, pollution, chemical properties, additives, zinc, alkaline number, durability, dustiness of the air

Исследования качества масел гидравлических систем сельскохозяйственных машин в условиях запыленном воздухе

Алимова З.Х.¹^a, Ниязова Г.П.¹^b

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: Целью данной работы является исследование эксплуатационных характеристик гидравлических масел Hydro ISO-68 работающих в гидравлических системах – автотракторов CLAAS ARION. В ходе работы гидросистем масло нагревается и активно смешивается с воздухом. Условия эксплуатации таких систем довольно сложные: температура окружающей среды может значительно колебаться, насосы передают большие усилия и работают под высокими удельными нагрузками, а само оборудование часто функционирует в запылённой и влажной атмосфере. Как показывает статистика отказов гидравлических систем, около шестидесяти процентов отказов связаны с загрязнением рабочей жидкости. Для реализации поставленной цели нами отбирались пробы гидравлических масел Hydro ISO - 68 с автотракторов CLAAS ARION и подвергались анализам по основным показателям качества. Лабораторные физико-химические и спектральные анализы масел проводились согласно установленной методике. Анализы показывают, что в отработанном масле в основном содержатся продукты износа по концентрации:– железа (Fe) и хрома (Cr), атмосферная пыль в виде (Si) и продукты отработавшихся присадок в виде серы (S) и фосфора (P). Учитывая все полученные нами экспериментальные данные по изменению качественных показателей, мы рекомендуем дополнительно ввести в моторное масло присадки, которое состоит из фосфора, серы и цинка.

Ключевые слова: гидравлические системы, гидравлические масла, физические свойства и окисление, загрязнение, химические свойства, присадки, цинк, щелочное число, долговечность, запыленность воздуха

1. Введение

Работа гидравлических систем основана на передаче энергии через рабочую жидкость, находящуюся в замкнутом объеме. Главная задача рабочих жидкостей в

гидравлических системах заключается в передаче механической энергии от источника к исполнительным механизмам с возможностью изменять величину или направление действующей силы.

^a <https://orcid.org/0000-0002-6711-5318>

^b <https://orcid.org/0009-0008-8673-0560>



Для надежной передачи гидравлической энергии требуется рабочая жидкость, обладающая минимальной сжимаемостью и способная свободно циркулировать в системе. В ходе работы гидросистем масло нагревается и активно смешивается с воздухом. Условия эксплуатации таких систем довольно сложные: температура окружающей среды может значительно колебаться, насосы передают большие усилия и работают под высокими удельными нагрузками, а само оборудование часто функционирует в запылённой и влажной атмосфере.

Влияние внешних условий на срок службы смазочного материала определяется степенью запылённости и влажности воздуха, а также резкими колебаниями температур, характерными для многих регионов эксплуатации техники.

Ряд климатических зон Узбекистана характеризуется высокими температурами. При этом условия эксплуатации осложняются значительной запыленностью окружающей атмосферы. Республика Узбекистан является хлопкосеющей страной, где сельскохозяйственной технике приходится работать на сложных почвенно-климатических условиях, характеризующихся повышенной температурой и запыленностью воздуха, что сопряжено с интенсивным изнашиванием механизмов машин. Как показывает статистика отказов гидравлических систем, около шестидесяти процентов отказов связаны с загрязнением рабочей жидкости. Пыль является определяющей причиной износа деталей гидросистемы, поэтому ее количество в воздухе значительно влияет на их надежность. Например, количество пыли увеличивается иногда до $5\text{--}10\text{ г/м}^3$, т.е. на несколько порядков превышает запыленность воздуха в безветренные дни. Исследование дисперсного состава пыли сероземных почв показали, что они содержат 45-50% двуокиси кремния, около 20% окиси алюминия и 10% окиси железа. Нельзя не отметить высокую проникающую способность мелкой пыли, которая в большинстве случаев проникает через системы уплотнения воздушных трактов, нарушая при этом работу соответствующих систем. Все это способствует росту энергозатрат на работу гидравлической системы [1,2].

2. Методика исследования

Исследования проводились на тракторах ARION-610C, которые эксплуатировались в жарких климатических условиях и запыленном воздухе. Анализ образцов гидравлических масел, отобранных через определенное время работы, проводился в лаборатории по исследованию эксплуатационных материалов. Тракторы общего назначения ARION благодаря длинной колесной базе, удобному распределению веса и подходящий для грузных и комбинированных навесных орудий, подъемный механизм идеально подходит для всех сфер сельского хозяйства. При использовании масла в условиях повышенных температур окружающей среды ($+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$) возникают характерные отказы, связанные с ухудшением его физико-механических свойств. Из лабораторных исследований в процессе работы происходит изменение вязкости масла как в сторону увеличения, так и в сторону снижения. Связано это с изменениями структурно-

группового состава и механических примесей. Кроме того, в процессе работы узлы и детали двигателей загрязняются различными отложениями.

Для реализации поставленной цели нами отбирались пробы гидравлического масла Hydro ISO-68 с трактора ARION-610C в летних условиях деятельности Ташкентской области и подвергались анализу по основным показателям качества. Изучены основные физико-химические показатели свойств (вязкость, щелочное число, механических примесей), влияющих на эксплуатационные характеристики масла. Исследования загрязненности гидравлических масел при эксплуатации в условиях жаркого климата и высокой запыленности воздуха показывают, что масла интенсивно загрязняются атмосферной пылью и механическими примесями. При этом условия эксплуатации осложняются значительной запыленностью окружающей атмосферы.

Это вызывает окисление масла, повышение его вязкости и накопление продуктов окисления, которые приводят к образованию осадков и лаков. В результате возрастает энергопотребление гидравлического привода. Считается, что наиболее интенсивное накопление механических примесей происходит в масле в первые 150–500 моточасов работы, после чего этот процесс замедляется и стабилизируется. Анализ изменений некоторых показателей масла показывают, что каждый из них реагирует на проявление внешних нарушений.

3. Результаты и обсуждение

Лабораторные физико-химические и спектральные анализы масел проводились согласно установленной методике. Результаты спектрального анализа запыленности масла атмосферной пылью в виде кремния (Si) отработанного гидравлического масла Hydro ISO-68 в зависимости от продолжительности его работы в тракторе CLAAS ARION-610C приведены в Рис. 1.

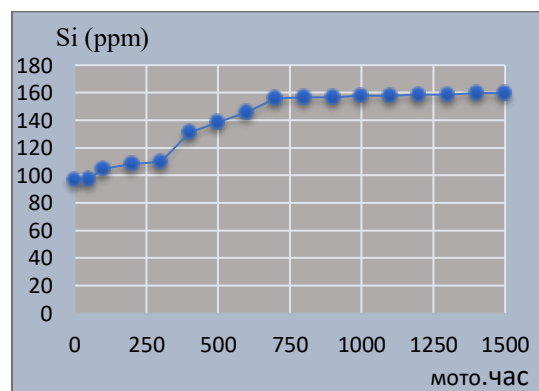


Рис. 1. Зависимость изменения кремния в составе отработанного гидравлического масла Hydro ISO-68 от продолжительности работы в мото часах

Результаты спектрального анализа продуктов износа железа (Fe) и хрома (Cr), гидравлического масла Hydro ISO-68 в зависимости от продолжительности его работы в тракторах ARION-610 приведены в графиках 2,3.



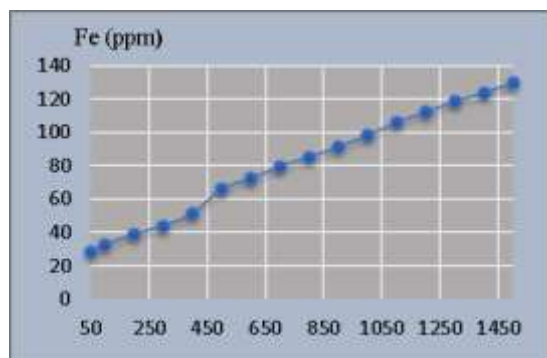


Рис. 2. Зависимость изменения железа (Fe) в составе отработанного гидравлического масла Hydro ISO-68 от продолжительности работы в мото- часах

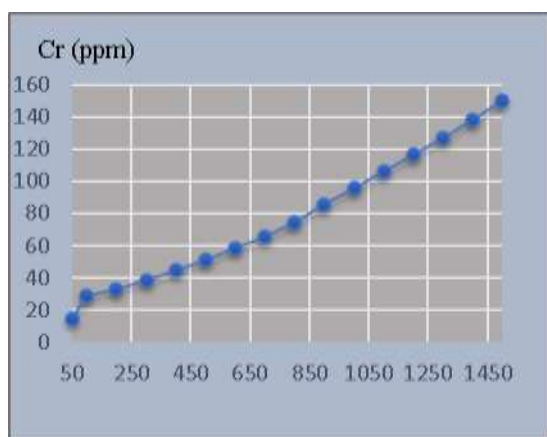


Рис. 3. Зависимость изменения хрома (Cr) в составе отработанного гидравлического масла Hydro ISO-68 от продолжительности работы в мото- часах

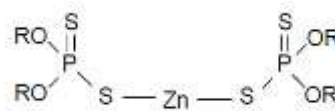
Из Рис.2,3 видно, что в отработанном масле содержание железа (Fe) и хрома (Cr) почти на 40 – 45% меньше нормы. И это свидетельствует об интенсификации процессов износа.

По мере роста содержания железа (Fe) в масле ухудшаются его фрикционные, противоизносные, антиокислительные и моющие характеристики. Это свидетельствует о нарушении режима смазывания трущихся поверхностей, что приводит к увеличению нагрузки и повышению температуры в зонах сопряжений.

Согласно результатам спектрального анализа в масле марки Hydro ISO-68 содержатся сера (S) и фосфор (P) содержащие присадки. Эти присадки обладают большей устойчивостью ко всем видам окисления по сравнению с другими. Органические эфиры фосфорной кислоты при нормальных условиях химически инертны по отношению к металлам. Однако при термическом разложении или гидролизе они превращаются в замещенные фосфорные кислоты, способные вызывать коррозию металлов, особенно меди. Вместе с тем их ограниченное применение связано с недостаточной смазывающей способностью и высокой стоимостью.

Для увеличения производительности и сокращения утечек уменьшаются зазоры в элементах гидросистем, они становятся все более прецизионными (обладающие высокой точностью параметров). Узлы гидросистем становятся все более компактными, растет их энергонапряженность.

Учитывая все полученные нами экспериментальные данные по изменению качественных показателей, мы рекомендуем дополнительно ввести присадки, содержащие в молекуле одновременно металл, серу и фосфор. В качестве металла применяем цинк. Цинк содержится в химических веществах, используемых для изготовления противоизносных, антиокислительных, моющих и ингибиторных присадок против появления коррозии. Преимущество нами предлагающей присадки кроме серы и фосфора имеется цинк:



Содержания его в масле позволяет эффективно бороться с появлением задиров и повышенного износа деталей гидросистемы.

Причинами широкого использования масел с присадками на основе цинка и фосфора является не только их доказанная противоизносная и антифрикционная эффективность, но и multifunctionality этих присадок. Отличительная особенность данной присадки - ее работоспособность и эффективность проявляются при эксплуатации в условиях умеренных и высоких контактных напряжений. Присадка полностью растворима в масле.

Для проведения экспериментов гидравлическое масло Hydro ISO-68 с добавленной присадкой подвергли анализу по физико-химическим показателям на соответствие требованиям. Щелочное число является одним из ключевых показателей качества масел. Его величина определяется содержанием в масле моющих и диспергирующих присадок, обладающих щелочными свойствами и предотвращающих образование осадков смолисто-асфальтовых веществ. Щелочное число масла измеряют методом потенциометрического титрования раствора масла в неполярном растворителе раствором соляной кислоты. Титрование выполняют с использованием лабораторного pH-метра, например ЛП-58 или РН-340, до достижения значений ЭДС, установленных с помощью буферных растворов. Величина общего щелочного числа выражается количеством гидроксида калия (KOH) в миллиграммах, эквивалентным количеству израсходованной соляной кислоты (HCl) для нейтрализации всех основных соединений, содержащихся в 1 грамме анализируемого масла.

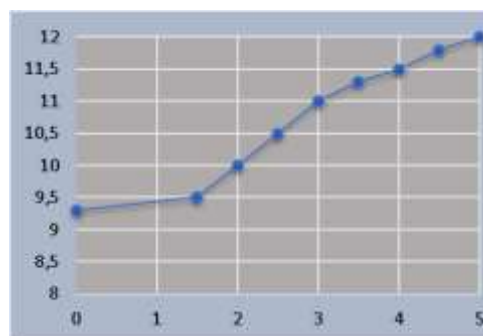


Рис. 4. Изменения щелочного числа в зависимости от концентрации присадок в гидравлическом масле Hydro ISO-68

Определено щелочное число для различной концентрации присадок PSZn-11 (1% - 5%) и определяли наиболее оптимальную концентрацию.

Из результатов анализа нами было выбрано содержание PSZn-11 присадок 2,5%, которое показывает оптимальное значение щелочного числа (Рис.4).

4. Заключение

По результатам лабораторных исследований при введении присадки, содержащие цинка в гидравлическое масло Hydro ISO-68 физико-химические показатели дали положительный результат по сравнению с базовыми маслами. При использовании такой присадки повысится ресурс работы и уменьшится износ деталей гидросистемы. В этом состоит эффективность возможного применения, полученного нами нового образца. Рекомендуем использовать данную присадку PSZn-11 в концентрации 2,5 %.

В настоящее время исследования продолжаются по эффективности влияния природы и концентрации присадок на эксплуатационные показатели гидравлических масел сельскохозяйственных машин при жарких климатических условиях.

Использованная литература / References

[1] Alimova, Z., Kholikova, N., Kholova, S. Improvement of properties of oils used in hydraulic systems of road-construction equipment, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 883(1), 012167

[2] Cristescu, C., Radoi, R., Dumitrescu, C., & Dumitrescu, L. (2017, February). Experimental research on energy losses through friction in order to increase lifetime of hydraulic cylinders. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 174, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.

[3] Pugin, K. G. (2020, November). Improving the reliability of hydraulic systems of technological machines. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 971, No. 5, p. 052042). IOP Publishing.

[4] Alimova, Z., Tursunov, S., Khikmatov, R., & Pulatov, S. (2025, July). Evaluating motor oil quality in heavily loaded quarry vehicle engines. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3304, No. 1, p. 030041). AIP Publishing LLC.

[5] Khamidullaevna, A. Z., & Parpiyevna, N. G. (2024). Studying the properties of transmission oils used in agricultural machinery. JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY BULLETIN, 7(4), 19-24.

[6] Khamidullaevna, A. Z., & Parpiyevna, N. G. (2024). Improving the lubricating properties of transmission oils used in agricultural machinery. JOURNAL OF AGRICULTURE AND LIFE SCIENCES, 7(1), 13-18.

[7] Khamidullaevna, A. Z., & Parpiyevna, N. G. (2022). Investigation of the operational properties of transmission oils used in vehicles. The American Journal of Engineering and Technology, 4(01), 19-23.

[8] Khamidullaevna, A. Z., Karimjon, I., & Bahtiyor, T. (2022). Improving the polishing properties of transmission oils by adding additives. American Journal Of Applied Science And Technology, 2(06), 84-86.

[9] Alimova, Z., Abdukhaliyev, H., Kholmirzayev, B., & Samatayev, T. (2020). Ways to improve the performance of hydraulic oils for agricultural machinery. Industrial Technology and Engineering, (3), 17-22.

[10] Alimova, Z. X., Ibragimov, K. I., & Turakulov, B. H. (2022). The influence of the operational properties of the working fluid on the reliability of hydromechanical transmissions of cars. The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research, 4(03), 12-16.

Информация об авторах/ Information about the authors

Алимова Зебо Хамидуллаевна / Zebo Alimova	Ташкентский транспортный Профессор «Транспортные установки» E-mail: zeboalimova7841@mail.ru https://orcid.org/0000-0002-6711-5318	государственный университет, кафедры энергетические
---	--	--

Ниязова Гулхаё Парпиевна / Gulkhayo Niyazova	Ташкентский транспортный И.о.доцента «Транспортные установки» E-mail: gulkhayo.niyazova66@gmail.com https://orcid.org/0009-0008-8673-0560	государственный университет, кафедры энергетические
--	--	--



Developing a mathematical model of the fuel supply system for injection engines

R.M. Dadaboev¹ 

¹Andijan state technical institute, Andijan, Uzbekistan

Abstract: The design and calibration of new types of fuel supply systems for injection engines are based on experimental methods (the trial-and-error method) and on the extensive production and engineering experience of designers. These processes rely not on closed-loop control of mixture formation, but on the use of experimentally compiled data tables at the engine calibration stage and on the task of obtaining mathematical models of injection engines for their subsequent application. The problems of analytical synthesis of control systems therefore represent a relevant and undoubted scientific and practical interest.

Keywords: Injection engine, mathematical modeling, torque, power, fuel consumption, number of revolutions, fuel-air ratio

Injektorlik dvigatellarning ta'minlash tizimining matematik modelini ishlab chiqish

Dadaboyev R.M.¹ 

¹Andijon davlat texnika instituti, Andijon, O'zbekiston

Annotatsiya: Injektorli dvigatellari uchun loyihalash, kalibrlash va yangi turdagi yoqilg'i ta'minoti tizimlarini nosozliklarni tuzatish empirik tarzda ("sinov va xato" usuli bilan) amalga oshiriladi va dizaynerlarning boy ishlab chiqarish va muhandislik tajribasiga asoslanadi. Dvigatellar uchun mikroprotessorli boshqaruv tizimlari, qoida tariqasida, og'ish orqali yopiq tsiklni boshqarish tamoyillariga asoslanmagan,, balki dvigatelni kalibrlash bosqichida eksperimental ravishda tuzilgan ma'lumotlar jadvallaridan foydalanishga asoslanadi hamda boshqaruv tizimlarining analitik sintezi muammolarida keyingi foydalanishga yo'naltirilgan injektorli dvigatellarining matematik modellarini olish muammosi dolzarb va shubhasiz qiziqish uyg'otadi.

Kalit so'zlar: Injektorli dvigatel, matematik modellashtirish, buruvchi moment, quvvat, yoqilg'I sarfi, aylanishlar soni, yonilg'i-havo nisbati

1. Kirish

Bugungi kunda texnik jihatdan rivojlangan mamlakatlarda injektorli dvigatellar (ya'ni, yoqilg'i silindrga majburiy haydash yo'li bilan yetkazib beriladigan dvigatellar) klassik karbyurator ta'minot sxemasini deyarli to'liq almashtirdi. Injektorli dvigatellarning (ID) asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat:

1. Dvigatelni elektron boshqarish imkoniyati;
2. Ishchi aralashmani tayyorlashni optimallashtirish ya'ni

- Yonilg'i sarfini kamaytirish
- Chiqindi gazlar zararliligini kamaytirish
- Dvigatelning FIK oshirish
- Silindrning yeyilishini kamaytirish

3. Yuqori oktanli yoqilg'idan foydalanish imkoniyati.

Biroq, deyarli barcha yirik avtomobil ishlab chiqaruvchilari injektorli dvigatellari bo'lgan keng turdagi avtomobillarni taklif qilishlariga qaramay, ID boshqaruv tizimlarini matematik modellashtirish va analitik sintez qilish bo'yicha ishlar rivojlanishning dastlabki bosqichida.

Ko'pgina hollarda, injektorli dvigatellari uchun loyihalash, kalibrlash va yangi turdagi yoqilg'i ta'minoti tizimlarini nosozliklarni tuzatish empirik tarzda ("sinov va xato" usuli bilan) amalga oshiriladi va dizaynerlarning boy ishlab chiqarish va muhandislik tajribasiga asoslanadi. Dvigatellar uchun mikroprotessorli boshqaruv tizimlari, qoida tariqasida, og'ish orqali yopiq tsiklni boshqarish tamoyillariga asoslanmagan,, balki dvigatelni kalibrlash bosqichida eksperimental ravishda tuzilgan ma'lumotlar jadvallaridan foydalanishga asoslanadi [2,3]. Shu sababli, boshqaruv tizimlarining analitik sintezi muammolarida keyingi foydalanishga yo'naltirilgan injektorli dvigatellarining matematik modellarini olish muammosi dolzarb va shubhasiz qiziqish uyg'otadi.

XX asming 70-80-yillari adabiyotlarida keltirilgan ichki yonish dvigatellarining matematik modellari, qoida tariqasida, chiziqli bo'lib, faqat dvigatelning barqaror holatidan kichik og'ishlar uchun o'z kuchini saqlab qoladi [4,5]. Tabiiyki, bunday modellar soddalashtirilgan, chiziqli nazorat qonunlarini ishlab chiqishga qaratilgan edi. Chiziqli bo'lmagan, moslashuvchan va mustahkam boshqaruv

 <https://orcid.org/0009-0003-2519-1931>

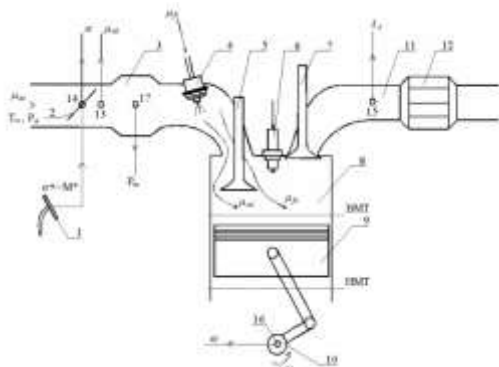


usullarini rivojlantirishning hozirgi darajasi boshqaruv qonunlarini boshqarish ob'ektining nochiziqli xususiyatlarini hisobga olgan holda sintez qilish imkonini beradi, bu esa injektorlarning yanada aniqroq, chiziqli bo'lmagan modellarini yaratish uchun katta hajmdagi ishlarni rag'batlantiradi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

XX asrning 70-80-yillari adabiyotlarida keltirilgan ichki yonish dvigatellarining matematik modellari, qoida tariqasida, chiziqli bo'lib, faqat dvigatelning barqaror holatidan kichik og'ishlar uchun o'z kuchini saqlab qoladi [4,5]. Tabiiyki, bunday modellar soddalashtirilgan, chiziqli nazorat qonunlarini ishlab chiqishga qaratilgan edi. Chiziqli bo'lmagan, moslashuvchan va mustahkam boshqaruv usullarini rivojlantirishning hozirgi darajasi boshqaruv qonunlarini boshqarish ob'ektining nochiziqli xususiyatlarini hisobga olgan holda sintez qilish imkonini beradi, bu esa injektorlarning yanada aniqroq, chiziqli bo'lmagan modellarini yaratish uchun katta hajmdagi ishlarni rag'batlantiradi.

Injektorli dvigatel sxemasi



1-rasm. Injektorli dvigatel sxemasi

1-rasmda injektorli dvigatelning sxemasi ko'rsatilgan. Undagi sonlar quydagilarni anglatadi: 1-gaz pedali; 2-drosell zaslonkasi; 3-kiritish kollektori; 4-injektor; 5-kiritish klapani; 6-o't oldirish shami; 7-chiqarish klapani; 8-silindr; 9-porshen; 10-tirsakli val; 11-chiqarish kollektori; 12-katalizator; 13-zaslonkadan o'tayotgan havo miqdorini aniqlaydigan datchik; 14-drosell zaslonkasini holatini aniqlaydigan datchik; 15- kislorod datchiki; 16-tezlik datchiki; 17-kiritish kollektoridagi bosimni ko'rsatuvchi datchik.

Dvigatel quyidagicha ishlaydi. Drosell zaslonkasi klapani 2 orqali havo kiritish quvuri 3ga kiradi. Drosell zaslonkasi klapanining orqasida vaqt birligida zaslonka orqali o'tadigan havo oqimini o'lchaydigan datchik 13 mavjud. Drosell zaslonkasi holati datchik 14, uning burilish burchagini o'lchaydi α . Havo bosimi sensori 17 kiritish quvurida joylashgan. Qabul qilish klapanining 5 yonida yoqilg'ini silindr 8 ga yuboradigan injektor 4 mavjud. Kiritish rejimi paytida havo va yoqilg'i silindrga kirish klapani orqali kiradi va aralashadi. Silindagi o't oldirish shami 6 yordamida ish aralashmasi alangalatiladi. Yoqilg'i yoqilgandan so'ng, yonish mahsulotlari silindrdan chiqarish klapan orqali chiqarish klapani 11 ga keladi, bu yerda kislorod sensori 15 joylashgan bo'lib, undan olingan ma'lumotlar silindrdagi havo / yoqilg'i nisbatini hisoblash imkonini beradi. Tezlik sensori 16 tirsakli valning aylanish

tezligini o'lchash uchun ishlatiladi. Katalitik konvertor 12, chiqindi gazlardagi uglerod oksidi va uglevodorodlarning parchalanishining kimyoviy reaksiyasini tezlashtiradigan katalizatori o'z ichiga oladi. Yuqori burovchi momentni olish uchun silindrdagi optimal havo / yoqilg'i nisbati va bu nisbatga mos keladigan o't oldirish vaqtini doimiy ravishda ushlab turish kerak. Yuqoridagi parametrlardan biri optimal nuqtadan chetga chiqsa, dvigatel quvvati yo'qolishi ishchi aralashmaning to'liq yoki o'z vaqtida yonmasligi tufayli yuzaga keladi. Shuning uchun, injektorli dvigatelini boshqarishdagi eng muhim vazifalar silindrdagi havo/yoqilg'ining optimal nisbatini saqlash va o't oldirish vaqtini zudlik bilan tuzatishdir.

Boshqarish ob'ekti sifatida injektorli dvigateli.

Keling, injektorli dvigatelini boshqaruv ob'ekti sifatida tahlil qilaylik, kirish va chiqish (sozlanishi) o'zgaruvchilarni ajratib ko'rsatish, shuningdek, asosiy boshqaruv vazifalarini shakllantirish. Buning uchun inson haydovchisi ishtirokida mashinani boshqarish jarayonini ko'rib chiqing.

Avtomobilni boshqarishda haydovchi avtomobil tezligini o'zgartirish uchun gaz pedalining o'rnini o'zgartiradi. Shunday qilib, haydovchi-avtomobil yopiq tizimining boshqaruv maqsadi avtomobil istalgan tezligini W * barqarorlashtirishdir. Biroq, bu jarayon darhol sodir bo'lmaydi, chunki tezlatgichning (gaz pedali) holatidagi o'zgarish birinchi navbatda dvigatel hosil bo'ladigan burovchi momentning o'zgarishiga olib keladi. O'z navbatida, bu moment va tashqi yuklanish momenti o'rtasidagi farq tezlanishni va natijada avtomobil tezligini aniqlaydi. Shuning uchun biz haydovchini antropogen boshqaruvchi deb taxmin qilishimiz mumkin, u kerakli tezlik W * va haqiqiy tezlik V o'rtasidagi farqga asoslanib, kerakli dvigatel momentini M * belgilaydi. Shunday qilib, tezlatgichning pozitsiyasi M^* dvigatel momentining istalgan qiymati sifatida talqin qilinishi mumkin. Shunga asoslanib, dvigatelni boshqarish tizimida quyidagi teskari aloqa halqalarini ajratish mumkin (2-rasm):

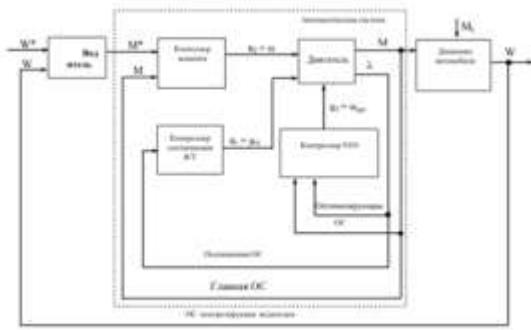
1. momentning qayta aloqa davri (asosiy fikr); ushbu sxema uchun boshqaruvning maqsadi - tezlatgichning pozitsiyasi bilan belgilanadigan dvigatel momentining M^* istalgan qiymatini barqarorlashtirish (yoki moment o'zgarishining $M^*(t)$ istalgan qonunini saqlab turish); bu sxemadagi boshqaruv signali drosell zaslonkasi klapanining burilish burchagi $u_2 = \alpha$;

2. havo/yonilg'i nisbati bo'yicha teskari aloqa halqasi (qullik fikr); ushbu sxema uchun boshqaruvning maqsadi kerakli havo / yoqilg'i nisbatini barqarorlashtirishdir. Benzin uchun 14,7 ga teng stoxiometrik nisbat optimal hisoblanadi. Bu shuni anglatadiki, bir kilogramm benzinni to'liq yoqish uchun 14,7 kg havo kerak bo'ladi. Dvigatelni optimal boshqarish uchun λ koeffitsienti kiritiladi, bu silindrga bosim bilan kiritilgan yoqilg'i massalarining sikl davomida yondirilgan yoqilg'i massasiga nisbatini ko'rsatadi. Bu koeffitsientning kerakli qiymati $\lambda^* = 1$ ga teng. Ushbu sxema uchun boshqaruv signali bosim bilan kiritilgan yoqilg'i miqdori $u_1 = \mu_{fi}$;

3. o't oldirish vaqti bo'yicha teskari aloqa davri (teskari aloqani optimallashtirish); ushbu sxema uchun boshqaruvning maqsadi dvigatelning ba'zi xususiyatlarini optimallashtirishdir; bu holda boshqaruv

4. signali - bu yonish vaqti $u_3 = \alpha_{ign}$.

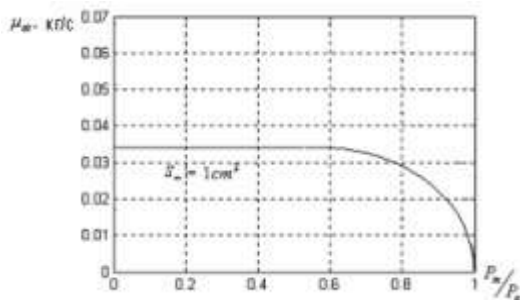




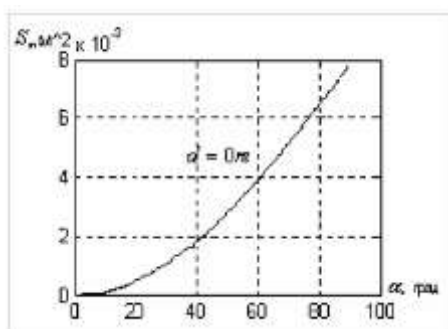
2-rasm. Injektorli dvigatelni avtomatik boshqarish tizimining sxemasi

Injektorli dvigatel modelning tenglamalarini chiqarish. O'rtacha matematik model injektorli dvigatel kirish signallarini (drosell zaslonkasi burilish burchagi α , bosim bilan yuboriladigan yoqilg'i miqdori μ_{fi} va tutash vaqti) boshqariladigan o'zgaruvchilarning o'rtacha qiymatlariga (havo / yoqilg'i nisbati λ va buruvchi moment M) o'zgartirish ketma-ketligini tavsiflaydi) dvigatelning har bir aylanishida ushbu qiymatlarning pulsatsiyalarini hisobga olmasdan.

Drosell zaslonkasi orqali o'tuvchi havo oqimi. Ushbu quyi tizimning tenglamalari zaslonka μ_{at} [kg/s] orqali havo oqimining zaslonka burilish burchagi α [rad] va kiritish quvuridagi bosim [Pa] o'rtasidagi munosabatni tavsiflaydi. Bu tushunchani quyidagi tenglama orqali ifodalash mumkin: η_{at} –kiritish quvurining samarali to'ldirish koeffitsienti (%); $\varphi_1(P_m)$ –drosell zaslonkasi klapanining birlik yuzasidan o'tadigan havo oqimini tavsiflovchi chiziqli bo'lmagan funksiya; $\varphi_2(\alpha)$ –zaslonka yuzasi. $\varphi_1(P_m)$ va $\varphi_2(\alpha)$ funksiyalarning tipik shakli 3 va 4-rasmda ko'rsatilgan.



3-rasm. Drosell zaslonkasi klapan orqali o'tuvchi havo oqimining atmosfera bosimi va kiritish quvuridagi bosimga bog'liqligi



4-rasm. Kiritish quvurining ma'lum bir uchastka maydonining drosell zaslonka klapanining burilish burchagiga bog'liqligi

2. Kiritish kolektoridagi bosim. Kiritish kollektoridagi havo harorati doimiy deb faraz qilgan holda, ideal gaz tenglamasini differensiallash yo'li bilan kiritish kollektoridagi bosim tenglamasi xosil qilamiz:

$$\dot{P}_c + \eta_c \frac{V_c \alpha}{4\pi F_c} \dot{P}_c = \frac{RT_c}{V_c} \mu_{ac} (\alpha, P_c) \quad 0 \leq \eta_c \leq 1. \quad (2)$$

2 temlamadagi V_m -kiritish kollektorining hajmi, m^3 ; T_m -kollektordagi harorat, K; η_{at} –drosell zaslonkasi klapanidan o'tadigan havo miqdori, kg/s; η_c –silindrni to'ldirish koeffitsienti, %.

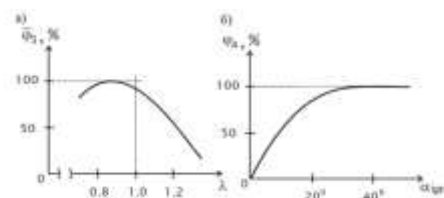
3. Kiritish kollektori devorlarida yonilg'i pardasining hosil bo'lishi. Purkalgan yoqilg'ining bir qismi kiritish kollektori devorlarida plyonka hosil qiladi. Bu plyonka bug'lanish jarayoni natijasida yonilg'ini to'playdi va silindrga yetkazib beradi. Shunday qilib, yoqilg'i silindrga ikkita manbadan kiradi: injektordan va kollektor devorlaridagi yonilg'i plyonkalarining bug'lanishi. Ushbu jarayonni tavsiflovchi aniq analitik model mavjud emas. Biroq, eksperimental ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, uni quyidagi model bilan tavsiflash mumkin:

$$\mu_{fc} = \frac{K}{T_{p+}} \mu_{fi} + (1-K) \mu_{fi}$$

Bu yerda K – purkalgan yoqilg'ining qaysi qismi plyonka hosil qilayotganini hisobga oluvchi koeffitsient ($0 < K < 1$); μ_{fi} – injektorda tarqalgan yonilg'i miqdori, kg/s; T_p – Yoqilg'i purkash jarayonining vaqt doimiysi, s.

4. Silindrdagi yonilg'i-havo nisbati. Ushbu quyi tizimni ko'rib chiqishda biz quyidagi ideallashtirilgan taxminni qabul qilamiz.

Silindrga kiradigan barcha yoqilg'i va barcha havo bir siklda yondiriladi va undan butunlay chiqariladi. Shunday qilib, silindrda sikldan-siklga yoqilg'i va havo qolmaydi.



5-rasm. $\varphi_3(\lambda)$ va $\varphi_4(\alpha_{igm})$ funksiyasini tipik funksiyasi

Ushbu fikrga asoslanib, havo / yoqilg'i nisbati sifatida hisoblash mumkin:

$$\lambda = \frac{\mu_{ac}}{\mu_{fc}} = \frac{V_d}{4\pi R T_M F_x} \frac{P_m \omega}{\mu_{ff} + (1-K) \mu_{fi}}$$

Bu yerda F_s – stokiometrik nisbat ($F_s=14.7$).

5. Dvigatelning buruvchi momenti. Dvigatelning buruvchi momenti silindrdagi yonilg'i miqdori, yonilg'i-havo aralashmasi nisbati va o't oldirish burchagiga bog'liq. Birinchi taxminiy xulosa sifatida biz hozircha quyidagi ifodani yozishimiz mumkin:

$$M = C_M \mu_{ac} \varphi_3(\lambda) \varphi_4(\alpha_{igm})$$

Bu yerda C_M –moment koeffitsienti, $N \cdot m \cdot c/kg$; α_{ign} –o't oldirish burchagi, rad;

$\varphi_3(\lambda)$ va $\varphi_4(\alpha_{igm})$ funksiyasini tipik funksiyasi 5-rasmda tasvirlangan.

6. Dvigatel harakati tenglamasi. Dvigatelning mexanik sxemasi quyidagi tenglama bilan tavsiflanadi

$$J \dot{\omega} = M - M_L - M_{\omega}$$

Bu yerda J-dvigatel inertsianing momentini kamaytirish, kg/m^2 ; M_L - tashqi yuklamada momentning kamayishi, N^*m ; M_{ω} - ishqalanish orqali momentning kamayishi, N^*m ;

Avtomobilda bo'lmagan holdagi dvigatel modeli. Yuqorida keltirilgan tenglamalarga asoslanib, biz dvigatel Avtomobilda bo'lmagan holdagi modelini yozamiz:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= -a_1 x_1 + b_1 x_1 x_3 \varphi_3(x_1, x_2, x_3, u_1) \varphi_4(u_1) - b_{12} \delta_1(t), \\ \dot{x}_2 &= -a_2 x_2 + b_2 u_1, \\ \dot{x}_3 &= -a_3 x_3 + b_3 \varphi_1(x_3) \varphi_2(u_2), \\ y_1 &= \frac{1}{x_1 x_3} (c_1 x_2 + d_1 u_1), \\ y_2 &= c_2 x_1 x_3 \varphi_3(x_1, x_2, x_3, u_1) \varphi_4(u_1),\end{aligned}$$

Bu yerda $x_1 = \omega$ -chiqarish valdagi aylanishlar tezligi, ayl/min ; $x_3 = P_m$ -kiritish kollektoridagi bosim, Pa ; $y_1 = \lambda$ -yonilg'i-havo nisbati; $y_2 = M$ -burovchi moment, N^*m ; $\delta_1 = M_L$ -tashqi yuklama momenti, N^*m ; $u_1 = \mu_f$ -silindrga kiritilayotgan yonilg'i miqdori, kg ; $u_2 = a$ -drossell zaslonkasi burilish burchagi, rad ; $u_3 = a_{\text{ing-o't}}$ oldirish burchagi.

Shunday qilib, injektorli dvigatelning matematik modeli uchinchi tartibli chiziqli bo'lmagan differentsial tenglamalar tizimi (7) - (8) bilan ifodalanishi mumkin, ularning holat koordinatalari: tirsakli valning aylanishlar chastotasi, tiritish kollektori devorlarida yonilg'i plyonkasi og'irligi va undagi havo bosimi. Ushbu modelning ba'zi parametrlarini oldindan aniq hisoblash yoki eksperimental ravishda aniqlash mumkin emas (masalan, kiritish kollektori devorlarida plyonka hosil qilgan yoqilg'ining massasi). Shuning uchun, injektorli dvigatel modeli parametrik noaniq bo'lib, bu moslashuvchan yoki mustahkam boshqaruv usullarini qo'llash zaruratini keltirib chiqaradi.

3. Xulosa

Modelni yanada takomillashtirish silindrni to'ldirish koeffitsienti va kiritish kollektori to'ldirish samaradorligi koeffitsientining dvigatel holati o'zgaruvchilariga – kiritish kollektoridagi bosimi va tirsakli valning aylanish tezligiga bog'liqligini aniqlashdan iborat. Dvigatelning asosiy parametrlarining sovitish suyuqligi haroratiga bog'liqligini aniqlash alohida qiziqish uyg'otadi. Matematik

modellashtirish ishlarini amalga oshirish iqtisodiy va vaqt sarfini kamaytiradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] С.В.Гусаков, С.С.Бисенбаев, А.Приандака. Показатели динамически качеств двигателей внутреннего сгорания. Вестник РУДН,сер.Инженерны исследования,№2.
- [2] Ault B.A., Jones V.K., Powell J.D., Franklin G.F. Adaptive air-fuel ration control of a spark ignition engine. // SAE paper. 1993. № 940373.
- [3] Beaumont A. J., Noble A.D., Scarisbrick A. Adaptive transient air-fuel ratio control to minimize gasoline engine emissions. // FISITA Congress. London, 1992. P. 1–14.
- [4] Hart M., Ziegler M. Adaptive estimation of cylinder air mass using the combustion pressure. // SAE paper. 1998. № 980791.
- [5] Пинский Ф.И., Давтян Р.И., Черняк Б.Я. Микропроцессорные системы управления автомобильными двигателями внутреннего сгорания: Учебное пособие. М. "Легион-Автодата", 2001.
- [6] Dadaboev R.M. Mirzaabdullaev J.B. Usmanov J. //Effect of adding hydrogen to the gasoline-air mixture on the engine dynamic performance. DOI: [10.36652/0869-4931-2025-79-1-3-9](https://doi.org/10.36652/0869-4931-2025-79-1-3-9) //Automation. Modern Technologies 2025.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Dadaboyev Ravshanbek /
Ravshanbek Dadaboev
Andijon davlat texnika instituti
“Avtomobilsozlik va transport”
kafedrası dotsenti, t.f.f.d., (PhD),
E-mail:
ravshanbek.dadaboyev@mail.ru
Tel.: +998975831738
<https://orcid.org/0009-0003-2519-1931>



Method of abrasive grinding and reduction of centrifugal two-way "D" type pumps

O.G. Chulponov¹^a, B.A. Mamadov¹^b

¹Namangan State Technical University, Namangan, Uzbekistan

Abstract:

This article discusses the sludge passing through double-entry "D" type pumps, which constitute the largest part of the pumping stations and devices for water supply for agriculture, causing severe abrasive wear of their internal parts. As a result, the characteristics of the pumps change, namely, water consumption-Q, pressure-N, useful efficiency- η and the maintenance interval decrease. According to the operating rules of double-entry pumps, only 0.1% of sludge with a size of 0.1 mm should pass through these pumps. The amount of sludge of a size that cannot pass through the pump is 47.2%, and in the pumping station unit it is 47.32%. The results obtained show that the size and amount of abrasive sludge in all water sources are several times larger than the size and amount of sludge that can pass through the pumps. It has been shown that parts of various types of pumps in all pumping stations and installations installed throughout the territory of our republic are susceptible to abrasive corrosion.

Keywords:

centrifugal pumps, pumping stations, pump impeller, abrasive wear

Markazdan qochma ikki tomonlama "D" turdagi nasoslarni abraziv yemirilishi va ularni kamaytirish usuli

Cho'lonov O.G.¹^a, Mamadov B.A.¹^b

¹ Namangan davlat texnika universiteti, Namangan, O'zbekiston

Annotatsiya:

Ushbu maqolada Qishloq xo'jaligi uchun suv ko'tarib beradigan nasos stantsiyalari va qurilmalaridagi eng ko'p qismini tashkil qilayotgan ikki tomonlama suv kiruvchi "D" turdagi nasoslardan o'tayotgan ushbu loyqalar, ularning ichki qismlarini kuchli abraziv yemirilishga olib kelmoqda. Natijada nasoslarning xarakteristikalarini o'zgarib ketadi, ya'ni suv sarfi-Q, bosimi-N, foydali ish koeffitsienti- η va ta'mirlasharo muddati kamayib ketadi. Ikki tomonlama suv kiruvchi nasoslarni ekspluatatsiya qilish qoidalariga asosan, bu nasoslardan kattaligi 0,1 mm bo'lgan loyqalarning atigi 0,1 % o'tishi lozim. Nasosdan o'tishi mumkin bo'lmagan kattalikdagi loyqalar miqdori-47,2% ni nasos stantsiyasi agregatida-47,32% ni tashkil qilmoqda. Olingan natijalar suv manbalarining barchasida abraziv loyqalarning kattaligi va miqdori, nasoslardan o'tishi mumkin bo'lgan loyqalar kattaligi va miqdoridan bir necha barobar katta. respublikamiz hududi bo'ylab o'rnatilgan barcha nasos stantsiyalari va qurilmalaridagi har xil turdagi nasoslarning qismlari, abraziv yemirilishga uchrashi mumkinligi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar:

markazdan qochma nasoslar, nasos stantsiyalari, nasosning ish g'ildiragi, abraziv yemirilish

1. Kirish

Mamlakatimiz hududida mo'tadigan asosiy suv manbalarining (Amudaryo, Sirdaryo, Zarafshon) suvlari, o'zi bilan juda ko'p miqdorda suvga aralashib muallaq holda va o'zan tubida sudralib harakatlanayotgan loyqalarni keltiradi. Qishloq xo'jaligi uchun suv ko'tarib beradigan nasos stantsiyalari va qurilmalaridagi eng ko'p qismini tashkil qilayotgan ikki tomonlama suv kiruvchi "D" turdagi nasoslardan o'tayotgan ushbu loyqalar, ularning ichki qismlarini kuchli abraziv yemirilishga olib kelmoqda.

Natijada nasoslarning xarakteristikalarini o'zgarib ketadi, ya'ni suv sarfi-Q, bosimi-N, foydali ish koeffitsienti- η va ta'mirlasharo muddati kamayib ketadi. 2-rasmda Amudaryoning nasos stantsiyasi suv oladigan stvoridan hamda «Amu-Zang-2» nasos stantsiyasi 8-agregat

salnigidan chiqqan loyqaning donadorlik tarkib ko'rsatilgan. Ikki tomonlama suv kiruvchi nasoslarni ekspluatatsiya qilish qoidalariga asosan, bu nasoslardan kattaligi 0,1 mm bo'lgan loyqalarning atigi 0,1 % o'tishi lozim. 1-rasmdan ko'rinish turibdiki: Amudaryoda nasosdan o'tishi mumkin bo'lmagan kattalikdagi loyqalar miqdori - 47,2% ni nasos stantsiyasi agregatida- 47,32%ni tashkil qilmoqda. Bundan ko'rinish turibdiki, mamlakatimiz hududidan oqib o'tdigan suv manbalarining barchasida abraziv loyqalarning kattaligi va miqdori, nasoslardan o'tishi mumkin bo'lgan loyqalar kattaligi va miqdoridan bir necha barobar katta. Demak, respublikamiz hududi bo'ylab o'rnatilgan barcha nasos stantsiyalari va qurilmalaridagi har xil turdagi nasoslarning qismlari, abraziv yemirilishga duchor bo'lishi muqarrardir.

^a <https://orcid.org/0000-0002-3676-901X>

^b <https://orcid.org/0000-0002-0799-8139>



2. Tadqiqot metodologiyasi

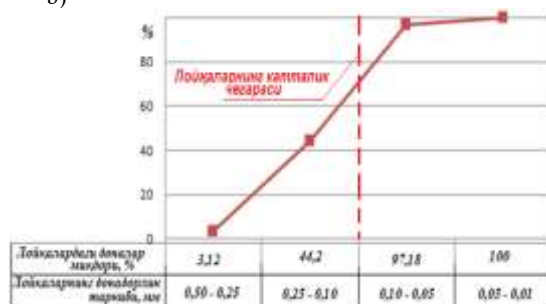
Nasoslarni abraziv yemirilishini quyidagi usullarda kamaytirish mumkin:

- nasos stantsiyalariga suv olib keluvchi kanallarga tindirgichlar o'rnatib, nasoslardan o'tishi mumkin bo'lmagan kattalikdagi loyqalarni tutib qolish;
- abraziv yemirilishga qarshi mustahkam materiallardan nasos va uning qismlarini tayyorlash;
- nanotexnologiya asosida abraziv yemirilishga chidamli har xil materiallar ishlab chiqish va ulardan nasos hamda uning qismlarini tayyorlash;
- nasos va uning qismlari konstruksiyalariga o'zgartirishlar kiritish va boshqalar.

a)



b)



1-rasm. Amudaryo va nasos stantsiyasidan olingan loyqalarning tarkibi: a- Amudaryodan olingan loyqaning hamda; b-«Amu Zang-2» nasos stantsiyasi 8-agregat salnigidan chiqqan loyqaning donadorlik tarkibi

Abraziv yemirilishga qarshi ishlab chiqilgan usul va konstruksiyalarni sinab ko'rish, dala va laboratoriya sinovlari orqali olib boriladi.

Nasos stantsiyasidagi nasoslarni abraziv yemirilishini tadqiq qilish uchun dala sinovlari, Namangan "Nasos stantsiyalari va energetika" boshqarmasi tasarrufida bo'lgan Namangan tumanidagi "Yangi yer" nasos stantsiyasida olib borildi.

3. Natijalar

Ushbu nazariy tadqiqotda Nasos stantsiyasiga "D" turdagi 1D1600-90 markali nasoslar o'rnatilgan. Ushbu markadagi nasoslar ikki xil aylanishlar sonida ($n_1=980$ va $n_2=1450$ ayl./min.) hamda uch xil diametrli ish g'ildiraklari bilan ishlab chiqariladi. Nasoslarning asosiy ko'rsatgichlari 1 va 2-jadvalda, ishchi xarakteristikalar 2-rasmda keltirilgan.

Bundan tashqari Nasos ichidagi oqimning abraziv zarralar bilan o'zaro ta'sirini DEM (Discrete Element

Method) yordamida kompyuterda modellashtirish kerak. Yuzalardagi yemirilish o'choqlarining aniq topib ishlab chiqish kerak. Nasos ichidagi yemirilishni oldindan aniqlash uchun quyidagi ishlarni bajarish lozimdir.

1. vibratsiya datchiklari
2. bosim sensori
3. akustik monitoringni qo'llab,

Nasosdagi emirilishini erta ogohlantirish tizimi yaratish kerak bo'ladi.

1-jadval

1D 1600-90 markali nasoslarning asosiy ko'rsatgichlari

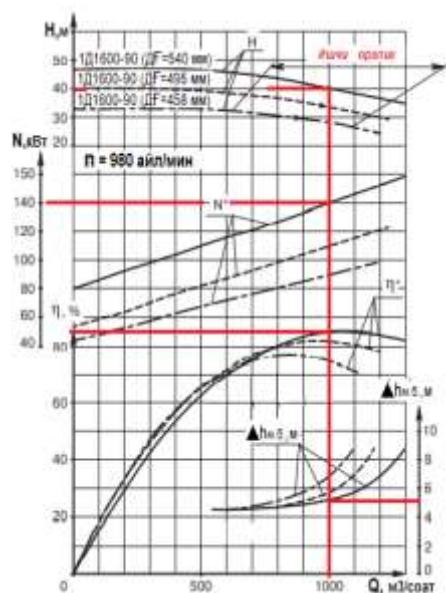
Naso s-ning Markasi	Q, m ³ /soat	N _u , m	n, ayl./min	η, F.I. K	n, ayl./min	N, kVt·soat	D _{is} _h g'il., m	Δh _{m.b.} , m	G, kg
1D 1600-90	1000	40,0	980	85	98	140	540	5	1165
1D 1600-90	1584	56,0	14	89	14	480	540	7	1165

2-jadval

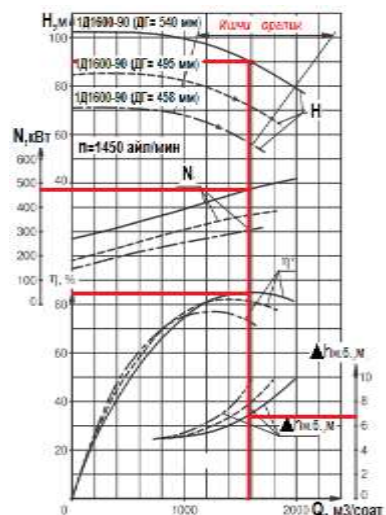
Barcha turdagi 1D1600-90 markali nasoslarning asosiy ko'rsatgichlari

Naso s-ning markalari	Q, m ³ /soat (m ³ /s)	N, m	n, ayl./min	η, FIK	N, kVt·soat		D _{is} _h g'il., m	Δh _{m.b.} , m	G, kg
					nomi	maks			
1D160-90	1000(0,280)	40		85	140	155	540	5,0	1165
1D160-90a	970(0,269)	34	980	82	104	118	495	5,1	
1D160-90b	870(0,242)	30		77	84	90	458	5,2	
1D1600-90	1600(0,445)	90		85	470	520	540	7,0	
1D160-90a	1450(0,403)	75	1450	82	360	380	495	7,1	
1D160-90b	1300(0,360)	63		77	280	290	458	7,2	





b)



2-rasm. 1D1600-90 markali nasosning
xarakteristikalar: a-aylanishlar soni- $n_1=980$ ayl/daq;
b-aylanishlar soni- $n_2=1450$ ayl/daq

4. Xulosa

Mamlakatimiz hududidagi barcha suv manbalaridagi loyqalar miqdori va kattaligi, nasosdan o'tishi mumkin bo'lgan loyqalar miqdori va kattaligidan bir necha o'n barobar ko'pdir.

2. Suv manbalariga o'rnatilgan barcha nasos stantsiyalaridagi nasoslar, abraziv yemirilishga molikdir.

3. Eksperimental sinovlar shuni ko'rsatdiki, nasosning standart po'lat materiali abraziv aralashmalarga nisbatan past chidamlilikka ega bo'lib, uni keramik, nanokompozit va tungsten-karbid qoplamalar bilan himoyalash yemirilishni sezilarli darajada kamaytiradi.

4. Qoplamalar ichida tungsten-karbid eng yuqori samaradorlikni namoyon etib, ish sharoitiga qarab yemirilishni 70–85% gacha kamaytirishga imkon berdi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Глазков В.М. Закономерности абразивного изнашивания конструкционных материалов. — М.: Машиностроение, 1982.—152 с.
- [2] Н Хрущев М.М., Бабичев М.Ю. Абразивный износ и методы повышения износостойкости материалов. — М.: Наука, 1974. — 184 с.
- [3] Богомолов Н.И., Саутин Г.И., Харченко И.В. Повышение износостойкости рабочих органов машин в абразивных средах. М.: ВИНТИ РАН, 1996. — №12, б/о 214.
- [4] Гадалов В.Н. Теория и практика сопротивления абразивному износу. Екатеринбург: УрО РАН, 1999. — 230 с.
- [5] Махкамов К.Х., Алибоев Б.А. Ударно-гидроабразивное изнашивание насосных агрегатов. Ташкент: Фан, 2012. — 126 б.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Cho'lponov Namangan davlat texnika universiteti
Olimjon / "Bino va inshootlar qurilishi
Olimjon kafedrası"
Chulponov t.f.fd., dotsenti,
ochulponov1984@gmail.com,
Tel.: +99897-254-87-84
<https://orcid.org/0000-0002-3676-901X>

Mamadov Namangan davlat texnika
Bohodir / universiteti, "Bino va inshootlar
Bohodir qurilishi" kafedrası o'qituvchisi,
Mamadov mamadov.bohodir85@gmail.com,
Tel.: +99894-503-60-55
<https://orcid.org/0000-0002-0799-8139>



Study of the stress-strain state of the Varzyk dam, taking into account its own weight, hydrostatic pressure and soil moisture content

Z.Kh. Kholboev^{1, a}

¹Namangan State Technical University, Namangan, Uzbekistan

Abstract: The article discusses issues related to assessing the stress-strain state of the Varzik earth dam located in the Fergana Valley in a state of plane deformation, taking into account its own weight and the hydrostatic pressure of water in the reservoir, as well as the state of soil water saturation. The stress-strain state of the earth dam was assessed based on a developed mathematical model in a flat form, a calculation method and an algorithm. The actual design features of the Varzik dam and the components of the stress-strain state, the main and maximum tangential stresses, taking into account the operating conditions when filling the reservoir to the normal backwater level, were studied.

Keywords: soil dam, stress-strain state, normal backwater level, support prism

Varzik gruntli to'g'onining kuchlanganlik-deformatsiyalanish holatini xususiy og'irlik, suvning gidrostatik bosimi va gruntning namlanishini hisobga olgan holda kompleks tadqiq qilish

Xolboyev Z.X.^{1, a}

¹Namangan davlat texnika universiteti, Namangan, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada Farg'ona vodiysi hududida joylashgan Varzik gruntli to'g'onining kuchlanganlik – deformatsiyalanish holatlari uning xususiy og'irligi va suv omboridagi suvning gidrostatik bosimi hamda gruntning suvga to'yinganlik holatini hisobga olgan holda, tekis deformatsiya holatida baholash masalalariga qaratilgan. Gruntli to'g'onning kuchlanganlik-deformatsiyalanish holatini baholash ishlab chiqilgan tekis ko'rinishdagi matematik model, hisoblash usuli va algoritmi asosida amalga oshirilgan. Varzik to'g'onining haqiqiy konstruktiv xususiyatlari va suv omborini normal dimlangan sathgacha to'ldirilganda ishlash sharoitlarini hisobga olgan holdagi kuchlanganlik-deformatsiyalanish holati komponentlari, bosh va maksimal urinma kuchlanishlar o'rganib chiqilgan.

Kalit so'zlar: Grutli to'g'on, kuchlanganlik-deformatsiyalangan holat, normal dimlangan sath, tayanch prizma

1. Kirish

Statik va dinamik kuchlar ta'sirida bo'ladigan mavjud gidrotexnik inshootlarning kuchlanganlik-deformatsiya holatlarini hisoblash usullari va nazariyasini, deformatsiyalanuvchi qattiq jismlar mexanikasi, gruntlar mexanikasi hamda zilzilabardosh qurilish va sonli usullar sohasida erishilgan zamonaviy yutuqlar asosida atroflicha tadqiq qilish va holatni tahlil etish, tasodifiy qabul qilingan konstruktiv yechimlarning zaif tomonlarini aniqlash va olingan natijalarni kelgusida shu kabi inshootlarni loyihalashda e'tiborga olish imkoniyatini beradi.

Me'yoriy hujjatlar asosida bajarilgan loyihalarda tadqiq qilinayotgan gidrotexnik inshootlar normal ekspluatatsiyasi va faoliyat olib borishiga ta'sir qiluvchi turli omillar hisobga olinadi. Bunda gidrometrologiya, geologiya, filtratsiya nazariyasi, qurilish mexanikasi, gruntlar mexanikasi va shu kabi fanlar bo'yicha masalalar ko'rib chiqiladi.

Biroq faqat chiziqli yoki chiziqli bo'lmagan elastiklik nazariyasi doirasida va yuqori samarador sonli usullarni

qo'llash bilan hal etish mumkin bo'lgan jihatlar chetda qolmoqda.

Hal etilmagan muammolar qatoriga, masalan, yuk ostidagi inshoot materiali sifatidagi gruntning holati masalasi, ya'ni bir jinsli bo'lmagan (yoki bir jinsli) gruntli to'g'onlarning kuchlanganlik-deformatsiyalanish holatini tadqiq qilish bo'yicha masalalar kiradi. Turli ta'sirlar ostidagi gruntli massivning kuchlanganlik-deformatsiyalanish holatini baholashning aniqligi uning xossalari aynan aks ettiruvchi grunt deformatsiyasi modelini tanlash bilan bog'liq. Grunt deformatsiyasining bunday modelini gruntning reologik xususiyatlari, chiziqsiz deformatsiyalanishi, namligini hisobga olgan holda tanlash va mazkur model asosida eng zaiflashgan zonalarni aniqlash maqsadida grunt massivining kuchlanganlik-deformatsiyalanish holatini hisoblash metodikasini ishlab chiqish hozirgi kunda dolzarb masala hisoblanadi.

Hozirgi paytda chekli elementlar usuli (ChEU) va chekli ayirmalar usuli (ChAU) [1, 2] kabi turli sonli usullardan keng foydalanilmoqda.

^a <https://orcid.org/0000-0001-6404-3980>



Chekli elementlar usuli (ChEU) tarkibi turli gruntlardan tashkil topgan inshootlarning konstruktiv xususiyatlarini, murakkab geometriyasini, gruntning chiziqli xususiyatlarini va chegaraviy shartlarni hisobga olishda juda qulay usul hisoblanadi. Bunday holatda kuchlanganlik-deformatsiyalanish holatini aniqlash iteratsiya jarayoni natijasida amalga oshiriladi, bunda uning har bir qadamida ushbu holatda erishilgan deformatsiyaga bog'liq holda grunt xarakteristikasi o'zgaradi [3-5].

Gruntli to'g'onlar hisobida namlanganlik va plastik xususiyatlarini hisobga olgan holda chekli elementlar usulini qo'llashdagi dastlabki izlanishlar A.R.Khoei, A.R.Azami, S.M.Haerilarning [6] ishlarida keltirilgan.

Bir jinsli bo'lmagan gruntli to'g'onlardagi namlanganlik holati, gidrostatik bosimning qiya va vertikal holdagi to'g'on yadrosiga, nishabliklar ustuvorligiga ta'siri [7] F.Salmasi, R.Norouzi, J.Abrahamlar tomonidan chekli elementlar usulidan foydalangan holda olib borgan tadqiqotlarda keltirilgan.

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda shuni ta'kidlash mumkinki, gruntli to'g'onlarning konstruktiv xususiyatlari, xususiyligi, suvning gidrostatik bosimi va gruntning namlanganlik hisobga olgan holda kuchlanganlik-deformatsiyalanish holatini kompleks tadqiq qilish mexanikaning dolzarb muammosi hisoblanadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Tekis deformatsiya holatidagi konstruktiv bir jinsli bo'lmagan gruntli to'g'onning kuchlanganlik-deformatsiyalanish holatini tadqiq qilish bo'yicha to'g'on modelini ko'ramiz [8]. Gruntli to'g'on bir jinsli bo'lmagan uzun inshoot bo'lib, suv ombori suv bilan to'ldirilganda to'g'on tanasida suvning filtratsiyasi natijasida paydo bo'ladigan depressiya egri chizig'idan (hisoblash natijasida qurilgan) quyida joylashgan grunt namlangan holatda, qolgan qismi esa tabiiy namlik sharoitida deb qabul qilinadi. Gruntli to'g'on xususiyligi og'irlik va yuqori baf tomondan suvning gidrostatik bosim ta'siri ostida bo'ladi.

Tekis sistemada sodir bo'ladigan jarayonlarni baholash uchun mumkin bo'lgan ko'chish prinsipiga asoslangan, aktiv kuchlarning bajargan virtual ishlarining yig'indisi nolga teng bo'lgan quyidagi variatsion tenglamadan foydalanamiz:

$$\delta P - \delta'W = 0 \quad (1)$$

bu yerda, δP – sistemaning potentsial energiyasi o'tirmasi, $\delta'W$ – tashqi kuchlarning mumkin bo'lgan ko'chishlardagi bajargan ishlari yig'indisi.

$$\delta A = - \int_V \sigma_{ij} \delta \varepsilon_{ij} dV + \int_V \vec{f} \delta \vec{u} dV + \int_{S_p} \vec{p} \delta \vec{u} dS = 0, i, j = 1, 2 \quad (2)$$

Elastik jismning fizik xususiyatlari kuchlanish σ_{ij} va deformatsiya ε_{ij} orasidagi munosabat orqali ifodalanadi

$$\sigma_{ij} = \lambda \varepsilon_{kk} \delta_{ij} + 2\mu \varepsilon_{ij} \quad (3)$$

Deformatsiya tenzorlari bilan ko'chish vektorlari o'rtasidagi bog'lanish esa quyidagi Koshi munosabatlari orqali ifodalanadi:

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \quad (4)$$

Bikir asosdagi mumkin bo'lgan ko'chish $\delta \vec{u}$ lar mavjud bo'lmashligini bildiruvchi chegaraviy shartlar quyidagicha olinadi:

$$\Sigma_u da \delta \vec{u} = 0 \quad (5)$$

Suvning gidrostatik bosimi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi [9],

$$p = \rho_0 g(h - y), \quad (6)$$

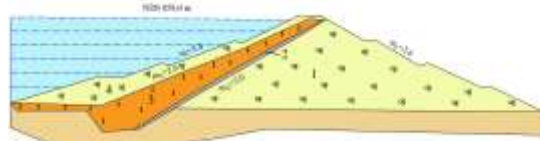
Chekli elementlar protsedurasini qo'llash natijasida tekis sistema egallagan sohalar uchun (1) - (5) variatsion tenglama va munosabatlardan yuqoridagi matematik modelga ekvivalent bo'lgan yuqori tartibli bir jinsli bo'lmagan algebraik tenglamalar sistemasiga keltirildi:

$$[K]\{q\} = \{F\} \quad (7)$$

Ushbu tenglamalar sistemasi asosida ixtiyoriy elementdagi ko'chish, deformatsiya va kuchlanishlar aniqlandi.

Hisob ishlarida to'g'onning haqiqiy loyihaviy geometrik parametrlari, konstruktiv xususiyatlari va gruntning fizik-mexanik xususiyatlari inobatga olindi. Olingan natijalar asosida to'g'onning deformatsiyalanish va kuchlanganlik holatlari baholandi va tegishli xulosalar berildi.

Varzik suv ombori Namangan viloyatining Chust tumanida joylashgan. Gruntli to'g'onning balandligi 39 m, to'g'on tepasi bo'ylab uzunlik 1700 m ni tashkil qiladi. Varzik o'zanini to'sib turgan gruntli to'g'on - to'la hajmi 18,2 mln.m³ ni tashkil qiluvchi suv omborini hosil qiladi. Suv omboriga suv mavjud "G'alaba" kanali orqali kelib tushadi. To'g'onning tayanch prizmasi graviy-galechnikli grunt, suv o'tkazmaydigan ekrani esa suglinokdan qurilgan. To'g'onning ekrani to'g'on asosidan 10-12 m chuqurlashirilgan (1-rasm).



1-rasm. Varzik to'g'onining ko'ndalang kesim qirgimi
1-tayanch prizma; 2 - o'tish zonasi (beton); 3-suglinokli ekran (suglinok va supes aralashmasi); 4 - yuqori nishablik qoplamasi (qum to'ldiruvchili graviy-galechnikli grunt)

To'g'on parametrlari: balandligi 39 m; suvning eng katta ko'tarilish sathi 37 m; yuqori va pastki nishabliklarning o'rtacha qiymatlari $m_1 = 3,4$ va $m_2 = 2,6$ ni tashkil qiladi. Suglinkali ekrannining yuqori va pastki nishabliklarining o'rtacha qiymatlari $m_{e1} = 2,6$ va $m_{e2} = 2,0$ dan iborat. Ekranning o'rtacha qalinligi 7,0 m bo'lib, pastki qismida 12 m, yuqori qismida esa 2,0 m dan iborat.

To'g'on tayanch prizmasi bilan suglinokli ekran o'rtasidagi o'tish zonasi betondan qurilgan va uning qalinligi esa 3 m.

To'g'onning yuqori nishablik qoplamasi qum to'ldiruvchili graviy-galechnikli grunt dan iborat bo'lib, uning zichligi $\gamma = 2,0 \text{ t} \cdot \text{t} / \text{m}^3$ ga teng. Yuqori nishablik suv yuvishidan saqlash maqsadida 20 sm qalinlikdagi beton bilan qoplangan. To'g'onining suglinkali ekrani uchun $\gamma =$

$1,65 \text{ t} \cdot \text{k}/\text{m}^3$, tayanch prizmasi gruntning zichligi $\gamma = 1,95 \text{ t} \cdot \text{k}/\text{m}^3$ va o'tish zonasi betonli bo'lib, uning zichligi $\gamma = 2,6 \text{ t} \cdot \text{k}/\text{m}^3$ ga teng.

Varzik to'g'oni gruntning fizik-mexanik xususiyatlariga kiruvchi Puasson koeffitsienti va Yung moduli kabi parametrlarni aniqlashda muhandislik-geologik izlanishlar va u yoki bu grunt da bo'ylama to'liqlarning tarqalish tezligiga bog'liq bo'lgan ma'lumotlardan foydalanildi.

To'g'ondagi yuqori klinning namlangan qismi va supes aralash graviy-galechnikli grundan tashkil topgan quyi tayanch prizma grundi uchun to'liqlar tarqalish tezligi $V_p = 1,6 \text{ km}/\text{sek}$ ni hisobga olgan holda elastiklik moduli

$$E = \frac{V_p^2(1+\nu)(1-2\nu)}{1-\nu}$$

ifodadan $E=4493 \text{ MPa}$, puasson koeffitsienti $\nu=0,2$ ga teng. Gruntning solishtirma og'irligi $\gamma=2,2 \text{ t}/\text{m}^3$ bo'lgan yuqori prizmaning namlangan qismi uchun $\nu=1,0 \text{ km}/\text{sek}$ bo'lganda $E=1980 \text{ MPa}$, $\nu=0,2$ ni olamiz.

Suglinka va supes aralashmasidan iborat bo'lgan ekranda ishlatilgan grunt uchun $\gamma=1,65 \text{ t}/\text{m}^3$, $\nu=0,35$ va $E=1028 \text{ MPa}$ ga teng. To'g'onning yuqori prizmasini tashkil qiluvchi grunt ham xuddi shunday parametrlarga ega. To'g'onning o'tish zonasi va qiyalikdagi beton qoplama uchun esa $\gamma=2,6 \text{ t}/\text{m}^3$; $\nu=0,2$; $E=10000 \text{ MPa}$ ga teng.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar ko'ndalang kesimi 1-rasmda keltirilgan, balandligi 39 m bo'lgan to'g'onning kuchlanganlik-deformatsiyalanish holatini tadqiq qilish uchun asos qilib olindi.

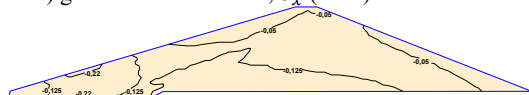
To'g'onning konstruktiv xususiyatlari, suv omborini normal dimlangan sath darajasida to'ldirilgandagi (37 m) xususiy og'irligi, konstruksiyasining bir jinsli bo'lmaganligi va gruntning namlanganligini hisobga olgan holdagi kuchlanganlik-deformatsiyalanish holati tekshirildi. To'g'on ko'ndalang kesimidagi ko'chish va kuchlanish komponentlari izochiziqlari 2-rasmda keltirilgan.

Bir jinsli bo'lmagan Varzik gruntli to'g'onining odatiy ekspluatatsiya rejimidagi kuchlanganlik-deformatsiyalanish holati komponentlarining tahliliga ko'ra gidrostatik bosim ostidagi yuqori klin va filtratsiyaga qarshi ekranning turli tomonlarida joylashgan tayanch prizmaning kuchlanganlik-deformatsiyalanish holatining xarakteri turlicha bo'lishini ko'rsatadi.

a) to'g'on kesimining deformatsiyalanmagan (—) va deformatsiyalangan (—) holatlari



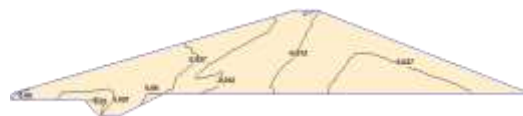
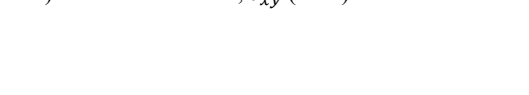
b) gorizonta kuchlanish, σ_x (MPa)



d) vertikal kuchlanish, σ_y (MPa)



e) urinma kuchlanish, τ_{xy} (MPa)



2-rasm. Varzik to'g'onining haqiqiy konstruktiv xususiyatlari va suv omborini 37 m sathgacha to'ldirilganda ishlash sharoitlarini hisobga olgan holdagi kuchlanganlik-deformatsiyalanish holati komponentlari izochiziqlari

2a-rasmdan ko'rinadiki, to'g'on ko'ndalang kesimi nuqtalaridagi maksimal gorizonta ko'chishlar yuqori prizmada kuzatiladi va uning qiymati 1,0 sm atrofida bo'ladi, nishablikning quyi qismida va ekran ortida gorizonta ko'chish amalda kuzatilmadi. Vertikal ko'chishlarning eng katta qiymati (3,5 sm) ham yuqori nishablikning markaziy qismiga to'g'ri keldi. Uning qiymati vertikal ko'chishlar 2,5 dan 3 sm gachani tashkil qilgan to'g'onning eng baland qismidagi vertikal ko'chishlardan ham kattaroqni tashkil qildi. 2a-rasmda to'g'onning deformatsiyalangan kesimining holati 1:1000 masshtabda keltirilgan bo'lib, undan yuqori nishablik qismidagi deformatsiya to'g'on konturining istalgan boshqa qismidagi deformatsiyadan katta ekanligini ko'rish mumkin.

2b,e-rasmlardan gorizonta va urinma kuchlanishlarning eng katta qiymati yuqori klin gruntiga to'g'ri kelishi ko'rinadi. Tayanch prizmaning kuchlanganlik holati komponentlari (gorizonta, vertikal va urinma kuchlanishlar) qiymatlari asosga tomon bir tekisda ortib boradi, bunda turli solishtirma og'irlikka ega bo'lgan gruntlar (galechnik, supes, beton)dan tashkil topgan va namlangan, bir jinsli bo'lmagan yuqori klinning kuchlanishlar izochiziqlarini to'g'ri chiziqdan egri holatga keltiradi.

Olingan natijalardan foydalanib ishning keyingi qismida to'g'on kesimidagi xavfli zonalarining joylashish o'rmini aniqlash va buzilish ehtimolligi to'g'risida oldindan bashorat qilish maqsadida navbatdagi hisoblash ishlarini amalga oshiramiz.

Buning uchun to'g'onning tekis deformatsiyalanish (siqilish, cho'zilish yoki siljish) holatini belgilovchi bosh kuchlanishlar qiymatlarini quyidagi formuladan foydalanib, aniqlaymiz

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \quad (8)$$

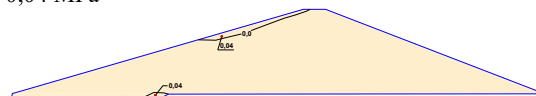
bunda musbat qiymatlar cho'zuvchi (σ_1), manfiy qiymatlar esa siquvchi kuchlanishlarga mos keladi.

Maksimal urinma kuchlanishlar qiymatlari quyidagi formuladan topiladi

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \quad (9)$$

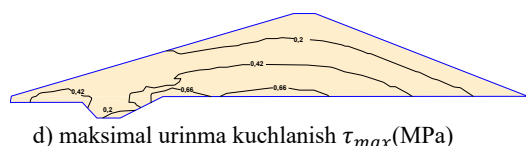
Qaralayotgan to'g'on tanasidagi σ_1 , σ_2 va τ_{max} kuchlanishlarining taqsimlanish izochiziqlari 3-rasmda keltirilgan.

a) bosh (cho'zuvchi) kuchlanish σ_1 (MPa): $\sigma_{1max} = 0,04 \text{ MPa}$



b) bosh (siquvchi) kuchlanish σ_2 (MPa)





3-rasm. Bir jinsli bo'lmagan Varzik to'g'onidagi xususiy og'irlik va gidrostatik bosimni hisobga olgandagi bosh va maksimal urinma kuchlanishlar izochiziqlari

Varzik to'g'onidagi bosh kuchlanishlar tahlili shuni ko'rsatadiki, cho'zuvchi kuchlanishlar (σ_1) yuqori qiyalikning tepa qismida hosil bo'ladi va ularning maksimal qiymati unchalik katta qiymatga ega bo'lmaydi, 0,04 MPa ga teng (3a-rasm). Kesimning qolgan qismida esa qaralayotgan omillar (xususiy og'irlik, gidrostatik bosim, depressiya egri chizig'idan quyidagi namlangan grunt) ni hisobga olinganda cho'zuvchi kuchlanishlar paydo bo'lmaydi. 3b-rasm σ_2 kuchlanishlarning to'g'on tanasi bo'yicha taqsimlanish izochiziqlarining tahliliga ko'ra σ_2 kuchlanishlarning tanadagi taqsimlanishi xarakteri vertikal σ_u kuchlanishlar taqsimlanish xarakteriga o'xshash bo'lishini ko'rsatadi. Maksimal urinma kuchlanish τ_{max} ning qiymati yuqori nishablikning quyi qismi yarmida 0,2 MPa (3d-rasm) ni tashkil qildi.

Gruntli to'g'onning loyihalaniishi va qurilishi jarayonida o'tkazilgan dala va laboratoriya tadqiqotlari asosida olingan ma'lumotlarga ko'ra tabiiy holatdagi gruntlar uchun siqilishga bo'lgan mustahkamlik chegarasi 0,31 - 2,19 MPa, suvga to'yingan gruntlar uchun esa 0,06-0,46 MPa oralig'ida bo'lishini ko'rsatadi.

Olingan natijalarga ko'ra yuqori nishablikning depressiya egri chizig'idan quyida joylashgan suvga to'yingan gruntlarda (3b-rasm) σ_2 kuchlanish 0,2-0,42 MPa ni tashkil qildi, bu esa kuchlanishning ushbu gruntlarda siqilishga bo'lgan chegaraviy mustahkamligidan ortib ketmasligini ko'rsatdi.

3. Xulosa

Ekran va betondan qurilgan o'tish zonasi ortida joylashgan tayanch prizma gruntining holatiga qaralsa, bu joyda bosh siquvchi σ_2 kuchlanishlar qiymatining yuqoridan asos tomonga bir tekisda ortib borishini kuzatish mumkin (0 MPa dan 0,66 MPa gacha). Bunda filtratsiyaga qarshi ekran va beton o'tish zonasining mavjudligi tayanch prizma gruntining notekis deformatsiyalanishi va namlanishdan ishonchli himoya qiladi. Bu esa to'g'onning ishonchli ishlashini ta'minlashga xizmat qiladi.

Gruntli inshootning kuchlanganlik-deformatsiyalanish holatiga inshootning bir jinsli bo'lmaganligi, suvning gidrostatik bosimi va yuqori prizma namlanishining ta'siri mavjudligi aniqlandi. Yuqorida keltirilgan omillar tadqiq qilinarotgan inshootlarda kuchlanishning simmetrik

taqsimlanish xarakterini o'zgartirib, gidrostatik bosim ta'siri hamda namlangan grunt og'irligining ortishi hisobiga yuqori prizmada ularning qiymatlari oshishiga olib kelishi aniqlandi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Розин Л.А. Расчет гидротехнических сооружений на ЭЦВМ. Метод конечных элементов. Л: Энергия.-1971.-214с.
- [2] Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике. М. :Мир.- 1975. - 541 с.
- [3] Kholboev Z., Matkarimov P., Mirzamakhmudov A. Investigation of dynamic behavior and stress-strain state of soil dams taking into account physically Non-linear properties of soils //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 452. – S. 02009. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345202009>
- [4] Жураев Д. П., Маткаримов П. Ж., Холбоев З. Х. Оценка динамического поведения грунтовых плотин с учётом водонасыщенность грунтов //Principal Issues of Scientific Research and Modern education. – 2023. – Т. 2. – №. 10.
- [5] Жураев Д. П., Маткаримов П. Ж., Холбоев З. Х. Собственные колебания протяженных гидротехнических сооружений //Pedagog. – 2023. – Т. 6. – №. 11. – С. 1-5.
- [6] Khoei A.R., Azami A.R., Haeri S.M. Implementation of Plasticity Based Models in Dynamic Analysis of Earth and Rockfill Dams: A Comparison of Pastor–Zienkiewicz and Cap Models // Computers and Geotechnics. 2004. July Vol.31, Issue 5. Pp.384–409.
- [7] Salmasi, F., Norouzi, R., Abraham, J. *et al.* Effect of Inclined Clay Core on Embankment Dam Seepage and Stability Through LEM and FEM. *Geotech Geol Eng* 38, 6571–6586 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10706-020-01455-7>
- [8] Холбоев З.Х. Комплексное исследование НДС грунтовой плотины с учетом конструктивной неоднородности и различных режимов увлажнения.// Научно-технический журнал ФерПИ. 2010, №1, С.32-36.
- [9] Чугаев Р.Р. Гидравлика.-Энергоиздат, Л. 1982, с.203.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Xolboyev	Namangan davlat texnika universiteti
Zokirjon	“Bino va inshootlar qurilishi”
Xodiyevich /	kafedrası dotsenti, t.f.f.d., (PhD)
Zokirjon	E-mail: zxx7712407@gmail.com
Kholboev	Tel.:+998972820005
	https://orcid.org/0000-0001-6404-3980



Emergency notification system for road traffic accidents

M.K. Valiev¹^a, B.A. Sobirov¹

¹Andijan State Technical Institute, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This paper analyzes the development and mathematical algorithms of an automated device that enables rapid emergency notification in the event of road traffic accidents. The device detects incidents based on accelerometer, GPS, and GSM/GPRS modules and sends signals to ambulance or emergency services in real time. The block diagram of the device, mathematical models, and experimental results are presented, and its effectiveness in improving road traffic safety is evaluated.

Keywords: emergency notification, road traffic accident, accelerometer, GPS, GSM/GPRS, mathematical algorithm, safety system, simulation

Yo'l-transport hodisalari sodir bo'lganda favqulotda xabar berish tizimi

Valiyev M.K.¹^a, Sobirov B.A.¹

¹Andijon davlat texnika instituti, Tashkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Mazkur maqolada yo'l-transport hodisalari yuz berganda tezkor favqulodda xabar berish imkonini beruvchi avtomatlashtirilgan qurilma ishlab chiqilishi va matematik algoritmlari tahlil qilinadi. Qurilmada akselerometr, GPS va GSM/GPRS modullari asosida hodisa aniqlanadi hamda real vaqt rejimida tez yordam yoki maxsus xizmatlarga signal yuboriladi. Qurilmaning blok-sxemasini, matematik modellar hamda tajriba natijalari keltirilib, yo'l harakati xavfsizligini oshirishdagi samaradorligi baholangan.

Kalit so'zlar: favqulodda xabar berish, yo'l-transport hodisasi, akselerometr, GPS, GSM/GPRS, matematik algoritim, xavfsizlik tizimi, simulyatsiya

1. Kirish

Yo'l-transport hodisalari (YTH) inson hayoti va sog'lig'i uchun eng katta xavf tug'diradigan omillardan biridir. Global miqyosda yo'l harakati hodisalari natijasida har yili yuz minglab insonlar halok bo'ladi yoki jiddiy jarohatlar oladi. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO) ma'lumotlariga ko'ra, har yili dunyo bo'yicha 1,3 milliondan ortiq odam yo'l-transport hodisalarida halok bo'ladi, 20–50 milliondan ortiq odam esa turli darajadagi jarohatlarni oladi [1]. Bu raqamlar yo'l harakati xavfsizligining jiddiy muammo ekanligini va harakat xavfsizligini oshirishga qaratilgan ilmiy va texnologik tadqiqotlarning dolzarbligini ko'rsatadi.

YTH oqibatlarini kamaytirishning eng muhim omillaridan biri — hodisani sodir bo'lgan zahotiyoq aniqlash va favqulodda yordam xizmatlariga xabar berishdir. Statistik tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, hodisa sodir bo'lganidan keyingi dastlabki 10 daqiqa ichida tibbiy yordam ko'rsatilsa, jabrlangan shaxsning hayotini saqlash ehtimoli sezilarli darajada oshadi [4]. Shu bois, tezkor xabar berish tizimlarining avtomatlashtirilgan va real vaqtda ishlash mexanizmi inson hayotini saqlashda hal qiluvchi rol o'ynaydi.

An'anaviy ravishda yo'l-transport hodisalarini xabar qilish jarayoni inson omiliga bog'liq bo'lib, ko'pincha hodisani guvohlar yoki jabrlangan shaxslarning o'zi yetkazadi. Bunda xabar berishdagi kechikishlar, joyini

aniqlashdagi noaniqliklar va boshqa xatoliklar hodisa oqibatlarini og'irlashtirishi mumkin. Shu sababli, transport vositalariga integratsiyalashgan avtomatik favqulodda xabar berish tizimlari dolzarb va zaruriy masala hisoblanadi [11].

Bunday tizimlar hodisani aniqlash, hodisa joyini aniqlash, jabrlangan shaxslar va transport vositasi haqida ma'lumotlarni to'plash va favqulodda xizmatlarga uzatish kabi funksiyalarni bajaradi. Zamonaviy tizimlarda akselerometrlar, giroskoplar, GPS modullari va GSM tarmoqlari qo'llaniladi. Masalan, akselerometrlar va giroskoplar transport vositasining harakatidagi keskin o'zgarishlarni, to'qnashuvlarni va avariyaning aniqlash imkonini beradi, GPS modullari hodisa joyini aniq belgilash imkonini beradi, GSM yoki boshqa simsiz aloqa modullari esa real vaqtda ma'lumotlarni uzatishni ta'minlaydi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi — yo'l-transport hodisalarini avtomatik tarzda aniqlaydigan va favqulodda xabar yuboradigan tizim algoritmini ishlab chiqish, uning matematik modeli va blok-sxemasini taklif etishdir [3], [8]. Taklif etilayotgan tizim inson omilini minimallashtirish, xabar berishdagi kechikishlarni bartaraf etish va favqulodda xizmatlarning voqea joyiga tez yetib borishini ta'minlashga qaratilgan. Shu bilan birga, tizimning ishonchligi, noto'g'ri signal berish ehtimoli va ma'lumotlarni uzatishdagi kechikishlar kabi muammolar ham ko'rib chiqiladi va bartaraf etish bo'yicha ilmiy asoslangan yechimlar taklif etiladi.

^a <https://orcid.org/0009-0002-4877-3208>



Shuningdek, avtomatik favqulodda xabar berish tizimlari zamonaviy intellektual transport tizimlarining bir qismi sifatida qaraladi. Bunday tizimlar yo'l harakati xavfsizligini oshirish bilan bir qatorda, transport vositalarining passiv va aktiv xavfsizlik tizimlarini yanada samarali qiladi. Masalan, to'qnashuv aniqlangach, tizim avtomobilning xavfsizlik kamarlarini mahkamlashi, havo yostiqlarini faollashtirishi yoki boshqa xavfsizlik mexanizmlarini ishga tushirishi mumkin. Shu bilan birga, tizim yig'ilgan ma'lumotlar asosida yo'l harakati xavfsizligini oshirishga qaratilgan statistik tahlillar va transport siyosatini shakllantirishda foydali bo'lishi mumkin.

Mazkur tadqiqotda tizimning matematik modeli ishlab chiqiladi, blok-sxemasini tuziladi va uning ishlash prinsipi batafsil tavsiflanadi. Tizim algoritmi hodisani aniqlashdan tortib, xabar yuborishgacha bo'lgan jarayonni qamrab oladi. Bu jarayonda to'qnashuv kuchi, tezlik, harakat yo'nalishi, hodisa joyi koordinatalari va boshqa muhim parametrlar hisobga olinadi. Shu tarzda, tizim faqat hodisani aniqlash bilan cheklanmay, hodisa oqibatlarini minimallashtirishga ham xizmat qiladi.[11]

Shu bilan birga, avtomatik favqulodda xabar berish tizimi nafaqat shahar ichidagi transport vositalarida, balki shaharlararo yo'llarda ham qo'llanilishi mumkin. Bu tizimning universalligi va samaradorligi uning keng qamrovli tadqiqot va amaliy qo'llanish imkoniyatlarini ta'minlaydi. Shunday qilib, tadqiqot nafaqat ilmiy, balki amaliy ahamiyatga ham ega bo'lib, inson hayotini saqlash, jarohatlarni kamaytirish va yo'l-transport hodisalarini kamaytirishga qaratilgan strategik yechimlarni ishlab chiqishga xizmat qiladi.[10]

2. Tadqiqot metodologiyasi

2.1. Qurilmaning ishlash prinsipi

Qurilma uch asosiy moduldan iborat:[3]

1. Sensor moduli — akselerometr, GPS, gyroskop.
2. Hodisa aniqlash algoritmi — tezlanish va zarba chegaralarini hisoblaydi.[7]
3. Xabar uzatish moduli — GSM/GPRS orqali SMS yoki serverga xabar yuboradi.[4]

2.2. Matematik algoritim

Signalni filtrlash (silliqlashtirish):

$$\hat{x}_i(t) = \alpha x_i(t) + (1 - \alpha)\hat{x}_i(t-1)$$

bu yerda:

- $x_i(t)$ — i-sensor o'lchami,
- α — filtr parametri ($0 < \alpha < 1$).

Aniqlash mezonini (chi-kvadrat test):

$$z = \sum_{i=1}^n \frac{(\hat{x}_i - \mu_i)^2}{\sigma_i^2}$$

Agar $z > T_z > T_z > T$ bo'lsa, hodisa qayd qilinadi.

Akselerometrning tezlanish qiymati:

Agar:

$$A = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

$$A \geq A_{kritik}$$

bo'lsa, hodisa mavjud deb qabul qilinadi.

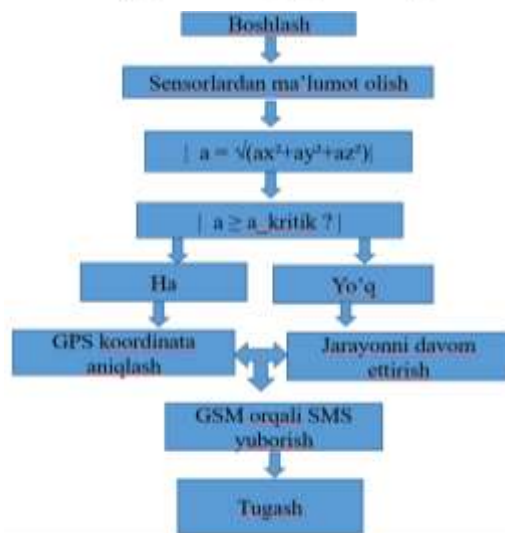
Bu yerda:

$$A_{kritik} \approx 3.5g.$$

GPS modulidan hodisa joylashuvi koordinatalari olinadi va GSM/GPRS moduli orqali SMS xabar yuboriladi.

SMS yuborish sharti:

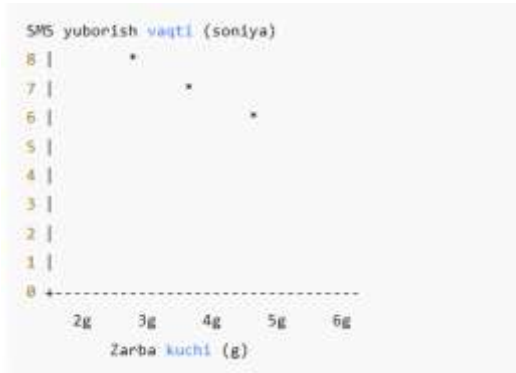
$$H(t) = \begin{cases} 0, & \text{hodisa aniqlanmagan (monitoring)} \\ 1, & \text{hodisa aniqlangan va SMS yuborildi} \end{cases}$$



1-rasm. Algoritm oqim sxemasi (blok-sxema)

3. Natija va muhokamalar

Tajriba sinovlari davomida qurilma quyidagi natijalarni ko'rsatdi:



2-rasm. Izoh: grafikdan ko'rinib turibdiki, zarba kuchi ortgan sari SMS yuborish vaqti qisqaradi

1-jadval

Zarba kuchi va SMS yuborish vaqti bog'liqligi

Test №	Tezlik (km/soat)	Zarba kuchi (g)	Aniqlanish holati	SMS yuborish vaqti (soniya)
1	30	2.8	Yo'q	SMS yuborilmadi
2	50	3.7	Ha	7
3	80	5.2	Ha	6



Natijalar shuni ko'rsatdiki, hodisa chegaraviy qiymatdan oshganda (≥ 3.7 g) qurilma SMS xabarni 6–7 soniya ichida yubora oladi. Bu vaqt tibbiy yordamga tezkor chaqiriq yuborish uchun yetarli hisoblanadi[12].

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, qurilma YTH sodir bo'lgan vaqtni yuqori aniqlik bilan qayd etadi va SMS yuborish tezligi ham qoniqarli. Shu bilan birga:

- Kuchli jihatlar: tezkor aniqlash, avtomatlashtirilgan xabar uzatish, GSM tarmoqlarida ishlash.

- Zaif jihatlar: tarmoq uzilishi vaqtida SMS yuborilmasligi, noto'g'ri signal ehtimoli.

Takomillashtirish yo'llari: IoT serverlaridan foydalanish, V2V (vehicle-to-vehicle) aloqasi orqali mahalliy xabar uzatish, sun'iy intellekt asosida yanada aniq aniqlash algoritmlarini qo'shish.

4. Xulosa

Ushbu tadqiqotda YTH sodir bo'lganda avtomatik tarzda xabar yuboruvchi qurilmaning matematik algoritmi va blok-sxemasini taklif qilindi. Simulyatsiya natijalari qurilmaning samarali ishlashini ko'rsatdi. Kelajakda tizimni kengaytirish va bulutli platformalar bilan integratsiya qilish imkoniyatlari mavjud.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Gu, Y., Jiang, L., Liu, H., Zhang, X., Wei, S. (2025). Advancing Road Traffic Safety Through Stochastic Modeling. Journal of Advanced Transportation, Wiley.

[2] Valiev M.K. Transport vositalarining passiv xavfsizlik tizimlarini modellashtirish texnologiyalari. Toshkent: O'zbekiston Milliy Universiteti, 2024.

[3] Valiyev.M.K vehicle accident alert system built using arduino, an adxl335 accelerometer,gps, and a gsm module 2023 <http://jurnal.jizpi.uz/index.php/JOURNAL/article/view/135>

[4] Ullah, S. et al. (2021). EEMDS: An Effective Emergency Message Dissemination Scheme for Urban VANETs. Sensors, MDPI.

[5] Zhu, W. et al. (2017). Reliable emergency message dissemination protocol for urban Internet of Vehicles. IET Research.

[6] UNECE / UNICEF. Road Safety Performance Review: Uzbekistan (RSPR). Geneva, 2024.

[7] Li, J., et al. Real-time vehicle crash detection using accelerometer and GPS data. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2022.

[8] M. K. U. Valiev, "Active and Passive Car Safety Systems," Oriental Renaissance: Innovative, Educational, Natural and Social Sciences 3 (2023): 500–507

[9] VM Komiljon o'g'li, BL Yuldoshalyevich - avtomobilning passiv xavfsizligi darajasini oshirish 2024

[10] VM Komiljon o'g'li, BL Yuldoshalyevich avtotransport xavfsizligining mavjud turlarini tahlil qilish - 2024

[11] M. K. U. Valiev, B.A Sobirov Human factors, technical malfunctions, and technological approaches in road traffic accidents in Uzbekistan Journal of Applied Science and Social Science eISSN: 2229-3213 pISSN: 2229-3205

[12] Singh, A. & Kumar, R. IoT based accident detection and alert system. International Journal of Intelligent Transportation Systems, 2023.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Valiev
Muhammadali
Komiljon o'g'li
/ Muhammadali
Valiev

Andijon davlat texnika instituti
doktranti
valiyevalimuhammad1995@gmail.com
l.com
Tel.:+998932975566
<https://orcid.org/0009-0002-4877-3208>

Sobirov
Bekzodbek
Ahmadjonovich
/ Bekzodbek
Sobirov

Andijon davlat texnika instituti
Qurilish muhandisligi fakultet
dekani
bekzod.xush@gmail.com
Tel.:+9989979907666



Disinfection of grain from pests under the influence of ultra-high frequency radiation

D.M. Tuychieva¹^a, O.S. Obidov¹^b

¹Andijon davlat texnika instituti, Andijon, O'zbekiston

Abstract:

This research investigates the impact of microwave disinfestation on the baking properties of flour, exploring innovative methods to enhance the quality and safety of grain products. Conventional grain pest control strategies employed in storage facilities are often expensive, labor-intensive, and necessitate complete production shutdowns, resulting in significant economic losses and disruptions to supply chains. These methods also frequently involve the use of chemical pesticides, raising concerns about environmental impact and potential residues in the final product. Therefore, the development of effective, non-disruptive, and environmentally friendly alternatives is crucial. This study examines the potential of microwave radiation, along with other physical methods such as electric fields and pulsed light, as promising alternatives for grain disinfestation. The research will assess the efficacy of these methods in eliminating common grain pests while simultaneously evaluating their effects on the key quality parameters of the resulting flour, including its rheological properties, baking performance, and overall nutritional value. Ultimately, this work aims to contribute to the development of sustainable and efficient pest management practices within the grain industry, ensuring the production of safe and high-quality grain-based products.

Keywords:

microwave, pests, power, wheat, humidity, gluten

Дезинсекция зерна от вредителей под воздействием сверхвысокочастотного излучения

Туйчиева Д.М.¹^a, Обидов О.С.¹^b

¹Андижанский государственный технический институт, Андижан, Узбекистан

Аннотация:

Данное исследование посвящено изучению влияния микроволновой дезинсекции на хлебопекарные свойства муки, а также исследованию инновационных методов повышения качества и безопасности зернопродуктов. Традиционные стратегии борьбы с вредителями зерна, применяемые в условиях хранения, часто являются дорогостоящими, трудоёмкими и требуют полной остановки производственных процессов, что приводит к существенным экономическим потерям и сбоям в цепочках поставок. Кроме того, такие методы нередко предполагают использование химических пестицидов, что вызывает обеспокоенность возможным воздействием на окружающую среду и наличием остаточных веществ в конечной продукции. Поэтому разработка эффективных, непрерывных и экологически безопасных альтернатив является крайне важной. В настоящем исследовании рассматриваются возможности применения микроволнового излучения наряду с другими физическими методами, такими как электрические поля и импульсное световое излучение, в качестве перспективных альтернатив для дезинсекции зерна. В работе оценивается эффективность указанных методов в уничтожении распространённых вредителей зерна, а также их влияние на ключевые показатели качества получаемой муки, включая её реологические свойства, хлебопекарные характеристики и общую пищевую ценность. В конечном итоге данная работа направлена на вклад в разработку устойчивых и эффективных методов борьбы с вредителями в зерновой промышленности, обеспечивающих производство безопасной и высококачественной продукции на зерновой основе.

Ключевые слова:

микроволновой, вредители, мощность, пшеница, влажность, клейковина

1. Введение

Мировой спрос на качественное, безопасное и устойчиво производимое зерно постоянно растёт,

оказывая огромное давление на хранилища и перерабатывающие предприятия для внедрения передовых методов борьбы с вредителями. Обычные методы дезинсекции зерна, в основном опирающиеся на химическую фумигацию или ресурсоемкие методы

^a <https://orcid.org/0009-0005-4037-1337>

^b <https://orcid.org/0009-0002-6960-8738>



обработки, представляют собой множество трудностей. К ним относятся К недостаткам относятся сложности в применении, высокие эксплуатационные расходы, необходимость полной остановки производства, что приводит к значительным экономическим потерям, ухудшению состояния окружающей среды и нежелательному наличию химических остатков в конечном продукте. В этом развивающемся ландшафте применение микроволновых электромагнитных полей (ЭМП) выступает как преобразующее решение, предлагающее как высокоэффективную борьбу с вредителями, так и значительные эксплуатационные преимущества.

Обработка микроволновыми ЭВМ представляет собой инновационный сдвиг парадигмы в дезинсекции зерна. Его наиболее убедительное преимущество заключается в том, что оно позволяет проводить непрерывную дезинсекцию без прерывания производственной деятельности. Эта революционная способность напрямую приводит к значительным экономическим выгодам, включая снижение эксплуатационных расходов, устранение потерь доходов из-за простоев и значительное повышение общей эффективности обработки. Зерновые хозяйства могут поддерживать постоянный рабочий процесс, обеспечивая стабильное поступление обработанного зерна, готового к дальнейшей переработке или распределению. Основной принцип микроволновой технологии заключается в селективном нагревании насекомых-вредителей и их различных стадий развития (яйца, личинки, куколки) посредством взаимодействия микроволновой энергии с содержанием воды в их клетках. Это диэлектрическое нагревание эффективно превращает их в неплавкие, не причиняя вредного термического повреждения самому зерну, тем самым сохраняя его внутреннее качество.

2. Методика исследования

Помимо непосредственной экономической и операционной эффективности, этот подход предлагает глубоко устойчивую альтернативу химической борьбе с вредителями. Полностью исключая необходимость в вредных пестицидах, микроволновая обработка активно защищает здоровье окружающей среды, предотвращает загрязнение экосистем и способствует биоразнообразию. Важно отметить, что этот нехимический подход обеспечивает сохранение собственной пищевой ценности зерна, поскольку нет химических остатков, которые могли бы ухудшить его качество или чистоту. Это напрямую способствует продлению срока хранения хранящегося зерна, повышению его товарности и потребительской привлекательности, что идеально соответствует растущему предпочтению потребителей к "чистой этикетке" и устойчивым источникам пищевых продуктов.

Хотя перспектива микроволновой дезинсекции очевидна, ее полный потенциал может быть реализован только путем непрерывных и тщательных научных исследований и оптимизации. Эти исследования должны быть сосредоточены на точном определении оптимальных параметров микроволновой обработки, включая интенсивность питания, частоту,

продолжительность воздействия и критические характеристики зерна, такие как влажность, для различных видов зерна и распространенных видов вредителей. Понимание этих сложных взаимодействий крайне важно для максимальной эффективности дезинсекции, одновременно минимизируя энергозатраты и обеспечивая полное сохранение качества зерна и его технологической пригодности для производства муки. Такие усилия по оптимизации позволят разработать надежные и адаптивные протоколы для бесперебойной интеграции микроволновых установок в существующие производственные линии, что позволит эффективно бороться с вредителями в режиме реального времени. Дальнейшие исследования по передовым системам мониторинга, обеспечивающим немедленную обратную связь об эффективности обработки и целостности зерна, также важны для обеспечения стабильной производительности.

В условиях растущей конкуренции на мировом рынке внедрение инновационных, устойчивых методов дезинсекции, таких как микроволновая обработка, может обеспечить зернопроизводителям и переработчикам значительное конкурентное преимущество. Этот стратегический сдвиг в сторону современной, экологически ответственной борьбы с вредителями идеально соответствует более широкому глобальному контексту.

Фокусируется на безопасности пищевых продуктов, устойчивости и спросе на здоровые продукты питания. Эффективно защищая ценные пищевые ресурсы от порчи и загрязнения, микроволновая технология играет ключевую роль в укреплении цепочки поставок продовольствия, формировании более здорового населения и повышении общей производительности сельского хозяйства и экономической устойчивости. В конечном счете, продолжение инвестиций в научный прогресс и практическое применение микроволновой технологии на зерновых объектах - это не просто операционное обновление, а важный шаг к обеспечению более безопасного и устойчивого будущего для мирового производства продуктов питания.

Защита поставок зерна необходима для продовольственной безопасности и стабильной аграрной экономики. Вредители-насекомые представляют постоянную угрозу, вызывая значительные потери как в количестве, так и в качестве хранящегося зерна, несмотря на различные методы консервирования.

Особенно разрушительными вредителями являются амбарные и рисовые долгоносики, которые процветают в теплом климате и основных условиях хранения наряду с другими видами, такими как мелкие мучнистые черви. Их быстрое воспроизводство создает серьезную угрозу для поставок зерна из-за ряда факторов:

Эти насекомые потребляют значительное количество хранящегося зерна, что приводит к значительным потерям.

Загрязнение зерна остатками насекомых, экзоскелетами и экскрементами снижает его качество и делает непригодным для потребления или переработки. Это загрязнение также способствует самонагреванию хранящегося зерна, что приводит к порче и пожару. Кроме того, поврежденное и загрязненное зерно имеет нарушенные перерабатывающие свойства, что влияет на



его использование в таких областях, как дробление или пивоварение.

Традиционные методы дезинсекции зерна часто основаны на химических веществах с негативными экологическими последствиями. Поэтому исследователи изучают экологически чистые альтернативы, включая физические методы, такие как микроволновая обработка. Традиционные методы дезинсекции зерна часто основаны на химических веществах с негативными экологическими последствиями. Поэтому исследователи изучают экологически чистые альтернативы, включая физические методы, такие как микроволновая обработка.

Микроволновая обработка предлагает несколько потенциальных преимуществ:

- Экологически чистый: Устраняет необходимость в вредных химических веществах, минимизируя воздействие на окружающую среду.
- Непрерывная работа: позволяет проводить непрерывное лечение, избегая дорогостоящих и разрушительных остановок производства.
- Минимальное сокращение объема: Эффективно борется с вредителями, не значительно уменьшая количество зерна.

Для максимальной эффективности микроволновой обработки исследователи сосредоточены на определении оптимальных параметров применения. Исследования показывают, как разные уровни мощности микроволновой энергии и время воздействия влияют на смертность насекомых, качество зерна и потенциал прорастания семян.

Эти результаты исследований имеют решающее значение для разработки эффективных, экологически чистых методов защиты зерна, обеспечивающих безопасное и устойчивое сохранение жизненно важных продовольственных ресурсов.

3. Результаты и обсуждение

Эффективное управление вредителями в зерновых запасах - большая проблема. Ультравысокочастотная (УВЧ) дезинфекция электромагнитного поля (ЭМП) предлагает перспективное решение, успех которого во многом зависит от выбора правильных параметров обработки, в частности, оптимальной продолжительности воздействия УВЧ ЭМП при различных уровнях мощности.

Данное исследование направлено на определение оптимальных параметров УВЧ ЭДС для эффективной дезинфекции зерна, уделяя приоритетное внимание эффективности борьбы с вредителями при минимизации вреда для качества зерна. Исследователи стремятся определить условия обработки, которые максимально устраняют вредителей и сохраняют целостность зерна. Данное исследование направлено на определение оптимальных параметров УВЧ ЭДС для эффективной дезинфекции зерна, уделяя приоритетное внимание эффективности борьбы с вредителями при минимизации вреда для качества зерна. Исследователи стремятся определить условия обработки, которые максимально устраняют вредителей и сохраняют целостность зерна.

Ожидается, что данное исследование предоставит практические рекомендации по оптимизации

микроволновой дезинфекции, снижению потерь зерна и повышению качества и безопасности зерна. Ожидается, что данное исследование предоставит практические рекомендации по оптимизации микроволновой дезинфекции, снижению потерь зерна и повышению качества и безопасности зерна.

В данном исследовании оценивается влияние микроволновой дезинфекции на физико-химические и хлебопекарные характеристики зерна пшеницы. Результаты показывают, что микроволновая обработка зерна существенно не ухудшает его качества. В таблице 1 показано сравнение качества контрольных и обработанных образцов зерна, иллюстрирующее эффекты процесса дезинфекции. Данное исследование вносит ценный вклад в развитие эффективных и устойчивых методов микроволновой дезинсекции зерна при хранении и переработке, обеспечении продовольственной безопасности и жизнеспособности промышленности. Дезинфекция УВЧ-ЭМФ соответствует современным тенденциям безопасности и устойчивости пищевых продуктов, способствуя инновационной, экологически чистой борьбе с вредителями. Эта работа может революционизировать борьбу с вредителями в зерновом секторе, что приведет к более здоровому и безопасному обеспечению продовольствием и защите сельскохозяйственных ресурсов. В данном исследовании оценивается влияние микроволновой дезинфекции на физико-химические и хлебопекарные характеристики зерна пшеницы. Результаты показывают, что микроволновая обработка зерна существенно не ухудшает его качества. В таблице 1 показано сравнение качества контрольных и обработанных образцов зерна, иллюстрирующее эффекты процесса дезинфекции. Данное исследование вносит ценный вклад в развитие эффективных и устойчивых методов микроволновой дезинсекции зерна при хранении и переработке, обеспечении продовольственной безопасности и жизнеспособности промышленности. Дезинфекция УВЧ-ЭМФ соответствует современным тенденциям безопасности и устойчивости пищевых продуктов, способствуя инновационной, экологически чистой борьбе с вредителями. Эта работа может революционизировать борьбу с вредителями в зерновом секторе, что приведет к более здоровому и безопасному обеспечению продовольствием и защите сельскохозяйственных ресурсов.

Из таблицы 1 видно, что мука и хлеб, приготовленные из пшеницы, дезинфицированной ЭМП микроволновым излучением, соответствуют установленным нормативным нормам. Лабораторные эксперименты, проведенные в Андижанском филиале Государственного унитарного предприятия "Агроинспекция" в 2021 году, были сосредоточены на сорте озимой мягкой пшеницы Асп, который был одобрен к возделыванию в регионе. Лабораторные эксперименты, проведенные в Андижанском филиале Государственного унитарного предприятия "Агроинспекция" в 2021 году, были сосредоточены на сорте озимой мягкой пшеницы Асп, который был одобрен к возделыванию в регионе[5].



Таблица 1
Физико-химические параметры муки и хлеба
(полученный из дезинфицированного зерна
пшеницы с использованием ЭМП микроволнового
излучения при мощности -180 Вт/м²)

№	Наименование объекта	Мука из пшеничного зерна мельничной партии	Мука пшеничного зерна после ЭМП микроволнового излучения
Мука, полученная из дезинфицированного зерна пшеницы с использованием СВЧ микроволнового излучения при мощности -180 Вт/м²			
1	Влажность, %	11	10,5
2	Содержание клейковины, %	28,5	27
3	Индикатор, ед. СВЧ	85	84,5
Хлеб, выпеченный из дезинфицированного зерна пшеницы с использованием СВЧ микроволнового излучения при мощности -180 Вт/м²			
1	Кислотность, град.	3	3
2	Пористость, %	69	67,7
3	Влажность, %	45	44

Помимо воздействия на насекомых-вредителей, ученые также исследовали, как микроволновое излучение СВЧ влияет на всхожесть семян пшеницы. Определение жизнеспособности семян для посева, особенно при кратковременном хранении и послеуборочном созревании, было основным направлением.

В таблице 2 представлены систематические результаты исследований всхожести семян, анализирующие, как СВЧ-излучение влияет на процент всхожести, скорость прорастания и общее состояние всходов. Результаты показали, что специфические параметры СВЧ микроволновой энергии могут стимулировать прорастание семян и повышать качество всходов. Эти результаты демонстрируют практическое применение микроволнового СВЧ -излучения в сельском хозяйстве. Тщательно выбирая параметры обработки, можно защитить зерно от вредителей и улучшить жизнеспособность семян для будущих культур.

В таблице 2 представлены систематические результаты исследований всхожести семян, анализирующие, как СВЧ-излучение влияет на процент всхожести, скорость прорастания и общее состояние всходов. Результаты показали, что специфические параметры СВЧ микроволновой энергии могут стимулировать прорастание семян и повышать качество всходов. Эти результаты демонстрируют практическое применение микроволнового ЭДС-излучения в сельском хозяйстве. Тщательно выбирая параметры обработки, можно защитить зерно от вредителей и улучшить жизнеспособность семян для будущих культур.

Анализ таблицы 2 показывает, что при уровне

мощности 180 Вт/м² и продолжительности 120 секунд как энергия роста, так и скорость прорастания продукта варьируются от 92% до 95%. Экспериментальные данные подтверждают вывод о том, что эти условия не оказывают отрицательного влияния на биохимический состав зерна [6,7,8]. Экспериментальные образцы также показали, что всхожесть семян соответствует установленным нормативно-техническим требованиям. В процессах дезинфекции с использованием мощности 180 Вт/м² в течение 120 и 160 секунд, как энергия роста, так и всхожесть семян находились в пределах нормативных норм.

Основными физико-химическими показателями качества хлебобулочных изделий в соответствии с требованиями стандартов являются: влажность; кислотность; пористость крошки. Хлебная крошка, полученная из зерна, дезинфицированного ультравысокочастотными электромагнитными волнами против вредителей зерна, была изучена на ее хлебопекарные свойства. В качестве объекта исследования были выбраны пан и очаговый хлеб. Из муки 1-го сорта, полученной из зерна, дезинфицированного микроволновым полем. Использовано зерно, обработанное при мощности микроволнового поля 180 Вт/м², продолжительность времени 100, 120, 140, 160 с. Определены хлебопекарные показатели качества готовой продукции общепринятыми методами. В таблице 2 приведены значения пористости крошки хлеба в зависимости от режимов обработки.

Таблица 2
Поровые показатели хлеба (полученная мука из
дезинфицированного зерна пшеницы с
использованием микроволнового излучения СВЧ
мощностью 180 Вт/м²)

№	Образцы	Время воздействия, с		
		120	140	160
1	Образец -1	73,2 %	72,6 %	71,2 %
2	Образец -2	72,8 %	71,9 %	71,0 %
3	Образец -3	71,4 %	71,4 %	69,8 %
4	Контроль	68,0 %	68,0 %	68,0 %
5	Средний	72,5 %	71,97 %	70,67 %

2-таблица показывает, что качественные показатели пористости крошки хлеба из детоксифицированного зерна при обработке СВЧ в режиме продолжительностью от 120 до 160 с, при мощности 180 Вт/м², пористость хлеба незначительно снизилась на 71,2-73%. Из-за уменьшения пористости уменьшается объем хлебобулочных изделий. А пористость, в свою очередь, зависит от газодерживающей способности белково-протеолитического комплекса, но объем хлеба не был меньше контрольного образца. Пористость разработана, и в ходе технологического процесса не было обнаружено увеличения продолжительности технологического процесса по сравнению с контрольным образцом для этих вариантов.

На протяжении всего исследования полученные данные соответствовали нормативным стандартам качества для семян озимой пшеницы после дезинфекции микроволновыми электромагнитными полями (ЭМП)



[9,10]. Следовательно, применение мощности 180 Вт/м² в течение 160 секунд считается оптимальным, так как достигается всхожесть 95% при сохранении жизнеспособности дезинфицированных семян пшеницы, обработанных микроволновым СВЧ [11,12]. Наиболее эффективные сроки воздействия для

микроволновой дезинфекции составляют от 120 до 280 секунд при мощности 180 Вт/м². Результаты исследования показывают, что обработка микроволновой как СВЧ-излучение улучшает удаление хранящихся вредителей из зерновых масс.

Таблица 3

Влияние ЭМП микроволнового излучения зерна пшеницы на посевные качества семян

№	Наименование показателей	Значение показателей		
		Согласно нормативным документам	Фактически	Нормативные документы о методах испытаний
1	2	3	4	5
Значение мощности СВЧ микроволнового излучения Вт-180 Вт/м ² , время обработки т-120 с				
1	Энергия роста, %	95	95	GOST 12038-84 "Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести."
2	Всхожесть зерна, %	92	95	GOST 12038-84 "Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести."
Значение мощности СВЧ микроволнового излучения Вт-180 Вт/м ² , время обработки т-160 с				
3	Энергия роста, %	95	93	GOST 12038-84 "Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести."
4	Всхожесть зерна, %	92	95	GOST 12038-84 "Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести."
Контроль				
5	Энергия роста, %	95	95	GOST 12038-84 "Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести."
6	Всхожесть зерна, %	92	92	GOST 12038-84 "Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести."

Анализ влияния СВЧ ЭДС на влажность, содержание клейковины и температуру зерна показывает, что электромагнитные поля мощностью 180 Вт и временем воздействия 120-160 секунд соответствуют нормативным нормам по физико-химическим свойствам зерна. Органолептические оценки показывают, что в оптимальных условиях (180 Вт/м² в течение 120-160 секунд) цвет, запах и вкус зерна остаются неизменными после микроволновой обработки.

Таблица 4

Показатели кислотности хлеба (полученная мука из дезинфицированного зерна пшеницы с использованием ЭДС микроволнового излучения мощностью 180 Вт/м²)

№	Образцы	Время воздействия, с		
		120	140	160
1	Образец-1	1,8 ⁰	1,6 ⁰	1,5 ⁰
2	Образец -2	1,5 ⁰	1,3 ⁰	1,4 ⁰
3	Образец -3	1,3 ⁰	1,2 ⁰	1,2 ⁰
4	Контроль	3,0 ⁰	3,0 ⁰	3,0 ⁰
5	Образцы	1,5 ⁰	1,4 ⁰	1,4 ⁰

Данные таблицы 5 показывают, что в контрольном периоде от 120-160 с титруемая кислотность снижается на 1,23 градуса при 180 Вт/м². Кислотность снижается до максимального стандартного уровня, который изменяется при воздействии продукта на микроволновое поле, пропорционально снижаясь со временем. В хлебопекарной муке показатель наличия кислот также определяет ее свойства. Процесс брожения подвержен влиянию органических кислот и определяет органолептические качества готовой продукции. Для муки первого сорта стандартный уровень кислотности не превышает 3,0 градуса.

Установлено, что в экспериментальных образцах органолептические показатели: цвет, запах, вкус соответствуют требованиям нормативных и технических документов. В дезинфицированной муке при мощности 180 Вт/м² в течение 100 с, 120 с, 140 с, 160 с пористость, влажность, кислотность соответствовали требованиям нормативных документов.

Таким образом, целесообразность диапазона подаваемой мощности при 180 Вт/м² в течение 160



секунд (поскольку в этом диапазоне 100% дезинфекция) оптимальна для предотвращения вредителей зерновых запасов, но этот диапазон не влияет на хлебопекарные свойства муки, получаемой путем дезинфекции микроволновым ЭДС [137; стр. 66-69].

Данные о выпечке подтвердили эффективность использования СВЧ-ЭМП для дезинфекции. Это позволит снизить стоимость дезинсекции зерна при мукомольном производстве. Использование микроволновой ЭДС для дезинфекции зерновой массы исключит необходимость в дорогостоящих иностранных химикатах и экономически целесообразно, учитывая относительно высокую стоимость этого метода. Обработка загрязненного зерна СВЧ-ЭМП не оказывает отрицательного влияния на качество и хлебопекарные свойства хлебобулочных изделий. Анализ экспериментальных исследований выявил оптимальные параметры обработки загрязненного зерна СВЧ-излучением. Таким образом, целесообразно предварительно подвергать хранение сырой пшеницы микроволновым электромагнитным полям для нейтрализации ее от комплекса зернохранилищных вредителей. Исследования, проведенные в этом направлении, могут служить теоретической основой для создания и внедрения микроволновых установок, способных дезинфицировать зерно от большого разнообразия зернохранилищных вредителей как при хранении, так и при погрузке его на транспортные средства. Преимущество такой технологии - ее экологичность, безопасность и экономичность.

4. Заключение

Применение микроволновых электромагнитных полей (ЭМП) для дезинфекции зерна дает новые возможности для производства муки с улучшенными технологическими свойствами. Исследования показали, что микроволновое воздействие может изменить белково-глютеновый комплекс зерна, тем самым влияя на качество глютена.

Эксперименты показали, что при определенных условиях микроволновой обработки мука проявляет повышенную водопоглощающую способность. Это, в свою очередь, изменяет свойства теста и хлеба, делая их более пористыми.

Важно отметить, что на исход непосредственно влияют параметры микроволновой обработки. При более низких интенсивностях излучения (100 Вт/м²) дезинфицирующий эффект может отсутствовать, но хлебопекарные свойства муки остаются неизменными.

В заключение, микроволновая обработка зерна - это универсальный инструмент, который одновременно решает несколько задач:

- Дезинфекция: Эффективно уничтожает насекомых-вредителей без химикатов.
- Повышение качества муки: Улучшает водопоглощающую способность и увеличивает пористость хлеба.
- Особые свойства муки: позволяет производить муку с индивидуальными хлебопекарными характеристиками для различных видов хлебобулочных изделий.

Проводимые исследования направлены на определение оптимальных условий микроволновой обработки зерна для максимальной эффективности и

обеспечения производства высококачественной муки с улучшенными свойствами.

Использованная литература / References

- [1] Сколько зерновых культур выращивается в стране? [Электронный ресурс]. <http://www.stat.uz> (дата обращения 06.11.2020).
- [2] Вредители хлебных запасов. [Электронный ресурс] info@fumigation1.ru (дата обращения 16.09.2020).
- [3] Андижанская область. [Электронный ресурс] <http://invest.gov.uz/oz/regional-map/andijan/> (дата обращения 12.05.2020).
- [4] Андижанская область. [Электронный ресурс]. <https://www.agro.uz/ru/svodnaya-spravka-po-andijanskoy-oblasti/> (дата обращения 26.02.2020).
- [5] Рахимджанов М.А., Туйчиева Д.М. Исследование влияния микроволновой мощности на вредителей зернохранилищ и влияние оптимального значения мощности на уничтожение вредителей / X международная научно-практическая конференция. Интернет-конференция. "Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации". ПереяславХмельницкий, 2016. - С.586-587.
- [6] Sirohi, R., & Pandey, J. P. (2019). Dilute acid hydrolysis of spoiled wheat grains: Analysis of chemical, rheological and spectral characteristics. // *Bioresource Technology*, 283, 53–58.
- [7] Туйчиева Д.М., Николаенков Т.С. Использование физических методов для сохранения зерновой массы / Сборник материалов XX Научнопрактической конференции. Ташкент, 2011. -С. 121.
- [8] Трисвятский Л.А., Лесник Б.В., Курдин В.Н. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. [Хранение и технология сельскохозяйственной продукции]. М.: Агропромиздат, 1991. - 414 с.
- [9] Taheri, S., Brodie, G., & Gupta, D. (2020b). Microwave fluidised bed drying of red lentil seeds: Алматы технологиялык университетинин хабаршысы. 2023. №2. 192 Drying kinetics and reduction of botrytis grey mold pathogen. *Food and Bioproducts Processing*, 119, 390–401.
- [10] Taheri, S., Brodie, G. I., Gupta, D., & Dadu, R. H. R. (2019). Effect of microwave radiation on internal inoculum of ascochyta blight in lentil seeds at different seed moisture contents. *Transactions of the ASABE*, 62(1), 33–43.
- [11] Feng, H., & Tang, J. (1998). Microwave finish drying of diced apples in a spouted bed // *Journal of Food Science*, 63(4), 679–683. 11. Hassan, A. B., Pawelzik, E., & von Hoersten, D. (2021). Effect of microwave heating on the physiochemical characteristics, colour and pasting properties of corn (*Zea mays* L.) grain // *LWT-Food Science and Technology*, 138, 110703
- [12] Bucella, B., Tak'acs, 'A., Vizer, V., Schwendener, U., & T'om'osk'ozi, S. (2016). Comparison of the effects of different heat treatment processes on rheological properties of cake and bread wheat flours. *Food Chemistry*, 190, 990–996.



**Информация об авторах/
Information about the authors**

Туйчиева Андиганский государственный
Дилрабо технический институт, доцент
Мамиржонова кафедры «Технологические
/ Dilrabo машины и оборудование»,
Tuychieva кандидат технических наук, (PhD)
E-mail:
dilrabortuychieva8087@gmail.com
Tel.: +998979818709

<https://orcid.org/0009-0005-4037-1337>

Обидов Ойбек Андиганский государственный
Собитджон технический институт, старший
угли / Oybek преподаватель кафедры
Obidov «Технологические машины и
оборудование», (PhD)
E-mail: oybekobidov06@gmail.com
Tel.: +998999005758
<https://orcid.org/0009-0002-6960-8738>



Wear resistance of the active working components of a rotary-cultivator and its impact on agrotechnical performance indicators

D.M. Tuychiyeva¹^a, O.S. Obidov¹^b

¹Andijan State Technical Institute, Andijan, Uzbekistan

Abstract:

This article provides a comprehensive analysis of the significance of rotary cultivators in agricultural production and the problems associated with the wear of their working parts. It is highlighted that the wear of rotary blades significantly reduces soil cultivation quality, diminishes the effectiveness of weed control, and negatively affects overall production efficiency. The study scientifically demonstrates that the physical-mechanical properties of the soil — including density, hardness, moisture content, and the amount of abrasive particles — directly influence the service life of the cultivator's working parts. Furthermore, the effectiveness of using high-carbon steels, various heat treatment methods, and wear-resistant coatings to increase the lifespan of working components is discussed. By comparing domestic and foreign experiences, the research shows that the degree of wear depends on the type of construction material and the level of thermal processing of the blades. The author proposes promising technological solutions aimed at extending the service life of rotary cultivator working parts, including the introduction of innovative technologies, rational use of local raw materials, and comprehensive field testing. These findings provide a scientific basis for improving the efficiency of agricultural machinery, enhancing soil cultivation quality, and optimizing production resources.

Keywords:

milling cultivator, working body, milling knives, wear, resource, hardness, soil properties, efficiency

Frezali-kultivatorning faol ishchi qismlarining o'tmaslasish darajasi va uni agroteknik ish ko'rsatkichlariga ta'siri

Tuychiyeva D.M.¹^a, Obidov O.S.¹^b

¹Andijon davlat texnika instituti, Andijon, O'zbekiston

Annotatsiya:

Mazkur maqolada qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida frezali-kultivatorlarning ahamiyati va ularning ishchi organlarining yeyilish muammolari batafsil tahlil qilingan. Freza pichoqlarining yeyilishi tuproqqa ishlov berish sifatini sezilarli darajada pasaytirishi, begona o'tlarni samarali yo'q qilmasligi va shu bilan birga ishlab chiqarish samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi ta'kidlangan. Tadqiqotlarda tuproqning fizik-mexanik xossalari - zichlik, qattqlik, namlik va abraziv zarrachalar miqdori - freza ishchi qismlarining xizmat muddatiga bevosita ta'sir qilishi ilmiy asos bilan ko'rsatib o'tilgan. Shuningdek, ishchi organlarning xizmat muddatini oshirish maqsadida yuqori uglerodli po'latlardan foydalanish, turli termik ishlov berish usullarini qo'llash hamda yeyilishga chidamli qoplamalarni tatbiq etishning samaradorligi keltirilgan. Maqolada mahalliy va xorijiy tajribalarni solishtirish orqali freza pichoqlarining konstruktiv material turi va termik ishlov berish darajasining yeyilish darajasiga ta'siri tahlil qilingan. Muallif tomonidan frezali kultivator ishchi organlarining resursini oshirishga qaratilgan istiqbolli texnologik yechimlar, jumladan innovatsion texnologiyalarni joriy etish, mahalliy xomashyolardan oqilona foydalanish va dala sharoitida keng qamrovli sinovlarni davom ettirish bo'yicha tavsiyalar berilgan. Ushbu natijalar qishloq xo'jaligi mashinalarining samaradorligini oshirish, ishlov berish sifatini yaxshilash va ishlab chiqarish resurslarini optimallashtirishga ilmiy asos yaratadi.

Kalit so'zlar:

frezali kultivator, ishchi organ, freza pichoqlari, yeyilish, resurs, qattqlik, tuproq xossalari, samaradorlik

1. Kirish

Bugungi kunda qishloq xo'jaligini texnik ta'minotini rivojlantirish mamlakatimizda olib borilayotgan siyosatning asosiy ustuvor yo'nalishlaridan biridir. Bunda qishloq xo'jalik faoliyatini olib borish obyekti paxta, va ko'plab poliz ekinlarini qator oralariga ishlov berish hisoblanadi va

unga ishlov beradigan mashinalarga, jumladan frezali kultivatorlarga alohida e'tibor qaratilmoqda. Shuning uchun qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida frezali kultivatorlar kabi qator oralariga ishlov beradigan mashinalariga bo'lgan talab yuqori bo'lib qolmoqda.

Respublikada ishlab chiqarilayotgan qishloq xo'jaligi va melioratsiya texnikalarining raqobatbardoshligini oshirish,

^a <https://orcid.org/0009-0005-4037-1337>

^b <https://orcid.org/0009-0002-6960-8738>



mahsulot ishlab chiqaruvchilarni zamonaviy, sifatli qishloq xo'jaligi texnikalari bilan ta'minlash borasida izchil chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Shu bilan birga, xorijiy davlatlardan kirib kelayotgan ayrim qishloq xo'jaligi va melioratsiya texnikalarining respublikaning tuproq-iqlim sharoitlariga mos kelmasligi qishloq xo'jaligi ekinlarini yetishtirishda belgilangan agrotexnik tadbirlarni amalga oshirish vaqtida qator muammolarni keltirib chiqarmoqda.

Xususan, O'zbekiston bozorlarida LEMKEN, Kverneland Group, John Deere, Orthman, DO'NDER kabi kompaniyalarning qishloq xo'jaligi mashinalarini ko'rish mumkin. Ushbu qishloq xo'jaligi mashinalarini ishchi organlarining yeyilishga bardoshliligi va mustahkamligining yuqoriligi, xususan plug lemexlarining ish resursi 30 ha dan 250 ha gacha yetishi bilan boshqalardan ajralib turadi [1; 190-b]. Respublikamiz hududda ommaviy qo'llaniladigan pluglarning sinov natijalari II -702 turidagi lemexlarning inkorgacha ish hajmi tuproqning turi va fizik xossalariga qarab 5 dan 20 gektargacha, ag'dargich qanotiniki – 40 dan 270 gektargacha, ag'dargich ko'kruginiki – 10 dan 100 gektargacha, dala taxtasiniki – 20 dan 60 gektargacha ekanligini ko'rsatdi [2; 84-b]. Boshqa qishloq xo'jalik mashinalari ishchi organlarini sinash, kultivator yumshatuvchi panjalarini – 7-18 gektarga, diskli boronalar va lushilniklar – 8-20 gektarga, freza pichoqlarini 4-5 gektarga tengligini ko'rsatdi [3; 61-b.].

Boshqa qishloq xo'jalik mashinalari ishchi organlarini sinash, kultivator yumshatuvchi panjalarini – 7-18 gektarga, diskli boronalar va lushilniklar – 8-20 gektarga, freza pichoqlarini 4-5 gektarga tengligini ko'rsatdi [3; 61-b.]. Tahlillar, tuproqqa ishlov berishning ilmiy asoslangan tizimini qo'llash tuproq unumdorligidan yuqori samaradorlik bilan va oqilona foydalanishni ta'minlashini ko'rsatdi. Ammo, ishqalanish natijasida ishchi organlarining tez yeyilib ishga yaroqsiz holga kelishi agregatning nafaqat tortishga qarshiligini orttiradi, balki uning belgilangan chuqurlikka botishini qiyinlashadi, natijada ishlov berish chuqurligining notekisligi 68 % gacha, yonilg'i sarfi 130 % gacha ortadi, agregatning ish unumi 60 % gacha pastlaydi. Bu bilan esa sifatli ishlov berilgan maydonlardagi ekinlarning hosildorligi 40 % gacha pastlaydi, mashinadan foydalanish samaradorligi kamayadi, yeyilib yaroqsiz holga kelgan ishchi organlarini yangisiga almashtirish uchun ehtiyot qismlar sarfi ortadi [16; 523-b].

Mamlakatimizda qishloq xo'jaligi mashinalarining ishchi organlarini ishlab chiqaruvchi bir nechta korxonalar faoliyat yuritadi. Biroq ushbu korxonalarda qo'llanilayotgan ishlab chiqarish texnologiyalarining aksariyati 40–50 yil avval yaratilgan bo'lib, o'sha davrda tuproqqa ishlov berish tezligi 1,4 m/s atrofida bo'lgan. Hozirgi kunga kelib esa bu ko'rsatkich 2,2–2,7 m/s gacha oshgan. [17; 160-163-b.]. Shuningdek, so'nggi yillarda hosil yig'ish mashinalari massasining ortishi tuproqning kuchli zichlashuviga sabab bo'ldi. Buning oqibatida haydov agregatlarining ishchi organlariga tushadigan yuklama oxirgi o'n yil davomida qariyb ikki baravar oshdi. Biroq, bu davr mobaynida respublikamizda qo'llanilayotgan ishchi organlar konstruksiyasi va ularida foydalaniladigan materiallar deyarli yangilanmadi. Oqibatda esa birgina Andijon viloyatining o'zida bir mavsumda o'rtacha 80000 ha yer maydoni shudgorlanishini hisobga olsak o'rtacha 4000 dona lemex yoki 20 tonnagacha metal prokati sarflanishiga, bu ko'rsatkich respublika bo'yicha yiliga 250000 donadan ortiq lemex yoki 1000 tonnadan ortiq metall prokati sarflanishiga olib kelmoqda [18; 161–163-b., 19; 12-b.].

2. Tadqiqot metodologiyasi

So'nggi yillarda qishloq xo'jalik mashinalarining ishchi organlarini tayyorlashda HARDOX 450, 30XΓCA, 65Γ kabi yuqori mustahkamlikka ega po'lat turlaridan keng qo'llanmoqda. Bunday qotishmalar yuqori abraziv qarshilikka ega ekanligi, ularning dala sharoitida xizmat muddatini 25–35 % ga uzaytiradi [4]. Ishchi organlar ishlab chiqariladigan metallarga termik yoki kimyoviy-termik ishlov berish — masalan, borlash, titanlash, azotlash kabi usullarni qo'llash orqali ularning yuzasida yuqori qattiqlikka ega qoplama qatlam hosil qilinadi. Natijada ishchi sirtning qattiqligi 2–3 baravar oshib, yeyilishga qarshilik sezilarli darajada yaxshilanadi [5]. Masalan, AQSH tadqiqotchilari tomonidan olib borilgan tajribalarda borlash ishlovi berilgan plug lemexlarining dala sharoitida xizmat muddati oddiy lemexlarga nisbatan 1,5 baravar yuqori bo'lgani aniqlangan [6]. Ishchi organlarning xizmat resursini oshirishning yana bir samarali yo'nalishi ularning ishchi yuzalariga yuqori yeyilishga chidamli qoplamalar qo'llashdir. Plazmali, elektr yoyli yoki gaz alangasi yordamida changlatib qoplama hosil qilish texnologiyalari qishloq xo'jaligi mashinalari ishchi organlari uchun eng samarali usullar qatoriga kiradi. Bunday qoplama bilan mustahkamlangan ishchi organlarning ekspluatatsiya muddati 40–60 % gacha ortishi mumkin [7].

3. Natija va muhokamalar

Qatorlararo frezalash kultivatori — ekin qatorlari orasiga 5–15 sm chuqurlikkacha (modeliga qarab) ishlov berish hamda begona o'tlarni yo'qotish uchun mo'ljallangan maxsus qishloq xo'jaligi agregatidir. Ushbu mashina ekinlar orasidagi bo'shliq hududida samarali tuproq ishlovi o'tkazish va madaniy o'simliklarga zarar yetkazmasdan begona o'tlarni bostirish imkonini beradi. Qatorlararo tuproq frezalari har bir qator oralig'iga mos ravishda bittadan yoki bir nechta frezalash modullaridan tashkil topgan bo'ladi. Traktorning quvvat olish vali orqali harakatga keltiriladigan pichoqlar tuproqni maydalab, aralashtirib va ishlov beriladigan profil bo'ylab tarqatib, begona o'tlarni maydalangan holda orqaga chiqaradi. Begona o'tlarni yo'q qilish jarayonida qatorlararo freza kesgichlari ularning ildiz qismlarini aniq kesib tashlab, vegetativ ko'payishining oldini oladi. Ushbu jarayon davomida frezali kultivatorlarning ishchi organlari quyidagi rasmda ko'rsatilgandek tez yeyilishga uchraydi.

Frezali kultivatorlar ishchi organlarining yeyilish jadalligiga ya'ni uning shakli, o'lchamlarining o'zgarishiga asosiy sabab tuproqning tarkibi, namligi, zichligi, qattiqligi, abraziv zarralarning miqdori, tuproqning ishchi organga solishtirma qarshiligi, ishqalanish xususiyatlari sezilarli

darajada ta'sir ko'rsatadi. Γ-simon freza pichoqlarini yangisiga nisbatan yeyilish darajasini 1-rasmda ko'rish mumkin.

Ularni yaroqsizlikka chiqarish o'lchamlarining yeyilish natijasida o'zgarishi bo'yicha amalga oshiriladi (1-jadval).

Kultivator o'qyoysimon panjalari va yumshatgichlari tig' qismlarining o'tmaslashishi kultivatorning tortishga qarshiligini orttirib yuboradi [33; 26-b].



1-rasm. Do'nder kultivatorning Γ -simon freza pichoqlarning ko'rinishlar

1-jadval

Ishchi organlarning nazorat qilinuvchu o'lchamlari [33; 26-b]

Ishchi organ turlari	O'lcham	O'lchamlari, mm			Yeyilish miqdori	
		Nominal	Ruxsat etilgan	Chegaraviy	mm	%
O'qyoysimon panjalar	A	260	247	240	15-20	5-8
	B	43	25	20	18-23	42-55
	L	88	50	45	35-40	41-47
	h_0	<0,4	0,5	0,8	-	-
Yumshatgichlar	A	36	25	20	11-16	31-44
	B	260	210	200	50-60	19-23
	h_0	<0,8	0,8	1,0	-	-

Buning natijasida yonilg'i va moylash materiallari sarfi ortadi, agrotexnik talablarga amal qilinmaydi, ya'ni tuproq yetarli darajada maydalanmaydi, begona o'tlar samarali kesilmaydi va ishlov berish chuqurligi kamayadi. O'qyoysimon panjalar odatda 65 Γ markali po'latdan tayyorlanib, ularning yeyilishga chidamliligini oshirish maqsadida termik ishlov beriladi hamda o'z-o'zini charxlash xususiyatini kuchaytirish uchun "Sormayt-1" qattiq qoplama material bilan mustahkamlanadi. Mazkur panjalarning tumshug'i 30 mm, qanotlari esa 15 mm gacha yeyilganda yoki deformatsiyaga uchraganda ularni qayta tiklash talab etiladi.

Ishchi qismlarning xizmat muddati qisqa bo'lishi texnikadan foydalanish samaradorligiga sezilarli darajada salbiy ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, freza tig'ining o'tmaslashishi tuproqqa ishlov berish chuqurligining bir tekis emasligiga sabab bo'lib, bu ko'rsatkich 53–60 % gacha kamayishi mumkin.

4. Xulosa

Frezali kultivator ishchi organlari — freza pichoqlarining yeyilishi qishloq xo'jaligi mashinalarining samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, tuproqning fizik-mexanik xossalari, xususan zichligi, qattiqligi, namligi va abraziv zarrachalar miqdori

pichoqlarning xizmat muddatini sezilarli darajada belgilaydi. Mahalliy va xorijiy tajribalarni solishtirish natijasida aniqlanishicha, pichoqlarning yeyilish darajasi ularning konstruktiv material turi va termik ishlov berish darajasiga bevosita bog'liqdir. Shuningdek, ishchi organlarning xizmat muddatini oshirish maqsadida yuqori uglerodli po'latlar, turli termik ishlov berish usullari hamda yeyilishga chidamli qoplamalardan foydalanish samarali natija beradi. Shu bois, frezali kultivator pichoqlarining samaradorligini oshirish uchun innovatsion texnologiyalarni joriy etish, mahalliy xomashyolardan oqilona foydalanish hamda dala sharoitida keng qamrovli sinovlarni davom ettirish maqsadga muvofiqdir.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Миронов Д.А. Обоснование конструктивно - материаловедческих параметров, обеспечивающих повышение ресурса и работоспособности лемешных рабочих органов. – Дисс. к.т.н. Москва. 2017. – 190 с.
- [2] Bulkin V.V. Qishloq xo'jaligi mashinalari remonti. – Toshkent: O'qituvchi, 1973.- 192 b.
- [3] Серов Н.В. Упрочнение плоских рабочих органов сельскохозяйственной техники



электроконтактной пайкой металлической ленты.: Дисс. ... кон. тех. наук. – Москва, 2017. – 170 с.

[4] Серов Н.В. Упрочнение плоских рабочих органов сельскохозяйственной техники электроконтактной пайкой металлической ленты.: Дисс. ... кон. тех. наук. – Москва, 2017. – 170 с.

[5] Нуриев К.К. Повышение эксплуатационно-технологических показателей почвообрабатывающих машин хлопководческого комплекса.: Дисс. ... док. тех. наук. – Янгйюль, 2005. – 540 с.

[6] Ткачев В.Н. Износ и повышение долговечности деталей сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1971. – 264 с.

[7] Нуриев К.К. Повышение эксплуатационно-технологических показателей почвообрабатывающих машин хлопководского комплекса. Дисс. д.т.н. Янгйюль, 2005. – 540 с.

[8] Қосимов К.З., Мадазимов М.Т., Қодиров Н.У., Султонов Р.Ш. Қишлоқ хўжалигида қўлланиладиган плуг лемхлари ресурсини ўрганиш натижалари. ФарПИ илмий-техника журнаси, Фарғона, 2022, Т.26, №2, 23-28 б.

[9] Qosimov K.Z., Mo'yidinov A.Sh., Maxmudov I.R., Obidov O.S. Chizel – kultivator ishchi qismlari materiallarini o'rganish natijalari // Farg'ona politexnika institutining ilmiy-texnika jurnali. – Farg'ona: FarPI, 2024. – Tom 28 №5. B. 52-55.

[10] Po'latov S., Rahmonaliev I., Qosimov K. Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasidan amaliy mashg'ulotlar. –T.: "Mehnat". 1992. -132 b.

[11] Mo'yidinov A.Sh., Qodirov N.U., Obidov O.S. Результаты испытаний долот культиваторов на износостойкость // Universum:технические науки. Научный журнал, Выпуск: 11(128), Москва 2024. С. 61-64.

[12] Mo'yidinov A.Sh., Qodirov N.U., Obidov O.S. Chizel-kultivator dolotalarini dala sinovlari atijalari // "Agro Ilm" O'zbekiston qishloq va suv xo'jaligi agrar-iqtisodiy, ilmiy-ommabop jurnali.-Toshkent: 2024. -№5. B. 81-83.

[13] Mo'yidinov A.Sh., Umarov A., Obidov O.S. Qayta tiklangan chizel-kultivator yig'ma dolotalaridan foydalanishning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari // "O'zbekistonda fan, ta'lim va texnikaning innovatsion rivojlanish bosqichlarida muammolar va yechimlar" mavzusidagi xalqaro ilmiy-texnik anjumanining maqolalar to'plami, Andijon. 2024. B.-1144-1146.

[14] "Qishloq xo'jaligini o'z vaqtida qishloq xo'jaligi texnikasi bilan ta'minlash mexa nizmlarini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 10.05.2018 yil PQ-3712 son qarori.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Tuychiyeva Dilrabo	Andijon davlat texnika instituti "Texnologik mashinalar va jixozlar"
Mamirjonovna / Dilrabo	kafedrası dotsenti, t.f.f.d., (PhD), E-mail:
Tuychieva	dilrabortuychiyeva8087@gmail.com Tel.: +998979818709 https://orcid.org/0009-0005-4037-1337
Obidov Oybek Sobitjon o'g'li / Oybek Obidov	Andijon davlat texnika instituti "Texnologik mashinalar va jixozlar" kafedrası katta o'qituvchisi, t.f.f.d., (PhD). E-mail: oybekobidov06@gmail.com Tel.: +998999005758 https://orcid.org/0009-0002-6960-8738



Impact of overvoltages on the railway automation and remote control equipment of “Uzbekistan railways” joint stock company

A.A. Raxmonberdiyev¹^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

In this study, an analysis is presented of failures in railway automation and remote control equipment of the joint stock company “Uzbekistan railways” caused by atmospheric and switching overvoltages during the period of 2020-2024. It was determined that the largest share of failures in railway automation and remote control equipment occurs during the thunderstorm season. Hardware failures account for 22% of all failures in railway automation and remote control systems.

Failures in the signalling, interlocking, and blocking equipment at the signalling and communication distances (ShCh) of “Uzbekistan railways” joint stock company are not uniformly distributed. The highest number of failures is observed in desert and steppe areas, as well as in regions located along major river flows. According to the Pareto diagram of failures caused by atmospheric overvoltages, the railway automation and remote control systems belonging to Group A (70% of all failures) are electric interlocking and numerical coded automatic block signalling system (Russian: “ЧКАБ”). It was also identified that a significant portion of failures is associated with the surge protection devices currently used in operation.

Keywords:

railway automation and remote control; signalling, interlocking and blocking; atmospheric overvoltages; switching overvoltages

“O‘zbekiston temir yo‘llari” aksiyadorlik jamiyatining temir yo‘l avtomatika va telemexanika qurilmalariga ortiqcha kuchlanishlarning ta’siri

Raxmonberdiyev A.A.¹^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya:

Ushbu ishda “O‘zbekiston temir yo‘llari” aksiyadorlik jamiyati (“O‘TY” AJ) temir yo‘l avtomatika va telemexanika qurilmalarining 2020-2024 yillar davomidagi atmosfera va kommutatsion ortiqcha kuchlanishlar ta’siridan kelib chiqqan nosozliklari tahlili bayon etilgan. Aniqlanishicha, temir yo‘l avtomatika va telemexanika qurilmalaridagi nosozliklarning eng katta qismi momaqaldiroq davriga to‘g‘ri keladi. Temir yo‘l avtomatika va telemexanika qurilmalarining umumiy nosozliklarida apparat nosozliklari 22% ni tashkil etadi. “O‘TY” AJ signallashtirish va aloqa masofalari (ShCh) bo‘yicha signallashtirish, markazlashtirish va blokirovka (SMB) qurilmalaridagi nosozliklar bir tekis taqsimlanmagan. Eng ko‘p nosozliklar cho‘l, dasht hududlarida va yirik daryolar oqimi bo‘yicha joylashgan hududlarga to‘g‘ri keladi. Atmosfera ortiqcha kuchlanishlari ta’siridan kelib chiqqan nosozliklar bo‘yicha Pareto diagrammasining A guruhiga kiradigan (barcha nosozliklarning 70%) temir yo‘l avtomatika va telemexanika tizimlari – elektr markazlashtirish (EM) va sonli-kodli avtoblokirovka (rus.: “ЧКАБ”) tizimi hisoblanadi. Shuningdek, nosozliklar ulushining katta qismi ekspluatatsiyada qo‘llanilayotgan impulsli ortiqcha kuchlanishlardan himoyalovchi qurilmalar ulushiga to‘g‘ri kelishi aniqlandi.

Kalit so‘zlar:

temir yo‘l avtomatika va telemexanika; signallashtirish, markazlashtirish va blokirovka; atmosfera ortiqcha kuchlanishlari; kommutatsion ortiqcha kuchlanishlar

1. Kirish

Temir yo‘l transporti yuqori xavf va mas’uliyat zonasi hisoblanadi. Uning barcha ishlari rahbarlik ko‘rsatmalari, buyruqlar, tarmoq, milliy va davlatlararo standartlar ko‘rinishidagi normativ hujjatlar bilan qat’iy tartibga solingan. SMB texnik vositalari deyarli bir xil bo‘lsa-da, har bir hududning o‘ziga xos tabiiy va iqlimiy sharoitlari

mavjud. O‘zbekiston temir yo‘llarining o‘ziga xos jihati – ayrim obyektlarning cho‘l, dasht va tog‘li hududlarda joylashganligidir.

Atmosfera va kommutatsion ortiqcha kuchlanishlardan temir yo‘l avtomatikasi va telemexanikasi qurilmalarini himoya qilish sohasida “Rossiya temir yo‘llari” ochiq aksiyadorlik jamiyatida bir nechta standartlar [1-4] ishlab chiqilgan. O‘zbekiston temir yo‘llarida esa impulsli ortiqcha

^a <https://orcid.org/0009-0006-0585-7582>



kuchlanishlardan himoyalovchi qurilmalarni qo'llashni tavsiya etuvchi hujjat [5] qo'llanilmoqda.

Atmosfera ortiqcha kuchlanishlari – chaqmoq zaryadining tortish tarmog'iga, elektr ta'minoti yuqori kuchlanishli liniyalariga, rels liniyasiga to'g'ridan-to'g'ri urilishi, shuningdek, elektr zaryadlangan bulutlarning elektrostatik induksiyasi va yaqin chaqmoqlarning yerga razryadlanishi hamda bulutlar orasidagi razryadlarda hosil bo'ladigan elektromagnit induksiyalar natijasida vujudga keladi. Bunday ortiqcha kuchlanishlar poyezd harakatini ta'minlovchi infratuzilma qurilmalariga xavfli elektromagnit ta'sirlar va halaqit beruvchi elektromagnit ta'sirlarni ko'rsatadi [6–16].

Xavfli elektromagnit ta'sirlar (XET) – temir yo'l avtomatikasi va telemexanikasi qurilmalari zanjirlarida paydo bo'ladigan kuchlanish va tok bo'lib, ular texnik vositaning shikastlanishiga (izolyatsiyaning buzilishi, issiqlik va/yoki dinamik parchalanib ketishi), shuningdek xizmat ko'rsatish xodimlarining elektr energiyasi bilan jarohatlanishiga olib keladi [14].

Halaqit beruvchi elektromagnit ta'sirlar (HBET) – temir yo'l avtomatikasi va telemexanikasi qurilmalari zanjirlaridagi kuchlanish va tok bo'lib, ular natijasida qurilmalarning “yolg'on ishga tushishi” yoki ishlashida uzilishlar kuzatiladi [15].

Elektromagnit halaqit (EH) – texnik vosita ishlash sifatini yomonlashtirishi mumkin bo'lgan har qanday elektromagnit hodisa [17].

HBET va EH ta'riflarining solishtirilishi shuni ko'rsatadiki, texnik vosita ishiga ta'sir natijasi bo'yicha elektromagnit halaqit HBETga teng bo'lib, qurilmada nosozliklar yuzaga kelishiga va ishlash sifatining pasayishiga olib keladi. XET, HBET va EHning tabiati bir xil (elektromagnit) bo'lgani sababli, ayrim manbalarda barcha elektromagnit ta'sirlar “halaqitlar” deb ataladi [3], bunda “EH – texnik vosita funksional sifatini

yomonlashtirishi mumkin, *lekin uni buzmaydi*” degan ta'rifning ikkinchi yarmi ko'rsatilmaydi. Agar elektromagnit ta'sir qurilmani shikastlasa, unda bunday ta'sirdan so'ng qurilma ishlamaydi.

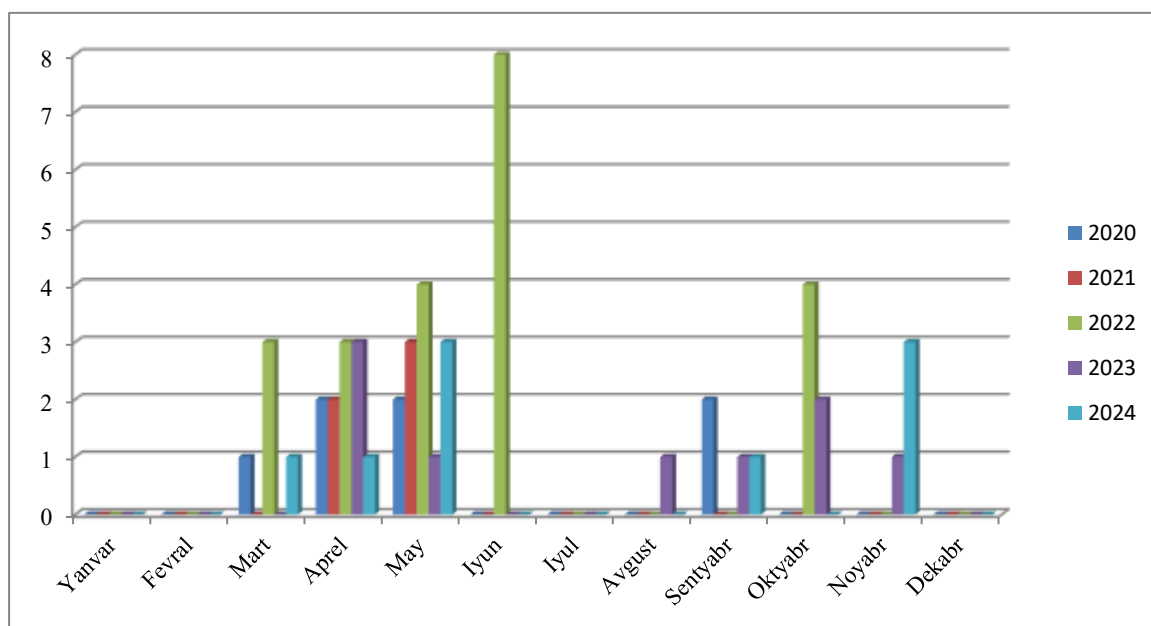
Maqolaning maqsadi – atmosfera va kommutatsion ortiqcha kuchlanishlar ta'sirida “O'zbekiston temir yo'llari” AJ temir yo'l avtomatika va telemexanika qurilmalaridagi nosozliklarni tahlil qilishdir.

2. Tadqiqot metodologiyasi

“O'zbekiston temir yo'llari” AJ temir yo'l avtomatika va telemexanika qurilmalarining atmosfera ortiqcha kuchlanishlari ta'siridan yuzaga kelgan nosozliklarini tahlil qilish

“O'TY” AJ – O'zbekiston temir yo'llarining uzunligi 7400 km dan ortiqni tashkil qiladi. Besh yil davomida – 2020-yil 1-yanvardan 2024-yil 31-dekabrgacha bo'lgan davrda “O'TY” AJ ning signallashtirish va aloqa masofalarida atmosfera ortiqcha kuchlanishlari ta'siridan 52 ta temir yo'l avtomatikasi va telemexanikasi qurilmalari nosozliklari qayd etilgan [18]. Signallashtirish, markazlashtirish, blokirovkalash qurilmalarining 1 km yo'lga to'g'ri keladigan shikastlanish ko'rsatkichi 0,007 ni tashkil etgan.

Temir yo'l avtomatika va telemexanika qurilmalarining umumiy nosozliklarida apparatlarning nosozliklari 22% ni tashkil etadi. 2020-2024 yillar bo'yicha apparatlar nosozliklarining oylik taqsimotini tahlili shuni ko'rsatadiki (1-rasmga qarang), ularning eng ko'pi bahor va kuzning “momaqaldiroq” davriga to'g'ri keladi: mart oyida 5 ta nosozlik, aprel – 11 ta, may – 13 ta nosozlik; sentabrda – 4 ta, oktyabrda – 6 ta, noyabrda – 4 ta nosozlik. Bundan tashqari, iyun oyida 8 ta, avgustda esa 1 ta nosozlik qayd etilgan.



1-rasm. SMB qurilmalarining chaqmoq ortiqcha kuchlanishlari ta'siridan oylar bo'yicha nosozliklar taqsimoti

Oylik tahlillar shuni ko'rsatadiki, asosiy momaqaldiroq davri martdan maygacha va sentabrdan noyabrgacha davom etadi. Ba'zan iyun yoki avgust oylarida ham momaqaldiroq

kuzatiladi, ammo bu kam uchraydigan hodisa – anomaliya hisoblanadi. Momaqaldiroq frontining o'rtacha kengligi 16



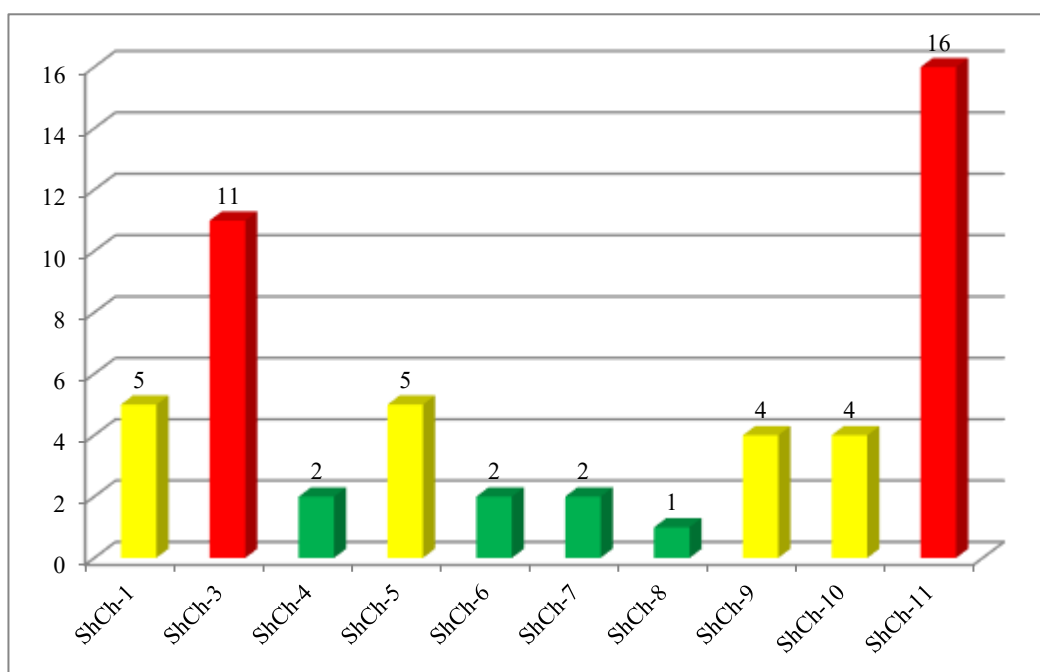
km dan oshmaydi. Momaqaldironning o'rtacha davomiyligi 1-1,5 soatni tashkil qiladi [19].

Atmosfera ortiqcha kuchlanishlarining SMB qurilmalariga ta'siri signallashtirish va aloqa masofalari (SCh) bo'yicha bir tekis taqsimlanmagan. Eng ko'p apparatlar nosozliklari SCh-11 (16 ta nosozlik) va SCh-3 (11 ta nosozlik) masofalarida kuzatilgan (2-rasmga qarang).

Qorauzoq stansiyasidan Qoraqalpog'iston stansiyasigacha bo'lgan, SCh-11 masofasi tomonidan xizmat ko'rsatiladigan yo'nalish asosan cho'l va dasht hududlarida joylashgan. Ushbu hududda toshli va qumli tuproq temir yo'l avtomatika va telemexanika qurilmalarining kerakli zaminlash qarshiligini ta'minlashga imkon bermaydi. Momaqaldiron razryadlari paytida temir yo'l avtomatika va telemexanika qurilmalari yuqori

potentsial ostida bo'ladi. Tuproqning yuqori o'rtacha qarshiligi momaqaldiron tokining kabel qoplamalari, relslar va boshqa tok o'tkazuvchi buyumlar orqali tarqalishiga sharoit yaratadi, bu esa temir yo'l avtomatika va telemexanika qurilmalarida ortiqcha kuchlanish hosil bo'lishiga olib keladi.

Sirdaryo stansiyasidan Jizzax stansiyasigacha bo'lgan, SCh-3 masofasi tomonidan xizmat ko'rsatiladigan yo'nalish Sirdaryo va Zarafshon daryolari orasida joylashgan bo'lib, asosan dasht hududlaridan o'tadi. Bundan tashqari, hududning shimoliy-g'arbida sun'iy Aydar ko'l mavjud, shuningdek, hudud uch tomondan tog' tizmalari bilan o'ralgan: Chotqol va Ugam tog' tizmalari shimoliy-sharqdan, Turkiston va Zarafshon tog' tizmalari janubdan, va sharqdan Nurota tog' tizmasi bilan chegaralangan.



2-rasm. Temir yo'l avtomatika va telemexanika qurilmalarining chaqmoq chaqishi natijasidagi nosozliklar sonining signallashtirish va aloqa masofalari bo'yicha taqsimoti

Daryolar hududlarida yuqori zaryadga ega momaqaldiron bulutlari paydo bo'lish ehtimoli ortadi. Elektr zaryadiga ega momaqaldiron buluti daryo hududida joylashganda, qarama-qarshi zaryadni tezroq hosil qiladi, bu esa elektr maydonining kuchlanishini oshiradi va daryo hududida momaqaldiron razryadlariga olib keladi. Shu bilan birga, daryolarga yaqin joylashgan temir yo'l qurilmalarida momaqaldiron razryadlarining XET yuzaga kelish ehtimoli ortadi. Bundan tashqari, hudud uch tomondan tog' tizmalari bilan o'ralganligi sababli, g'arbiy va shimoliy shamollar ko'plab bulutlarni ushbu hududga olib keladi, va tog'lardagi tabiiy to'siqlar bulutlarni to'plab turadi.

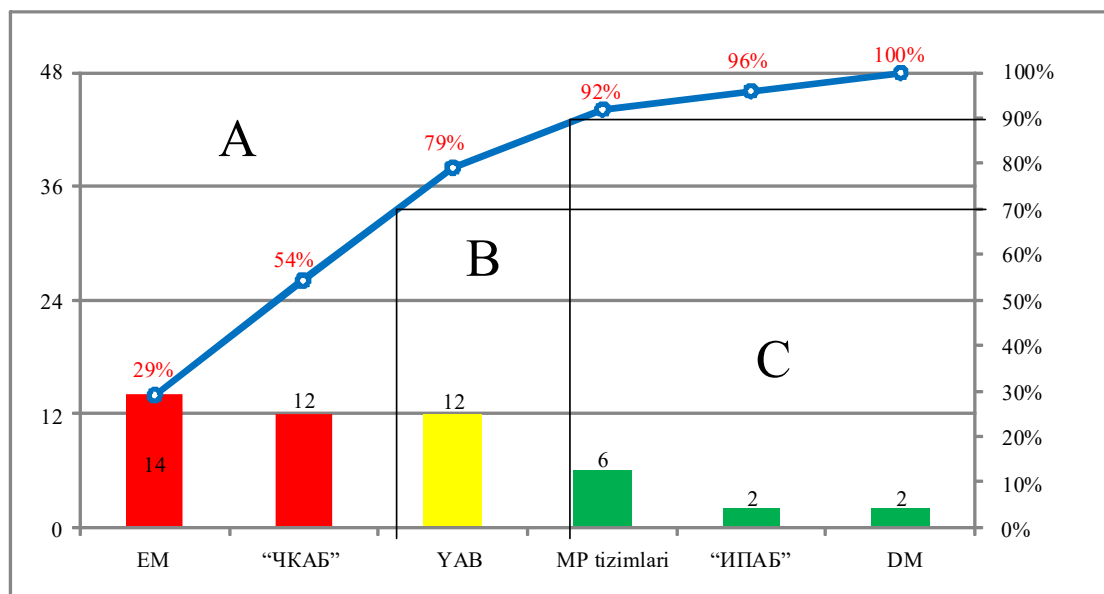
Tahlil qilinayotgan besh yillik davrda temir yo'l avtomatika va telemexanika tizimlari va qurilmalaridagi nosozliklarning xarakterini Pareto diagrammalari yordamida ko'rib chiqamiz (3-rasm, 4-rasm, 5-rasm). Temir yo'l avtomatikasi va telemexanikasi tizimlaridagi nosozliklar quyidagicha taqsimlangan (3-rasmga qarang):

- Rele-kontakt sxemalar asosidagi elektr markazlashtirish tizimlari (EM) – 14 ta nosozlik (nosoz tizimlarning umumiy sonining 29%);

- Sonli-kodli avtoblokirovka ("ЧКАБ") – 12 ta nosozlik (25%);
- Yarimavtomatik blokirovka (YAB) – 12 ta nosozlik (25%);
- Mikroprotessorli tizimlar ("ЭССО", "МПБ-ТЕГ", "МПБ-ИТ", "МПП-ТЕГ", "АБК-Е") – 6 ta nosozlik (13%);
- Impulsi-simli avtoblokirovka ("ИПАБ") – 2 ta nosozlik (4%);
- Dispetchersk markazlashtirish tizimlari – 2 ta nosozlik (4%).

Pareto diagrammasidan (3-rasm) shuni ko'rish mumkinki, atmosfera ortiqcha kuchlanishlari sababli eng ko'p nosozliklar EM va "ЧКАБ" (barcha nosozliklarning 54%, A guruhi), shuningdek YAB tizimlarida yuzaga kelgan (B guruhi). Ushbu tizimlar (A va B guruhlar) barcha nosoz tizimlarning 79% ini tashkil qiladi.





3-rasm. Temir yo'l avtomatika va telemexanika tizimlarining nosozliklar taqsimoti

Atmosfera ortiqcha kuchlanishlarining temir yo'l avtomatika va telemexanika qurilmalaridagi nosozliklar taqsimoti 4-rasmda ko'rsatilgan:

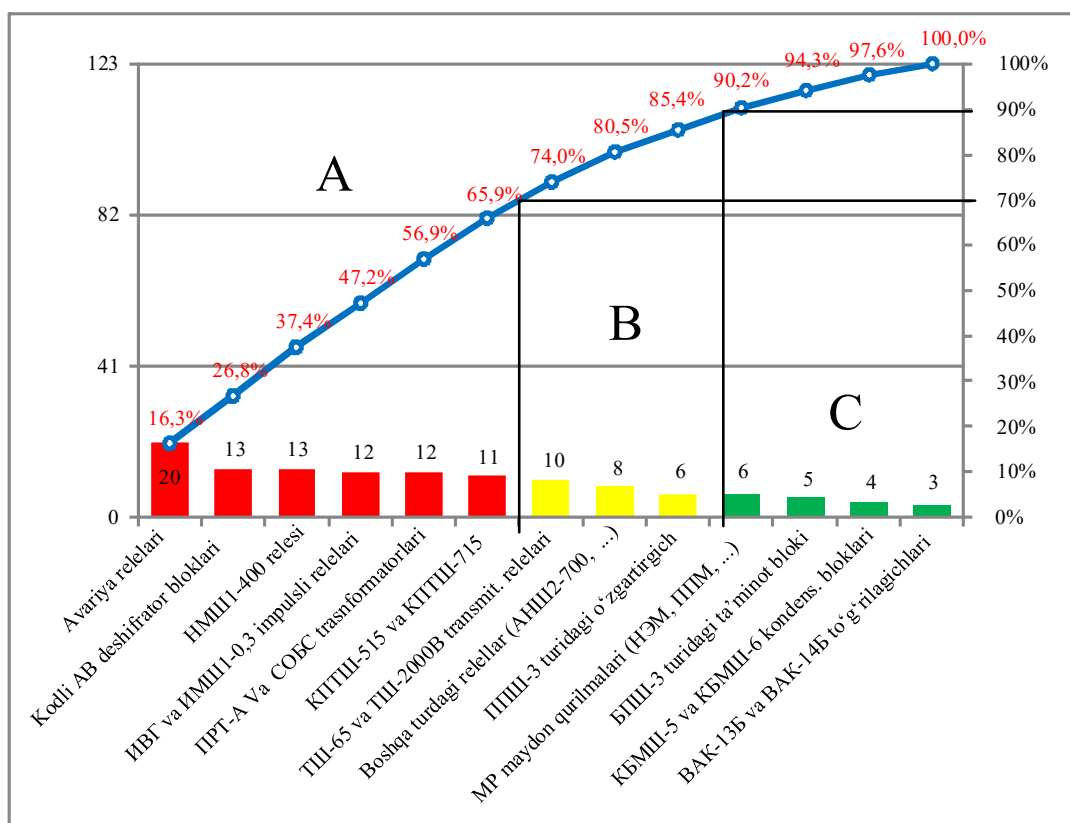
- **Avariya relelari** – 20 ta nosozlik (nosoz apparatlarning umumiy sonining 16,3%). Favqulodda relelar nosozliklari quyidagicha bo'lgan: “ACIII2-220M” – 6 ta holat: 1 ta holatda – kontaktlarning payvandlanishi va diod ko'prigi (to'g'rilagich) buzilishi, 3 – stabilitronlarning buzilishi – “2C930A” (“KC620A”), 2 ta holatda – kontaktlarning kuyib ketishi; “ACIII2-12” – 1 ta holat: “Д815Б” turidagi stabilitron va diodli ko'priknining nosozligi; “AIII2-1440” – 10 ta holat: 1 ta holatda – rele cho'lg'ami burilishlari orasida izolyatsiya teshib o'tishi, 1 ta holatda – rele o'rami yonib ketishi, 3 ta holatda – kontaktlarning payvandlanishi, 2 ta holatda – kontaktlarning kuyib ketishi, 3 ta holatda – kontaktlarning sinishi; “AIII2-110/220” – 2 ta holat: 1 ta holatda – “Д226” turidagi diod buzilishi, 1 ta holatda – kontaktlarning payvandlanishi; “AHBIII2-2400” (favqulodda nurlangan relelar) – 1 ta holat – diodli ko'priknining ishdan chiqishi. Avariya relelari (“ACIII2-220M”, “ACIII2-12”, “AIII2-1440”, “AIII2-110/220”, “AHBIII2-2400”) nosozliklari avtoblokirovka quvvat zanjirlaridagi ortiqcha kuchlanishlar bilan bog'liq.

- **Kodli avtoblokirovkaning deshifratör bloklari** (“БС-ДА”, “БИ-ДА” va “БК-ДА”) – 13 ta holat (10,5%).

Atmosfera ortiqcha kuchlanishlariga eng sezgir bo'lganlar – “БС-ДА” bloklaridagi diodlar: 9 ta nosozlik, shundan: tuzatuvchi ko'priknining diodlarining teshib o'tishi – 7 ta, “БС-ДА” bloklaridagi alohida diodlarning teshib o'tishi – 2 ta; “БИ-ДА” bloklarida – 4 holat, alohida diodlar teshib o'tgan.

- **“HМIII1-400” relelari** – 13 ta nosozlik (10,6%). “HМIII1-400” relelari uchun xarakterli nosozliklar: kontaktlarning yonishi – 5 ta holat, kontaktlarning payvandlanishi – 4 ta holat, kontaktlarning sinishi – 2 ta holat, rele cho'lg'aminin uzilishi – 2 ta holat.

- **Impulsi relelar** – 12 ta nosozlik (9,8%). “ИМIII1-0,3” – 7 ta holat, “ИВГ” – 5 ta holat. “ИМIII1-0,3” relelarining xarakterli nosozliklari: kontaktlarning yonishi – 5 ta holat, kontaktlarning payvandlanishi – 2 ta holat. “ИВГ” relelaridagi nosozliklar (5 ta holat) quyidagi sabablar bilan yuzaga kelgan: qizdirish elementi o'z vaqtida yoqilmaganligi, isitish sigortasining yonib ketishi – 1 ta holat; gerkon nosozligi (moslamadagi kontakt paydo bo'lishi sababli) – ishga tushish kuchlanishi me'yordan yuqori yoki past bo'lishi – 1 ta holat; “КЦ402И” tuzatuvchi teshib o'tishi – 1 ta holat. Ba'zi holatlarda “ИВГ” relelarining nosozligi sababi aniqlanmaydi, chunki taxminiy nosozlikdan so'ng rele meyoriy ishini tiklaydi va uning parametrlari texnik shartlarga mos bo'ladi.



4-rasm. Temir yo'l avtomatikasi va telemexanikasi qurilmalaridagi nosozliklarning taqsimoti

Ekspluatatsiya jarayonida "IIBI" relelarining nosozliklari xodimlarning aybi tufayli yuz beradi, chunki ular ortiqcha kuchlanishdan himoya elementlari (stabilizatorlar "Д815А" (Б) – 2 holat) bo'lmagan holda ishlatiladi. Ba'zi holatlarda IVG relelarining isitish elementi yuqori kuchlanishda yoqilishi mumkin, bu esa MKSR-45-181 gerkonining nosozligiga olib keladi.

- "IPT-A" va "COBC" transformatorlari – 12 ta nosozlik (9,7%). Nosozliklar sabablari: transformator o'ramining yonib ketishi – 6 holat, birlamchi o'ram burilishlari orasida qisqa tutashuv (ortiqcha kuchlanishlar natijasida) – 4 holat, izolyatsiya teshib o'tishi – 2 holat.

- Shtepsel turidagi kodli yo'l transmittirlari ("KITIII") – 11 ta nosozlik (9,0%). "KITIII" transmittirlarining nosozlik sabablari: elektromotor o'ramining uzilishi (yonishi) – 7 ta, "PIX-OX" quvvat zanjiridagi ortiqcha kuchlanish; sifatli yuvish suyuqligi ishlatilmaganligi sababli kontakt yetishmasligi – 1 ta; kondensatorda uzilish (otpay) – 2 holat; kontaktning sinishi – 1 holat.

- Transmitter relelari "TIII-65B" va "TIII-2000B" – 10 ta nosozlik (8,1%). "TIII-2000B" – 8 ta, "TIII-65B" – 2 ta holat qayd etilgan. Asosan "TIII-2000B" relelarining nosozliklari rels zanjirlarini kodlash sxemalarida "Д226B" diodlari yoki "КЦ402И" tuzatuvchi bloklarining nosozligi tufayli yuzaga kelgan. "TIII-65B" relelari uchun xarakterli nosozliklar: 11-12 va 41-42 kontaktlarning yonishi va payvandlanishi (1 holat), izolyatsiya yostig'ining teshib o'tishi (2 holat) – ortiqcha kuchlanishlar, trafo toklarining assimetriyasi tufayli.

- Boshqa turdagi relelar ("AHIII2-700", "AHIII2-760", "KIII1-280" va "KIII1-800") – 8 ta nosozlik (6,5%). "AHIII2-700" – 2 holat, kontaktlarning yonishi; "AHIII2-760" – 2 holat: 1 – kontaktlarning payvandlanishi, 1 – kontaktlarning sinishi; "KIII1-800" – 3 holat: 2 – kontaktlarning yonishi, 1 – kontaktlarning payvandlanishi; "KIII1-280" – 1 holatda – kontaktlarning yonishi.

- Shtepsel turidagi yarimo'tkazgichli o'zgartirgich ("PIIII-3") – 6 ta nosozlik (4,9%). 3 holatda bipolyar tranzistorlar va diod ko'prigi "teshilgan", 2 holatda kondensator "teshilgan", 1 holatda rezistorning ishdan chiqishi.

Atmosfera ortiqcha kuchlanishlari tufayli mikroprotessor tizimlarida ham nosozliklar yuz bergan – 6 ta nosozlik (4,8%). Ushbu tizimlardagi nosozliklar (3-rasm, C guruhi) asosan quyidagi qurilmalarda kuzatilgan (4-rasmga qarang):

- "H3M" – maydon elektron moduli, "ITIM" – mikroprotessor yo'l qabul qilgichi va rels sensori. Ushbu qurilmalardagi nosozliklar (6 ta) umumiy nosoz qurilmalar sonining 4,8% ni tashkil qiladi. Eng xarakterli nosozliklar – yarim o'tkazgichli elementlarning "teshilishi": diod ko'prigining "teshilishi" – 3 holat, tranzistor teshib o'tgan – 2 holat, kondensator "teshilishi" – 1 holat.

- Kodli avtoblokirovka uchun shtepsel turidagi quvvat bloki ("BPIII-3") – 5 ta nosozlik (4,1%). 2 holatda "Д226А" diodlari asosidagi diod ko'prigida buzilish sodir bo'lgan, 2 holatda kondensator C1 (20 μ F) ishdan chiqqan, 1 holatda o'ramlar orasida qisqa tutashuv yuz bergan.

Bundan tashqari, atmosfera ortiqcha kuchlanishlari tufayli "ИПАБ" va DM tizimlarida ham nosozliklar yuz



bergan (har biri 2 ta nosozlik, 3-rasm, C guruhi). Ushbu tizimlardagi nosozliklar asosan quyidagi qurilmalarda kuzatilgan:

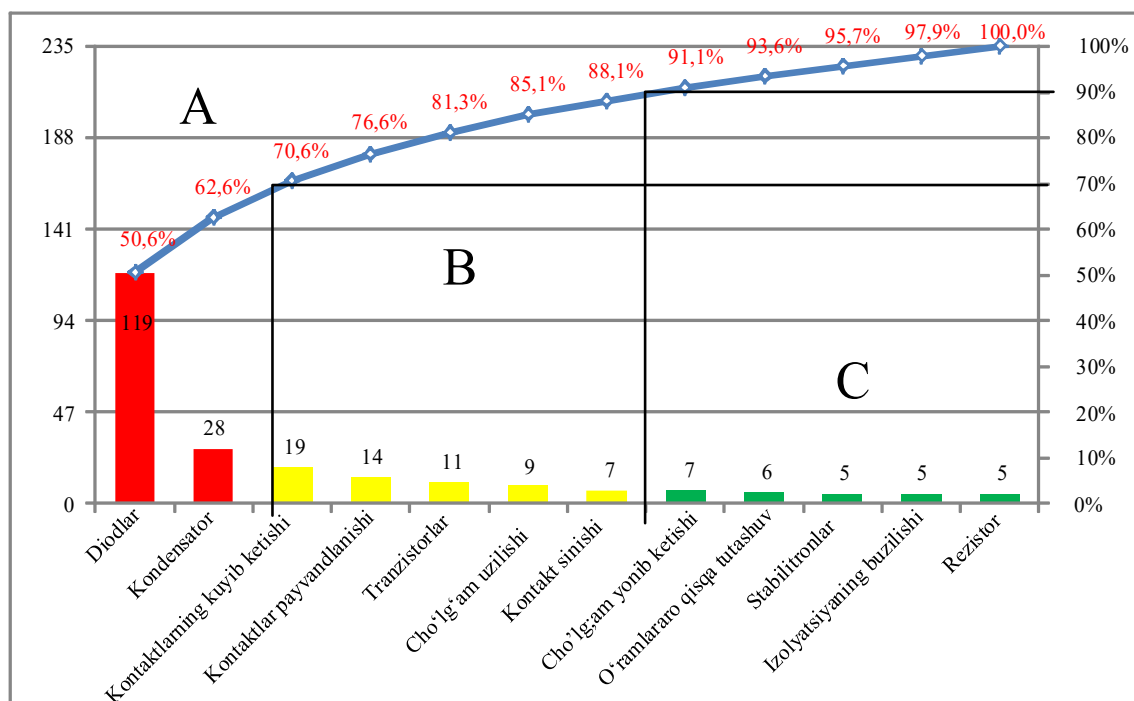
- “КБМШ-5” va “КБМШ-6” turidagi kondensator bloklari – 4 ta nosozlik (3,3%), kondensatorlar buzilgan. Shuni ta’kidlash kerakki, “КБМШ-5(6)” bloklari faqat “ИПАБ” tizimida emas, balki YAB tizimida ham ishlatiladi.
- “БАК-13В” va “БАК-14В” tuzatuvchilar – 3 ta nosozlik (2,4%). Ushbu qurilmalarda xarakterli nosozliklar: diod ko’prigi “teshilgan” – 2 holat, transformator o’ramining yonib ketishi – 1 holat.

Shuningdek, quyidagi qurilmalar ham 1 martadan nosoz bo’lgan: “ФП-25М” turidagi yo’l filtri va “МТ-1М” qo’zg’almas transmittir. “ФП-25М” filtrida kondensator ishdan chiqqan va transformator o’ramlari yonib ketgan. “ФП-25М” filtr bloklari 25 Hz chastotali o’zgaras tok rels

zanjirlarida impuls yo’l relelarini qaytgan tortqi toki va uning garmonikalaridan himoya qilish uchun ishlatiladi. “ИПАБ” tizimida o’rnatilgan “МТ-1М” transmittirida kondensatorlar nosoz bo’lgan va rezistorlar yonib ketgan. “МТ-1М” transmittiri impulsli va kodli avtoblokirovka qurilmalarida rels zanjirlarini impulsli quvvat bilan ta’minlash uchun ishlatiladi.

Tahlil natijalariga ko’ra, temir yo’l avtomatikasi va telemexanikasi qurilmalaridagi eng ko’p nosozliklar atmosfera ortiqcha kuchlanishlari sababli yarimo’tkazgich elementlarning ishdan chiqishi bilan bog’liq bo’lgan (5-rasmga qarang):

- diodlar – 119 ta nosozlik (50,6%),
- kondensatorlar – 28 ta nosozlik (12%),
- stabilitronlar – 5 ta nosozlik (2,1%),
- tranzistorlar – 11 ta nosozlik (4,7%).



5-rasm. Temir yo’l avtomatika va telemexanika qurilmalaridagi nosozliklarning xarakteri

Diodlarning nosozligi asosan quyidagi qurilmalarda yuz beradi: favqulodda relelarda, kodli avtoblokirovka dekodeer bloklarida (“БК-ДА” va “БИ-ДА”), impulsli relelar “ИВГ” va “ИМШ-0,3” da, transmitter relelari “ТШ-65В” va “ТШ-2000В” da, “ППШ-3” turidagi o’zgartirgichlarda, “БПШ-3” turidagi quvvat bloklarida, polli mikroprotessor qurilmalarida, “КБМШ-6” kondensator blokida va “БАК-13(14)” tuzatuvchilarida.

Kondensatorlar asosan “БК-ДА” bloklarida, “КБМШ-5(6)” kondensator bloklarida, “ТШ-65В” va “ТШ-2000В” transmitter relelarida nosozlikka uchraydi.

Tranzistorlar dispetcherlik markazlashtirish qurilmalarida, sonli-kodli avtoblokirovka (“ППШ-3”) qurilmalarida (“ППШ-3” o’zgartirgichlarida) va mikroprotessor tizimlarida (maydon mikroprotessorli qurilmalarida) nosoz bo’ladi.

Stabilitronlar “АСШ-12” va “АСШ-220М” favqulodda relelarida hamda “ИВГ” relelarida nosoz bo’ladi.

Relelarda yarim o’tkazgichli elementlaridan tashqari kontaktlar nosozligi ham xarakterlidir: kontaktlarning yonishi – 19 ta nosozlik (8%), kontaktlarning payvandlanishi – 14 ta nosozlik (6,0%), kontaktlarning sinishi – 7 ta nosozlik (3,0%). Shuningdek, transformatorlarda nosozliklar qayd etilgan: o’ramlarning uzilishi – 9 ta nosozlik (3,8%), o’ramlarning yonib ketishi – 7 ta nosozlik (3,0%), o’ramlar orasida qisqa tutashuv – 6 ta nosozlik (2,5%). Qolgan elementlar bo’yicha nosozliklar taqsimoti quyidagicha: izolyatsiyaning teshib o’tishi – 5 ta nosozlik (2,2%), rezistorlarning yonib ketishi – 5 ta nosozlik (2,1%).

Apparat turlari bo’yicha eng ko’p nosozlik impuls rejimida ishlaydigan va yarimo’tkazgich elementlarini (diodlar, tranzistorlar, stabiltronlar) o’z ichiga olgan qurilmalarda qayd etilgan. Eng ko’p nosozlik favqulodda relelarda – 20 ta. Favqulodda relelarda eng ko’p nosozlik – 13 ta holat, tuzatuvchi diodlarda yuzaga kelgan.



“O‘zbekiston temir yo‘llari” temir yo‘l avtomatika va telemexanika qurilmalarining kommutatsion ortiqcha kuchlanishlar sababli sodir bo‘lgan nosozliklarini tahlil qilish

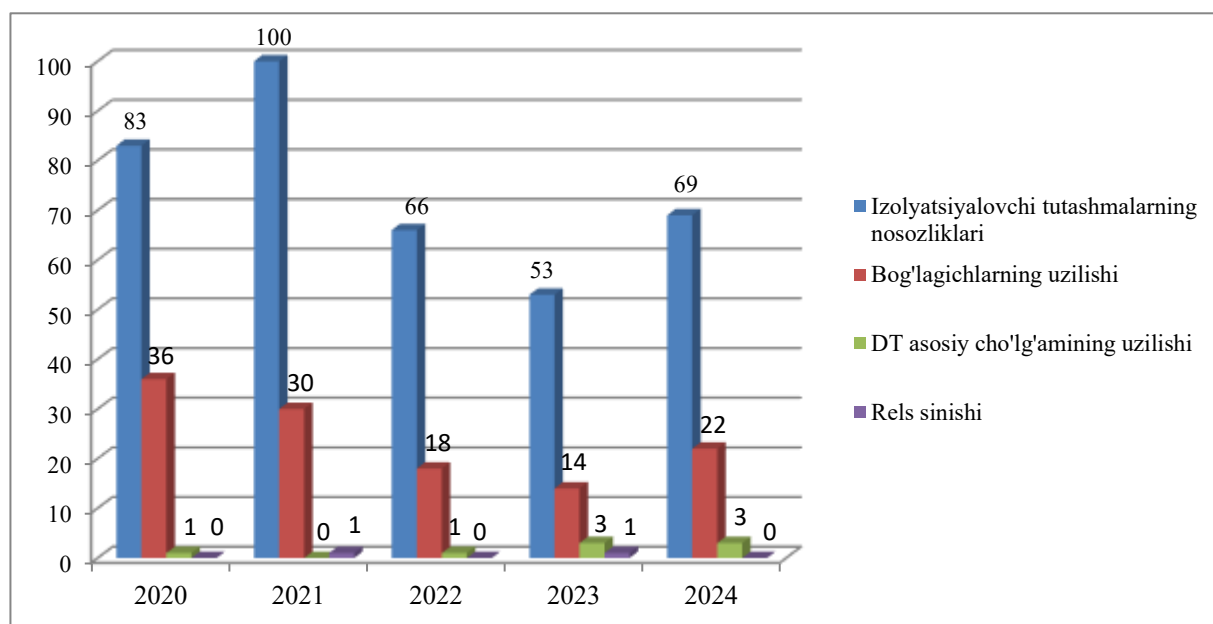
Elektrlashtirilgan temir yo‘llarning asosiy tortish tarmog‘i elementlari: tortish podstansiyalari, kontakt tarmoqlari va rels liniyalari. Tortish tarmog‘i relslarni qaytish simi sifatida ishlatadi. Relslar uchastkalarining bo‘shligini tekshirish qurilmalari – rels zanjirlari (RZ) signal tokini o‘tkazish uchun ishlatiladi. Rels liniyasida kuchli tortish tokini va zaif signal tokini birlashtirish, zaif tok zanjirlarini tortish tarmog‘idagi kuchli energiya jarayonlaridan himoya qilishni talab qiladi, ayniqsa avariya va kommutatsion jarayonlarda.

Tortish tarmog‘ining SMB qurilmalariga eng katta ta‘sir kontakt simini relsqa qisqa tutashuvi sodir bo‘lganida sodir bo‘ladi. Tortish tarmog‘idagi qisqa tutashuvlar quyidagi hollarda yuz beradi: ushlab turuvchi konstruksiyalar izolyatsiyasining shikastlanishi yoki yopilishi, seksion izolyatorlar va neytral qo‘shilmalar,

kontakt simining uzilishi yoki relsqa tushishi, harakatlanuvchi tarkibiy qismlardagi izolyatsiya shikastlanishi [20].

Qisqa tutashuv natijasida tortish nimstansiyasidan impuls oqimi o‘tadi, uning qiymati bir necha ming amperga yetishi mumkin [21-24]. Impuls oqimi SMB qurilmalari zanjirlarida bo‘ylama ortiqcha kuchlanishlar hosil qiladi (sim va yer o‘rtasida). Ayniqsa RZ apparaturasi xavf ostida qoladi, chunki avariya toki rels orqali o‘tadi. Tortish tarmog‘idagi qisqa tutashuvlar asosan chaqmoq zaryadlari natijasida yuz beradi [20]. Chaqmoq paytida kontakt simining yoki kontakt tarmoq ushlagichlaridagi shoxsimon razryadniklarning izolyatsiyasi yopiladi, ularning metall elementlari texnik xavfsizlik talablariga ko‘ra relslar bilan ulanadi [25]. Shu paytda drossel-transformator (DT) yarim cho‘lg‘ami orqali impuls toki o‘tadi, bu esa RZ qurilmalariga xavfli elektromagnit ta‘sir qiladi.

6-rasmda “O‘TY” AJ rels liniyasining 2020-2024 yillardagi xarakterli nosozliklari gistogrammasi ko‘rsatilgan [18].



6-rasm. Rels liniyasining xarakterli nosozliklari gistogrammasi

Ko‘rsatilgan nosozliklar rels zanjiridagi qaytgan tortish tokida asimetriya yuzaga kelishiga olib keladi. Shu bilan birga drossel-transformator yarim o‘ramlaridagi qaytgan tortish toklarining farqi ortadi, bu esa tortish tarmog‘ida qisqa tutashuv yuz berganda RZ apparaturasiga xavfli elektromagnit ta‘sir qiladi.

Doimiy tok tizimi bo‘yicha elektrlashtirilgan temir yo‘l bo‘limlarida, tortish rejimida harakatlanayotgan elektr lokomotivlarning tortish elektrodvigatellari, tortish tarmog‘ida qisqa tutashuv yuz berganida, generator rejimiga o‘tadi. Shu paytda harakatlanayotgan poyezdda zaxiralangan energiya elektr lokomotivdagi himoya vositalari ishga tushish davrida qisqa tutashuv joyini qayta quvvatlaydi [26].

“O‘TY” AJ da impulsli ortiqcha kuchlanishlardan himoya qiluvchi qurilmalar holati

Tahlil qilinayotgan davr mobaynida 109 ta himoya vositasining nosozligi qayd etilgan. Shulardan 34 ta holatda himoya elementlari shikastlangan va TYAT qurilmalarini

ortiqcha kuchlanishlardan himoya qila olmagan; 12 ta holatda TYAT qurilmalari nosoz bo‘lganda himoya elementlari o‘z parametrlarini saqlab qolgan.

Ekspluatatsiyada shunday holatlar qayd etilgan: Himoya vositasining (kuchlanish tekislagichlari va razryadniklar) ishga tushishi yoki nosozligi natijasida ta‘minot kabeli shikastlanadi, montaj qismi eriydi va rele shkaflarida yong‘in sodir bo‘ladi. Bu vaziyatni murakkablashtiradi va nosozlik davomiyligini oshiradi. Ortiqcha kuchlanish ta‘siridan so‘ng qurilmalarni almashtirishga to‘g‘ri keladi, bu qo‘shimcha mehnat va harajatlarni talab qiladi [27].

Mavjud himoya vositalari (“PKH”, “BOIHH”, “BOIHH”, “BK” va boshqalar) ishonchligi past bo‘lishining asosiy sabablari ularning elektr xususiyatlarida bo‘lib, ular himoya vositalariga ta‘sir qiluvchi ruxsat etilgan energiya bilan mos kelmaydi. Zamonaviy TYAT elektron tizimlari uchun ishlatilayotgan himoya elementlarining himoya xususiyatlari optimal emas va eng sezgir yarimo‘tkazgich elementlarini yetarlicha himoya qilmaydi.



Ayniqsa signal uskunalarida himoya vositalari (razryadniklar) ning ishga tushishi uchun sharoit yaratilmasligi, ya'ni yerga ulash moslamalarining qarshiligi va yuqori va past voltajli yerlagichlar ajratilishi bo'yicha normativ talablarning har doim ham bajarilmasligi vaziyatni yanada murakkablashtiradi.

3. Xulosa

2020-2024 yillar davomida "O'TY" AJ signalizatsiya va aloqa masofalarida atmosfera ortiqcha kuchlanishlari ta'siridan TYAT tizimlarining 48 ta nosozligi qayd etilgan. Nosozliklarning asosiy qismi EM, sonli-kodli avtoblokirovka, YAB va mikroprotssessor tizimlariga to'g'ri keladi. Shu bilan birga "O'TY" AJ da mikroprotssessor tizimlarining tarqalishi 21% ni tashkil qiladi.

Elektr tortqili temir yo'l uchastkalarida qaytish qaytgan tortqi toki liniyasi (rels liniyasi) elementlarining xarakterli nosozliklari (izolyatsiyalovchi tutashmaning buzilishi, bog'lagichlarning uzilishi, drossel-transformator asosiy cho'lg'aming uzilishi, relsning sinishi) qayd etilgan, ular tortish tarmog'ida qisqa tutashuv yuzaga kelganda rels zanjirlari apparaturasiga kommutatsion ortiqcha kuchlanishlar hosil qilishiga sabab bo'ladi.

Ortiqcha kuchlanish ta'sirida TYAT qurilmalari nosoz bo'lganda poyezdlar harakati xavfsizligi buziladi, poyezdlar kechikadi va yo'lning iqtisodiy samaradorligi pasayadi.

Tahlil natijalaridan shuni xulosa qilish mumkin: mavjud himoya elementlari yetarlicha samarali emas. Yarimo'tkazgich elementlari bo'lgan TYAT qurilmalarini himoya qilish masalasi ustuvor va dolzarb vazifa hisoblanadi. Mikroprotssessor TYAT tizimlarining keng joriy etilishi yuqori samarali yangi himoya vositalarini ishlab chiqishni talab qiladi, ular tezkor ishga tushish, himoya vositalarida past qoldiq kuchlanish va yuqori tok o'tkazuvchanlik xususiyatlariga ega bo'lishi kerak.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] СТО РЖД 08.024 - 2015 Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий – М.: ОАО «РЖД», 2015 – 41 с.
- [2] СТО РЖД 08.026 - 2015 Устройства железнодорожной инфраструктуры. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Устройства молниезащиты и заземления технических средств. Технические требования – М.: ОАО «РЖД», 2015 – 101 с.
- [3] СТО РЖД 08.026 - 2015 Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Типовая методика обследования электромагнитной обстановки на объектах железнодорожной автоматики и телемеханики – М.: ОАО «РЖД», 2017 – 108 с.
- [4] ГОСТ Р 58232 – Объекты железнодорожной инфраструктуры. Комплексная защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Общие требования – М.: Стандартинформ, 2018 – 103 с.

- [5] Руководящие указания по защите от перенапряжений устройств СЦБ – М.: Транспорт, 1990 – 60 с.
- [6] Кравченко В.И. Грозазащита радиоэлектронных средств: Справочник / В.И. Кравченко. – М.: Радио и связь, 1991. – 264 с.
- [7] Михайлов, М.И. Влияние внешних электромагнитных полей на цепи проводной связи и защитные мероприятия /М.И. Михайлов. – М.: Связьиздат, 1959. – 583 с.
- [8] Михайлов, М.И. Защита сооружений связи от опасных и мешающих влияний / М.И. Михайлов, Л.Д. Разумов, С.А. Соколов. – М.: Связь, 1978. 288 с.
- [9] Михайлов, М.И. Электромагнитные влияния на сооружения связи / М.И. Михайлов, Л.Д. Разумов, С.А. Соколов. – М.: Связь, 1979. – 264 с.
- [10] Михайлов, М.И. Электромагнитные влияния на сооружения связи / М.И. Михайлов, Л.Д. Разумов, А.С. Хоров. – М.: Связьиздат, 1961. – 71 с.
- [11] Правила защиты устройств проводной связи проводного вещания от влияния тяговой сети электрических железных дорог переменного тока. – М.: Транспорт, 1973. – 96 с.
- [12] Правила защиты устройств проводной связи проводного вещания от влияния тяговой сети электрических железных дорог постоянного тока. – М.: Транспорт, 1969. – 44 с.
- [13] Правила защиты установок проводной связи энергосистем от опасных напряжений и токов (Схемы защиты и нормативные указания). – М., 1966. – 20 р.
- [14] Правила защиты устройств проводной связи, железнодорожной сигнализации и телемеханики от опасного и мешающего влияния линий электропередачи. Часть 1. Общие положения. Опасные влияния. – М.: Энергия, 1966. – 40 с.
- [15] Правила защиты устройств проводной связи, железнодорожной сигнализации и телемеханики от опасного и мешающего влияния линий электропередачи. Часть 2. Мешающие влияния. – М.: Связь, 1972. – 56 с.
- [16] Бадер М.П. Электромагнитная совместимость /М.П. Бадер. – М.: УМПК МПС, 2002. – 638 с.
- [17] ГОСТ Р 50397-2011 (МЭК 60050-161:1990). Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2013 – 57 с.
- [18] <https://railway.uz>
- [19] meteocenter.asia – сайт по метеоцентрам Азии (дата обращения 20.05.2019).
- [20] Сердинов С.М. Повышение надежности устройств электроснабжения электрифицированных железных дорог. – М.: Транспорт, 1985. – 301с.
- [21] Кучма К.Г., Марквардт Г.Г., Пушкин В. Н. Защита от токов короткого замыкания в контактной сети. – М.: Трансжелдориздат, 1960. – 259 с.
- [22] Любимов К.А., Ляличев В.С., Шепко В.Ф. Влияние коротких замыканий в контактных сетях на устройства СЦБ и связи //Автоматика, телемеханика и связь. – М., 1975. – 11. – С. 16–21.
- [23] Ляличев В.С. Исследование и ограничение перенапряжений в рельсовых цепях переменного тока с дроссель-трансформаторами. Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1974. – 186 с.
- [24] Радченко В.Д., Соколов С.Д., Сухопрудский Н.Д. Перенапряжения и токи короткого замыкания в



устройствах электрифицированных железных дорог постоянного тока. - М.: Гострансиздат, 1959. – 304 с.

[25] Косарев Б.И., Зельвянский Я.А., Сибаров Ю.Г. Электробезопасность в системе электроснабжения железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1983. – 199 с.

[26] Векслер М.И. Защита тяговой сети постоянного тока от токов короткого замыкания. – М.: Транспорт, 1976. – 120 с.

[27] Кравченко К.В. Защита систем ЖАТ от грозовых и коммутационных перенапряжений / К.В. Кравченко // Автоматика, связь, информатика. – 2011. – № 4. – С. 25–28.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Raxmonberdiyev
Abdulaziz
Abdimajitovich
Rakhmonberdiyev
Abdulaziz
Abdimajitovich

Toshkent davlat transport
universiteti "Avtomatika va
telemexanika" kafedrasida dotsenti v.b.
E-mail: raa19860102@mail.ru
Tel.: +998990869417
<https://orcid.org/0009-0006-0585-7582>



Characteristics of public control in Uzbekistan: problems and their solutions

A.A. Dadasheva¹ 

¹University of Public Security of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article examines the position of civil society in the process of large-scale reforms carried out in Uzbekistan in recent years, the active participation of citizens in the activities of public councils, as well as proposals and recommendations related to the legal resolution of problems raised in public councils.

Keywords: public control, non-governmental organizations, civil society, reforms, people's deputies, people's councils, legal framework, human rights and freedoms, mass media, Constitution of Uzbekistan

Особенности осуществления общественного контроля в узбекистане: проблемы и их пути решения

Дадашева А.А.¹ 

¹Университет общественной безопасности Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В данной статье рассматривается позиция гражданского общества в процессе широкомасштабных реформ, проводимых в Узбекистане в последние годы и их активное участие граждан в деятельности общественных советов, а также предложения и рекомендации, связанные с правовым разрешением проблем, поднимаемых в общественных советах.

Ключевые слова: общественный контроль, негосударственные организации, гражданское общество, реформы, народные депутаты, народные советы, правовая база, права и свободы человека, средства массовой информации, Конституция Узбекистана

1. Введение

Реформы, свой отпечаток на все сферы нашей жизни и влияющие на важные направления развития государства, проявляются в изменениях организационных структур органов власти. В условиях перехода к рыночной экономике полное реформирование представительных органов местного самоуправления, создание их организационно-правовых и финансовых основ стало одной из главных задач, стоящих перед обществом.

Законодательство должно отвечать требованиям сегодняшних времени, поэтому необходимо совершенствовать всегда нормативные документы. «Главное внимание в этом процессе уделяется созданию широких возможностей для реализации гражданами своих прав... Сегодня не граждане идут к чиновникам, а чиновники идут к народу. Это большая перемена». Наличие сильного общественного контроля за деятельностью органов государственной власти является одним из важнейших условий построения гражданского общества. Следовательно, активность граждан, равнодушие к общественным событиям, глубокое ощущение каждым государственным служащим того, что его деятельность находится под контролем общества, имеют большое значение в процессе формирования гражданского общества. Общественный контроль – это деятельность, которая, как показывает мировой опыт, дала положительные

результаты и продемонстрировала силу влияния на власть и общество.

2. Методика исследования

Журналистское расследование, являющееся наиболее распространённой формой общественного контроля, способной продемонстрировать свою силу и позиции в рамках своей деятельности, призвано привлечь внимание общества, органов власти и должностных лиц к нарушениям прав и свобод человека, негативным явлениям в различных сферах. Статья 19 Всеобщей декларации прав человека гласит: «Каждый человек имеет право на свободу убеждений и на свободное выражение их. Это право включает свободу искать, получать и распространять информацию и идеи любыми средствами и независимо от государственных границ».

Опыт зарубежных стран показывает, что в соответствии с правилами, установленными в статье 15 Закона Швейцарии «О публичной информации», журналистам и парламентским партиям должно оказываться максимальное содействие в проведении расследований и проведении информационных встреч. В США действует Ассоциация журналистов, которая проводит журналистские расследования. Ассоциация оказывает всестороннюю организационно-правовую поддержку деятельности журналистов и СМИ, осуществляющих общественный контроль за

 <https://orcid.org/0000-0002-5000-6713>



деятельностью органов государственной власти и управления. Изучение законодательства и опыта зарубежных стран показывает, что процедуры и принципы общественного контроля в этих странах не закреплены в едином законодательстве. Однако отдельные формы общественного контроля детально регламентированы специальными законами, для их обеспечения созданы специальные органы, и этот институт формировался на протяжении многих лет. В основном, комплексная и последовательная работа по формированию общественного контроля проводится в рамках советов. В современную эпоху одной из актуальных задач является обеспечение совместимости международного опыта, общепризнанных правил и национальных традиций при разработке и совершенствовании законодательства, связанного с осуществлением деятельности по общественному контролю, на основе реформ, направленных на либерализацию государственного и общественного строительства.

3. Результаты и обсуждение

В данной статье рассматривается вопрос, волнующий граждан Узбекистана: «Какими должны быть участие, роль и место институтов гражданского общества в осуществлении общественного контроля?» Общественный контроль по своей природе является формой контроля, осуществляемого общественными объединениями, то есть органами самоуправления граждан, политическими партиями, общественными движениями, профсоюзами, общественными фондами, негосударственными организациями и другими институтами гражданского общества. Таким образом, основными субъектами этого демократического процесса являются негосударственные некоммерческие организации, институты гражданского общества. Из этого следует, что институты гражданского общества занимают важнейшее место в осуществлении общественного контроля. Ведущей силой в осуществлении общественного контроля являются институты гражданского общества. Статья 3 Закона «Об общественном контроле», принятого в 2018 году, гласит, что «субъектами общественного контроля являются граждане Республики Узбекистан, органы самоуправления граждан, а также негосударственные некоммерческие организации, зарегистрированные в установленном законом порядке, и средства массовой информации».

В Узбекистане понятие «демократическое общество», его основное содержание и суть доносятся и объясняются гражданам по-разному. Такие слова, как «демократия», «общество», «гражданин», «государство», «свобода», не теряют своей силы в узбекской филологии, независимо от падежа, в котором они употребляются. Однако, если границы и точное значение этих слов не будут разъяснены и не будут раскрыты людям, они вряд ли попадут в список негативных выражений. Каждая норма, установленная законом, не может быть выражена без этих слов.

Довольно заметно, что во многих странах границы этих свобод размыты, традиции преобладают над традициями, и наблюдается тенденция к поддержке борьбы за благоустройство. Жаль, что этот менталитет исчезает. Страны с богатой историей не являются

исключением. Однако сравнивать и анализировать все зарубежные страны со странами Востока с точки зрения свободы довольно сложно, то есть главное отличие здесь — важность традиций.

Растущий интерес гражданского общества к проблемам, возникающим сегодня, не случаен. Он знаменует начало нового этапа в развитии человечества. Генезис и сущность гражданского общества – это расширение практики самоуправления во всех сферах общественной жизни, рост интереса к положению и роли личности в мировой политике.

Важно также, что в новой Конституции Республики Узбекистан 2023 года уделяется внимание деятельности общественного контроля, в статье 36 которой указано, что граждане Республики Узбекистан имеют право участвовать в управлении делами общества и государства непосредственно и через своих представителей. Такое участие осуществляется через самоуправление, референдумы и демократическое формирование государственных органов, а также посредством общественного контроля за деятельностью государственных органов.

Порядок осуществления общественного контроля за деятельностью государственных органов определяется законом. Статья 49 устанавливает, что каждый имеет право на благоприятную окружающую среду и достоверную информацию о ней. Государство создает условия для осуществления общественного контроля за градостроительной деятельностью в целях обеспечения экологических прав граждан и предотвращения вредного воздействия на окружающую среду.

Проекты градостроительных документов подлежат общественному обсуждению в порядке, установленном законом.

Государство осуществляет меры по улучшению, восстановлению и охране окружающей среды, поддержанию экологического равновесия в соответствии с принципом устойчивого развития. и статьей 148, ... граждане и институты гражданского общества осуществляют общественный контроль за формированием и исполнением Государственного бюджета Республики Узбекистан. Порядок и формы участия граждан и институтов гражданского общества в бюджетном процессе определяются законом. Активный характер общественного контроля, закрепление в данных нормах принципов открытости, гласности и публичности являются позитивным аспектом признания прав и свобод человека, принципа «человеческого достоинства». В частности, приняты и укреплены ряд новых законов: «Об общественных объединениях Республики Узбекистан», «О защите профессиональной деятельности журналистов», «О средствах массовой информации», «О гарантиях деятельности негосударственных некоммерческих организаций», «Об органах самоуправления граждан», «О защите прав потребителей», «О профессиональных союзах, гарантиях их прав и деятельности», «О Торгово-промышленной палате», «Об экологическом контроле», «О гласности деятельности органов государственной власти и управления», «О социальном партнерстве», «Об обращениях физических и юридических лиц», «Об общественном контроле» и более 100 других нормативно-правовых актов. Эти законы устанавливают несколько форм общественного контроля. Например, организации создают общественные советы, участвуют



в открытых коллегиальных заседаниях органов государственной власти и управления, вносят на общественное обсуждение проекты нормативных актов и решений органов государственной власти и управления, изучают общественное мнение, заслушивают отчеты должностных лиц органов исполнительной власти органами самоуправления граждан и т. д.

Постановлением Президента Республики Узбекистан от 4 июля 2018 года № ПП-3837 утверждено Типовое положение «Об общественном совете при государственном органе». Данное положение обязывает совет служить народу и завоевывать доверие народа на протяжении всей своей деятельности. В настоящее время деятельность этих советов весьма слаба. Общественный контроль является неотъемлемой частью сильного гражданского общества и означает систематический контроль со стороны институтов гражданского общества и широкой общественности за деятельностью органов государственной власти и управления, их должностных лиц с точки зрения соблюдения ими законов. Такой контроль обычно проявляется через анализ деятельности органов государственной власти и управления, их должностных лиц, изучение, формирование и адекватное выражение общественного мнения по данному вопросу. Сегодня Узбекистан представляет собой важную и уникальную модель построения демократического общества, которую изучают и анализируют многие ведущие политологи мира.

Общественный контроль, осуществляемый институтами гражданского общества, не только обеспечивает гарантированность государством прав и свобод человека, но и обеспечивает определенный уровень контроля, их приоритетность в деятельности государственных органов.

Отличительными чертами общественного контроля за деятельностью органов государственной власти, осуществляемого средствами массовой информации, являются: главенство интересов общества и личности; всесторонность общественного контроля, то есть его осуществление во всех аспектах и сферах общественной жизни; публичность, то есть возможность участия в таком контроле каждого без исключения гражданина и групп граждан; открытость, то есть контроль за ситуацией и его результатами открыт для всех, осуществляется под общественным контролем и наблюдением; осуществление контроля на добровольной и беспристрастной основе и т. д. Ведь защита интересов гражданского общества свидетельствует об усилении общественного контроля за органами государственной власти.

В Узбекистане в настоящее время крайне мало активных, «острое перо» представителей СМИ, и даже при подключении блогеров в качестве вспомогательного звена мы видим, что большая часть получаемых видеороликов и полной, достоверной информации искажается или вырезается. Это может привести к снижению доверия граждан к событиям и инцидентам. Причина, по которой обращается внимание на этот вопрос, заключается в том, что посредством данной системы осуществляется общественный контроль через СМИ по ключевым вопросам и информируется о достигаемых положительных результатах, что приводит к повышению доверия

граждан к проведению политике правительства.

Было отмечено, что в настоящее время отсутствуют механизмы взаимодействия органов исполнительной власти в регионах, а чрезмерная централизация государственных полномочий ведёт к снижению роли местных органов исполнительной власти. Недостаточная открытость и прозрачность деятельности исполнительной власти, слабость общественного контроля, приводящая к излишней бюрократии и коррупции, – досадная и печальная ситуация. Одна из основных причин этих недостатков кроется в недостаточном влиянии народных избранников – депутатов в регионах. Оценивая деятельность депутатов, в большинстве случаев ограничиваются непродуманными выводами вроде «они, по сути, только и делают, что утверждают и голосуют поднятием руки». Ситуация дошла до того, что большинство избирателей даже не знают фамилий депутатов, и всё более очевидны процессы недоверия к депутатам. Мы видим, что именно на этих выборах, которые пройдут через пять лет, депутаты будут активны, а в остальное время они вообще не будут работать, не будут проводить встречи с гражданами и мероприятия, и на это во многих местах и рассчитывают. Потому что основное содержание предвыборной программы кандидатов в депутаты должно быть таким, чтобы в будущем она охватывала все аспекты гражданского общества и делала акцент на создании законов, способных решать эти проблемы, которые будут иметь свою силу на практике и служить общественным отношениям гражданского общества. После избрания субъекты общественного контроля, гарантирующие полную и точную реализацию всех перечисленных в предвыборной программе вопросов, должны уделять этому серьезное внимание как к комплексному вопросу. Если прислушаться к отчётам, то, похоже, в деятельности местных Кенгашей происходят позитивные изменения, но они отражаются только в цифрах. Нам нужны конкретные результаты, а не цифры. Когда ситуация в регионах меняется к лучшему, бюджет полностью исполняется, преступность снижается, создаются новые рабочие места и, самое главное, повышается уровень жизни наших людей, мы можем дать положительную оценку деятельности местных Кенгашей. К сожалению, ни в одном районе деятельность Кенгашей народных депутатов не была организована на образцовом уровне.

Статья 122 Конституции Республики Узбекистан гласит, что к полномочиям Кенгашей народных депутатов относятся: 1) рассмотрение и принятие соответствующих местных бюджетов, контроль за их исполнением; 2) утверждение программ социально-экономического развития территорий и социальной защиты населения; 3) утверждение хокима в должности, заслушивание отчетов о его деятельности; 4) осуществление иных полномочий, предусмотренных настоящей Конституцией и законами. Глава XXI Конституции в полной мере отражает полномочия и обязанности представительных и исполнительных органов государственной власти на местах, роль органов самоуправления граждан. Данная норма предусматривает возможность письменного обращения к представителям народа и негосударственным некоммерческим организациям по проблемной ситуации на основе анкетирования.

В целом, в условиях демократии доверие выступает



основным показателем, определяющим авторитет власти. Доверие, в свою очередь, является важным элементом общественного согласия, его формирование может быть достигнуто посредством следующих трёх основных факторов: во-первых, проявления публичной и транспарентной деятельности власти; во-вторых, организации общественного контроля за деятельностью органов государственной власти; в-третьих, вовлечения граждан в существующую в обществе институциональную систему контроля.

Подводя итог вышесказанному, важно считать признание национального менталитета и ценностей важнейшей задачей государственной деятельности. Хотя СМИ в зарубежных странах признаны четвёртой властью, именно эта власть гарантирует точность и правильность интерпретации всей предоставляемой гражданам информации. В эпоху развития инновационных технологий широко используется выражение «информационная атака», то есть политическое вмешательство в государственную жизнь – это именно распространение информации и данных, приводящее к нарушению внутреннего функционирования государства. (Например, «цветные восстания» на Украине, в Киргизии). Если национальный менталитет и ценности сильны, подобные идеи, приходящие из-за рубежа, будут забыты и не окажут никакого влияния.

Граждане Узбекистана внимательно следят за современными тенденциями в информационном поле, мы видим, что вся информация, которая выкладывается в общественность, многими комментируется и обсуждается. И для того, чтобы общественный контроль, осуществляемый через все средства массовой информации, был более эффективным, необходимо уделять серьезное внимание нескольким аспектам: 1) руководители государственных органов и административных органов, а также руководители предприятий, учреждений и организаций должны четко ощущать, что они действуют под пристальным вниманием общественности. Это, в свою очередь, стимулирует руководителей к постоянной бдительности и соблюдению принципов законности и справедливости в своей работе. 2) Действующее законодательство о деятельности СМИ предусматривает, что при предоставлении материалов на темы, связанные с деятельностью государственных органов и действиями должностных лиц, важно, чтобы они полностью владели информацией по этой теме и, предоставляя комментарии, обязательно указывали ее правовую основу. 3) Повышение правосознания и культуры граждан во многом будет зависеть от влияния СМИ на общество и формирования общественного мнения посредством эффективных, качественных социальных видеороликов. 4) Необходимо активизировать деятельность пресс-служб политических партий и общественных организаций, действующих в политической системе нашего общества, повысить их влияние на общественно-политические события. 5) Необходимо сформировать финансовое положение институтов «журналистского расследования» и «журналистской проверки», которые считаются одним из методов общественного контроля над СМИ, важно заинтересовать в этой деятельности будущую молодёжь, выделять гранты и оказывать методическую помощь со стороны государства и т.д. К сожалению, у нас довольно

низкий интерес к информации о государственных учреждениях.

4. Заключение

С 2017 года будет внедрена система подотчётности губернаторов, прокуроров и органов внутренних дел всех уровней населению. Народ должен служить народу, а не государственным органам, и эту истину, прежде всего, должны хорошо понимать руководители всех уровней. С этой точки зрения, понятия «коммуникация с народом» и «интересы человека» настолько переплетены, что их невозможно отделить друг от друга. Исходя из этого, в обращениях подчеркивается необходимость чёткого определения норм о системе коммуникации с народом во всех законодательных актах, необходимость кардинального переосмысления подходов государственных органов к взаимоотношениям с гражданами, и в этой связи – внедрение новых механизмов и эффективных методов постоянного взаимодействия с населением, решения его проблем. Общественный контроль – это не только контроль за деятельностью государственных органов, но и способ самоуправления общества, иными словами, один из важных факторов развития гражданского общества.

Общественный контроль должен быть введен, прежде всего, в сферах правоохранительных и контролирующих органов, финансов, банковского дела, образования, здравоохранения, коммунального хозяйства, энергетики и транспорта. Кроме того, такие вопросы, как качество товаров и услуг на рынках и в торговых центрах, должны постоянно находиться под общественным контролем. На сегодняшний день мы видим, что в некоторых государственных органах общественные советы до сих пор не созданы, и у нас нет информации о работе уже действующих советов.

Использованная литература / References

- [1] Конституция Республики Узбекистан. -2023. Тошкент. -78 стр.
- [2] Дадашева. А.А. (2019). Ўзбекистонда маҳаллий ижро ҳокимияти органларининг давлат жамият бошқарув тизимидаги ўрни. Tadqiqot.Uz. <https://doi.org/10.26739/2181-9130-2019-11-6>.
- [3] A.A Dadasheva. PUBLIC OPINION AND GOVERNMENT EVALUATION IN NEW UZBEKISTAN - The American Journal of Interdisciplinary Innovations ..., 2022 18-21.
- [4] А. А Дадашева - МАҲАЛЛИЙ ИЖРО ҲОКИМИЯТИ ФАОЛИЯТИ УСТИДАН ЖАМОАТЧИЛИК НАЗОРАТИНИ НАТИЖАДОРЛИГИНИ ОШИРИШНИНГ ИЛМИЙ-НАЗАРИЙ ЁЧИМЛАРИ. ЖУРНАЛ ПРАВОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, 2020. 20-стр.
- [5] А. А Дадашева. ДАВЛАТ ХИЗМАТИНИ ИСЛОҲ ҚИЛИШ ШАРОИТИДА ҲОКИМЛАР ФАОЛИЯТИ УСТИДАН ЖАМОАТЧИЛИК НАЗОРАТИНИ АМАЛГА ОШИРИШНИНГ АСОСИЙ ЙЎНАЛИШЛАРИ - Academic research in educational sciences, 2022. 21- стр. .



[6] А.А. Дадашева. ЎЗБЕКИСТОН
РЕСПУБЛИКАСИ-КОНСТИТУЦИЯВИЙ
ИСЛОҲОТЛАР ДАВР ТАЛАБИ - Academic research in
educational sciences, 2022. 124 стр.

[7] А. А. Дадашева. Маҳаллий ижроия органлари
фаолияти устидан таъсирчан жамоатчилик назорати
механизмларини шакллантириш. Монография. «Yangi
kitob» нашриёти. Тошкент 2020 й. 314 стр.

Информация об авторах/ Information about the authors

Дадашева Акида
Абдужаббаровна
/ Akida Dadsheva

Профессор кафедры университета
Общественной безопасности
Республики Узбекистан, доктор
юридических наук»

E-mail: aqida777@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5000-6713>



The influence of hot dry climate on volumetric deformations of concrete

N. Hojiev¹ ^a

¹Namangan State Technical University, Namangan, Uzbekistan

Abstract: This article studies the effect of dry hot climate conditions on the strength, modulus of deformation, creep deformations of concrete, and determines the coefficients of temperature deformation of concrete from samples made of the same composition. Therefore, the strength of concrete under temperature influence is not sufficient. If a destructive process occurs in concrete due to dehydration in dry hot climate conditions, then due to freezing of concrete, its strength and deformability also undergo serious changes. As a result, it is necessary to take into account changes in temperature and relative humidity during the preparation of reinforced concrete structures and their operation.

Keywords: hot climate conditions, concrete and reinforced concrete, temperature effects on concrete, monolithic concrete, plastic shrinkage deformation

Betonning hajmiy deformatsiyalariga quruq issiq iqlimning ta'siri

Hojiyev N.¹ ^a

¹Namangan davlat texnika universiteti, Namangan, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada quruq issiq iqlim sharoitini betonning mustahkamligi, deformatsiya moduli, kirishish sirpanish deformatsiyalariga ta'sirini o'rganish hamda bir xil tarkibdan tayyorlangan namunalardan betonning temperaturaviy deformatsiya koeffitsientlarini aniqlanadi. Shuning uchun betonning temparaturaviy ta'sirida mustahkamligi etarlicha bo'lmaydi. Quruq issiq iqlim sharoitida betondagi suvsizlanish sababli destruktiv jarayon vujudga kelsa, betonning muzlashi tufayli ham uning mustahkamligi va deformatsiyalanuvchanligida jiddiy o'zgarishlar bo'ladi. Natijada temperatura va nisbiy namlik ta'siridagi o'zgarishlarni, temir-beton konstruksiyalarni tayyorlash va ularni ekspluatatsiya qilish davri uchun ham hisobga olish zarur hisoblanadi.

Kalit so'zlar: quruq va issiq iqlim sharoitlari, beton va temir-beton, betonning harorat ta'sirlari, monolit beton, plastik qisqarish deformatsiyasi, harorat

1. Kirish

Bugungi kunda yig'ma temir-beton buyumlarni ishlab chidarishda atrof-muhit muhofazasini, suv va mineral resurslardan unumli foydalanishni hisobga olish, ishlab chidarish chiqinlaridan va ikqilamchi mahsulotlardan keng foydalanish zarur. Keyingi yillarda betonga turlicha kimyoviy qo'shimchalar qo'shish yuli bilan ularning mustahkamligini oshirish, tsement sarfini kamaytirish ustida tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu esa temir beton konstruksiyalarga e'tibor berish muhim vazifa bo'lib xizmat qiladi. Quruq issiq iqlim sharoitini betonning xossalari ta'siri Quruq issiq iqlim sharoitida ekspluatatsiya qilinadigan temir-beton konstruksiyalarning mustahkamlik va deformativ xarakteristikalarini normal temperatura va normal nisbiy namlik sharoitidan farq qiladi. Quruq issiq iqlim sharoitida betonning mustahkamligi kamayadi, salqiligi va darzlarning ochilishi eni ortadi. Ushbu omillarni hisobga olinmasligi temir-beton konstruksiyalarning sifatiga va uzod muddatga chidamliligiga ta'sir qiladi. Buning natijasida meyoriy hujjatlarga talab yuqori ekanligini korsaradi. Bunday meyoriy hujjatlarga misol qilib qurilish me'yor va doidalari (QMQ 2.03.01.96) da bevosita quyosh radiatsiyasidan himoya qilinmagan temir-beton

konstruksiyalarni hisoblashda temperatura-klimatik ta'sirlarni hisobga olish lozimligi ko'rsatilgan(94). Quruq-issiq iqlim sharoitida beton qotganda bir-biriga qarama-qarshi konstruktiv jarayonlar ko'proq ro'y bersa tsementning gidratatsiyasi chuqurroq va zichroq bo'ladi, qotishning fizik-kimyoviy jarayonlari intensivlashadi, betonning mustahkamligi ortishi tezlashadi va natijada beton issiq iqlimga chidamliroq bo'ladi. betonni parvarishlash amalga oshirilmasa beton suvsizlana boshlaydi. Parvarishlanmagan yoki noto'g'ri parvarishlangan beton quruq xavoda birinchi sutkadayoq qotishi uchun zarur bo'lgan suvning 50-70% ini yuqotadi. Bu o'z nabatida betonni qotishiga salbiy ta'sir etish mumkinligini ko'rsatadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Betondagi suvning bug'lanishi plastik deformatsiya natijasidagi kirishishiga olib keladi. Plastik deformatsiyalar natijasidagi kirishish beton hali qotmasdan turib boshlanadi va u darzlar hosil bo'lishiga olib kelishi mumkin. Agar parvarishlash 20-30 minutdan ortiq vaktga kechiksa plastik kirishish deformatsiyalari boshlanadi. quruq issiq iqlim sharoitida parvarishlash vaqti kamida 6-7 soat bo'lishi kerak. Undan keyingi parvarishlash plastik deformatsiyalar

^a  <https://orcid.org/0000-0002-3676-901X>



rivojlanshiga unchalik ta'sir ko'rsatmaydi lekin beton strukturasining shakllanishiga va 50-70% mustahkamlik olishi uchun zarur. Parvarishlashning boshlang'ich qismida beton bilan suvning birlashishiga yul qo'yilmaydi. Beton nam o'tkazmaydigan material bilan yaxshilab o'rab 8-10 sutka davomida qurishiga yul qo'ymay ushlab turiladi.

Tadqiqotlar quyidagi maqsadlar asosida tashkil qilinadi:

1. Quruq issiq iqlim sharoitini betonning mustahkamligi, deformatsiya moduli, kirishish sirpanish deformatsiyalariga ta'sirini o'rganish hamda bir xil tarkibdan tayyorlangan namunalardan betonning temperaturaviy deformatsiya koeffitsientlarini aniqlash;
2. Yuklama qo'yilmagan plitadagi beton va armaturaning beton va armaturaning deformatsiyalariga quruq issiq iqlim ta'sirini o'rganish;
3. Tajriba o'tkazilayotgan plitaning kesimlarida yilning turli;
4. Fasllari va va sutkaning turli vaqtlarida temperaturaning taqsimlanishini aniqlash;
5. Quruq issiq iqlim sharoitida armaturadagi oldindan zuri Qishdagi kuchlanishlar yuqotilishini aniqlash;
6. Plitalarning tayyorlangan fasli sinov o'tkazilayotgan sharoiti va tik va qiya darzlarni aniqlash;
7. Tomyopma plitalardagi salqiliklarning o'zgarish harakterini tayyorlangan mavsumi va yuklamaning uzoq muddatligiga qarab o'rganish;

Quruq issiq iqlimning plitaning mustahkamligiga ta'sirini va buzilish harakterni va bo'lilishdagi eguvchi momentlarning aniqlashdan iborat bo'lishi kerak.

3. Natijalar

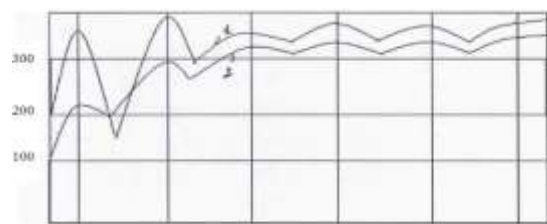
Ushbu tadqiqotlar natijasi shuni ko'rsatdiki Monolit beton va temir-beton konstruksiyalar uchun plastik kirishish deformatsiyasi aniqlandi. Aniqlashish davrida quyidagi jadvaldan ma'lumotlar olindi.

1-jadval

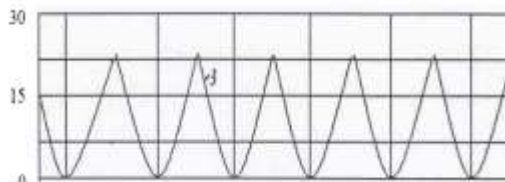
Yoz oylaridagi havoning nisbiy namligi W, %	Plastik xajmiy kichrayish deformatsiyasining qiymati $\varepsilon_{sp} \cdot 10^{-6}$	
	$h_{red} \leq 10$	$h_{red} > 10$
20 va undan ham 40	350 200 250 150 150 -	250 150 150 50 -
60 va undan ortiq		

Quruq issiq iqlim sharoitida nam holatdagi kirishish amplitudasi bir tsilga teng bo'lgan egri chiziqli bo'ladi (1-rasmi a va b ko'rinishida tasvirlangan).

a)



b)



1-rasmda. Betonning nam holatdagi kirishish deformatsiyasi

Ushbu rasmdagi sonlar quyidagilarni bildiradi.

1. ko'ndalang kesim 70 x 70 mm o'lchamdagi prizmaning deformatsiyasi ko'rsatilgan.
2. ko'ndalang kesimi 200x200 mm prizmaning deformatsiyasi ko'rsatilgan.
3. Temperatura tasvirlangan.

Yilning issiq faslida kirishish deformatsiyalari o'sib boradi, sovuq va namlik yuqori bo'lgan paytlarda esa o'sishi kamayib asta-sekin ko'pchish deformatsiyasiga aylanadi. Beton kesimining o'lchamlarning kirishish deformatsiyasiga ta'siri konstruksiya ekspluatatsiyasining dastlabki davrlarida katta rol o'ynadi.

Kirishish deformatsiyasining miqdori quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cs} \frac{\Delta \tau}{\Delta \tau}$$

bu yerda: $\Delta \tau$ -betonni parvarishlash muddati tugagan vaqtdan boshlab ekspluatatsiya davrigacha bo'lgan vaqt hisoblanadi;

a_{cs} -kirishish deformatsiyasining o'sish tezligi.

Beton kirishishi deformatsiyasining chegaraviy qiymati tayyorlangan va ekspluatatsiya qilinadigan muddat va havoning bir oylik o'rtacha namligidan kelib chikib betonning kirishi deformatsiyasini aniqlash imkonini beradi.

4. Xulosa

1. Quruq issiq iqlim sharoitida temir-beton elementlar notekis qiziydi. Temperaturalar tebranishi kavo temperaturasining tebrinish va quyosh radiatsiyasining intensivligi tufayli temir betondan konstruksiyalarning temperatura maydoni uzluksiz o'zgarib turadi va nostatsionardir.

2. Istalgan paytda kesimdagi temperaturalar taksimlanishi nochiziqlidir. Muxandislik hisoblari kesimning balandligi bo'ylab chiziqli qonuniyat bo'yicha qabul qilish mumkin. Keramzit beton sirtidagi temperaturani eng issiq va eng sovuq oylar uchun chiziqli qonuniya bo'yicha qabul qilish tavsiya qilinadi.

3. Quyosh tomonga qaratilgan keramzitbeton sirtidagi temperatura kavo temperaturasidan 10-12°C ko'proq, soya tomondagi sirtidagi temperatura esa havo temperaturasidan ko'pi bilan 6°C ko'proqdir.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Шоджалилов Ш. Напряженное состояние изгибаемых элементов из керамзитобетона при действии длительной нагрузки в условиях сухого



жаркого климата. «Архитектура и строительство Узбекистана», № 2 1987г. С. 4-8.

[2] Щербаков Е.Н., Мамажанов Р.К. Влияние некоторых факторов на развитие во времени усадки тяжелого бетона. Сб. научных трудов ЦНИИСК, вып. (Проблемы ползучести и усадки бетона.)-ЦНИИСК, 1974.-С. 145-146.

[3] Щербаков Е.Н., Мамажанов Р.К. Рекомендации по определению числовых параметров деформаций ползучести и усадки бетона при проектировании железобетонных конструкций для районов с сухим жарким климатом.-ЦНИИСК Минстроя.-М., 1983.

[4] Юсупов З.Ю. Работа железобетонных конструкций при малоцикловых нагружениях в

условиях климата средней Азии. Изд. «ФАН» Узбекистан, 1988г 132с.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Hojiyev
Nosirjon /
Nosirjon
Hojiev

Namangan davlat texnika universiteti
"Bino va inshootlar qurilishi
kafedrasi" dotsenti
E-mail: nosirxodjiev2@gmail.com
Tel.: +9989893-400-81-00
<https://orcid.org/0000-0002-3676-901X>



Development of mathematical models for monitoring and control of train derailment

E.I. Khidirov¹ ^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article presents, for the first time, mathematical models—based on automata theory—of a method for comprehensive monitoring and control of train clearances using non-contact infrared sensors. The proposed approach enables detection of displacements of individual components of wagons and the loads within them beyond established limits, which allows for early identification and prevention of derailment on railway sections. A remote rapid diagnostic method has been developed for determining the correspondence of a lower out-of-gauge condition to a specific wagon in the train, based on data from an electronic axle-counting system, enabling maintenance personnel to promptly assess the abnormal condition. The states and transition conditions of the derailment monitoring system are modeled using Petri nets.

Keywords: automata theory, finite automaton, Petri net, input alphabets, out-of-gauge condition, electronic axle-counting system, infrared sensor

Harakat tarkibini izdan chiqishini nazorat qilish va boshqarishning matematik modellarini ishlab chiqish

Xidirov E.I.¹ ^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, Uzbekistan

Annotatsiya: Ushbu maqolada temir yo'l uchastkalarida harakat tarkibining izdan chiqishini nazorat qilish va bunday holatlarning oldini olish maqsadida, poezddagi barcha vagonlarning detal qismlari hamda ularda joylashgan yuklarning belgilangan gabarit chegaralariga nisbatan siljishini aniqlash imkonini beruvchi, harakat tarkibi gabaritini kontaktsiz infraqizil datchiklar orqali kompleks nazorat qilish va boshqarish usulining matematik modellari ilk bor avtomatlar nazariyasi asosida ishlab chiqildi. Harakat tarkibidagi pastki nogabartlilikning qaysi vagonga tegishli ekanini aniqlash uchun o'qlarni sanashning elektron tizimidan foydalanish asosida, texnik xizmat ko'rsatish shoxobchasidagi vagon ko'ruvchi-ta'mirlovchi xodim tomonidan nogabartli holatlarni masofadan turib tezkor tashhislash usuli yaratildi. Shuningdek, harakat tarkibini izdan chiqishini nazorat qilish tizimining holatlari va ular orasidagi o'tishlar Petri tarmog'i yordamida modellashtirildi.

Kalit so'zlar: avtomatlar nazariyasi, chekli avtomat, Petri tarmog'i, kirish alfavitlari, nogabartlilik, o'qlarni sanash elektron tizimi, infraqizil datchik

1. Kirish

Harakat tarkibining izdan chiqishi yoki gabaritdan tashqariga chiqadigan qismlar paydo bo'lishini aniqlovchi maxsus nazorat qurilmalari poezdlar harakati xavfsizligini ta'minlashda muhim o'rin tutadi. Ushbu qurilma pastki gabaritdan tashqariga chiqib qolgan detallarni, shuningdek g'ildirak juftligining relsdan siljib ketishi holatlarini erta bosqichda aniqlashga xizmat qiladi. Qurilma ishga tushganda poezd mashinistiga radioaloqa orqali yoki stansiya navbatchisi (DSP) tomonidan informator vositasida ovozli ogohlantirish yuboriladi va poyezd kirish, o'tish yoki to'suvchi svetoforlarga yetib borishidan oldin to'xtatiladi [1].

Mazkur nazorat vositalari odatda stansiyalarning kirish qismida, ogohlantiruvchi svetoforlargacha bo'lgan

masofada, shuningdek avtomatik yoki yarim avtomatik blokirovka o'rnatilgan peregonlarda va turli sun'iy inshootlar (ko'priklar, kanal, tunnel, daryo o'tkazmalari) oldida montaj qilinadi. Temir yo'l inshootlariga yaqinlashayotgan harakat tarkibi gabaritining belgilangan me'yorlarga muvofiqligini nazorat qilish – poezdlar harakati xavfsizligini ta'minlovchi eng mas'ul jarayonlardan biridir.

Tizimning asosiy vazifasi – poezd tarkibidagi gabaritdan tashqariga chiqadigan elementlar yoki juft g'ildiraklarning relsdan siljishini avtomatik tarzda aniqlashdir. Shu sababli qurilma joylashtiriladigan hududlar, odatda, xavf omillari yuqori bo'lgan stansiya kirishlari va sun'iy inshootlar oldidagi masofalardir [2].

Temir yo'l avtomatika vositalari orasida SMB (signallashtirish, markazlashtirish va blokirovka) tizimlarining aniq ishlashi katta ahamiyatga ega. Amaldagi

^a <https://orcid.org/0009-0009-6649-4705>



ko'plab qurilmalarda texnik diagnostika, holatni baholash va nosozliklarni masofadan aniqlash imkoniyatlari cheklangan bo'lib, buzilishlarni bartaraf etish ko'pincha vagon xo'jaligi, yo'l xo'jaligi hamda signalizatsiya xodimlarining tajribasiga tayanadi[3].

Gabaritni nazorat qilishning zamonaviy yondashuvlaridan biri kontaktsiz infraqizil datchiklar asosida kompleks tahlil olib borishdir. Ushbu yondashuv nogabarit holatlarini aniqlashda matematik modellashtirish imkonini beradi.

Harakat tarkibi izdan chiqishini nazorat qilish qurilmasining texnik tuzilishini, ishlash algoritmlarini va ishonchlilikini baholash uchun boshqariluvchi chekli avtomatlar nazariyasi asosida matematik model ishlab chiqiladi. Chekli avtomatlar nazariyasi mantiqiy tizimlarning holatlari, ularning almashinuvi va ishlash jarayonlarini tavsiflashga xizmat qiladi.

S. K. Klini hamda akademik V. M. Glushkov tomonidan ishlab chiqilgan algebraik yondashuvlar chekli avtomatlar nazariyasining asosini tashkil etadi. Ushbu nazariya zamonaviy raqamli tizimlar va dasturiy ta'minotning ko'plab tarkibiy qismlarini modellashtirishda qo'llaniladi [4].

Amaliyotda deterministik (DFA) va nondeterministik (NFA) tipdagi chekli avtomatlar keng qo'llanadi. DFA modelida har bir kirish belgisi uchun faqat bitta holatga o'tish mavjud bo'lsa, NFA bir vaqtning o'zida bir nechta ehtimoliy holatda bo'lishi mumkin. Ular quyidagi komponentlar orqali tavsiflanadi: holatlar to'plami Q , kirish alifbosi Σ , o'tish funksiyasi δ , boshlang'ich holat q_0 va yakuniy holatlar to'plami F [6].

Texnologik boshqaruv tizimlarida turli ko'rinishdagi chekli avtomatlardan foydalaniladi, ulardan biri boshqaruvchi chekli avtomat bo'lib, jarayonlar ketma-ketligini mantiqiy nazorat qilish vazifasini bajaradi. Avtomat beshlik deb ataladigan beshta ob'ekt sifatida aniqlanadi [7].

$$A = \langle X, Q, Y, \lambda, \delta \rangle \quad (1)$$

bu yerda:

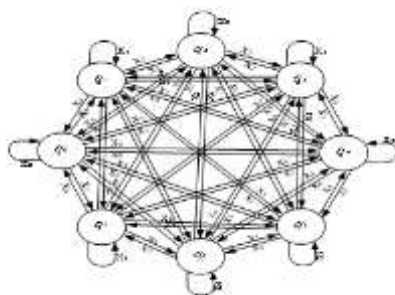
X - kirish alfaviti; Q - ichki alfaviti; Y - chiqish alfaviti.

$$\delta: \delta \rightarrow Q \quad \delta \leq X * Q \quad (2)$$

o'tish funksiyasi

$$\lambda: \lambda \rightarrow Y \quad \lambda \leq X * Q \quad (3)$$

chiqish funksiyasi

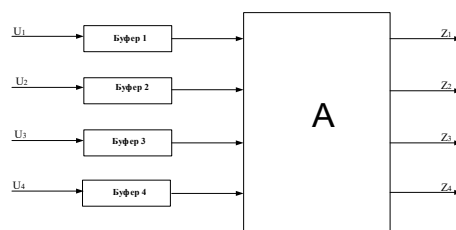


2- rasm. Infraqizil datchikning boshqaruvchi avtomat matematik modeli

X , Q va Y alfaviti belgilari o'z navbatida ichki, kirish va tashqi belgilar hisoblanadi, Q belgisi esa holatlar deb ham ataladi [7].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Yarim avtomatik blokirovka uchastkasiga o'rnatilgan harakat tarkibi gabaritini nazorat qilish tizimi tarkibida to'rtta kirish va to'rtta chiqishga ega bo'lgan boshqaruvchi chekli avtomat mavjud (1-rasm). Ushbu avtomatda U_1 kirishi O'SET datchigidan uzatiladigan axborotni qabul qiladi. Qolgan U_2 , U_3 va U_4 kirishlari esa mos ravishda ID1, ID2 hamda ID4 datchiklaridan keladigan signallarni qabul qiladi. Z_1 , Z_2 , Z_3 va Z_4 chiqishlarida esa U_1 , U_2 , U_3 va U_4 kirishlaridan olingan ma'lumotlarning qayta ishlangan natijalari shakllantiriladi.



1- rasm. 4 ta kirishli va chiqishli harakat tarkibini izdan chiqishini nazorat qilish qurilmasining boshqaruvchi avtomati

Harakat tarkibining izdan chiqishi yoki pastki qismidagi nogabarit holatlarni ID datchiklari orqali aniqlash jarayoni boshqaruvchi tarmoq avtomatining modeli sifatida 2-rasmda tasvirlangan. Mazkur modelda quyidagi datchiklar vazifani bajaradi: ID1 – tarkibning chap tarafida joylashgan pastki gabaritdan chiqish holati va relsdan siljish belgilarini aniqlovchi datchik; ID2 – temir yo'l izlari oralig'ida joylashgan pastki nogabaritlilik va izdan chiqish holatini qayd etuvchi datchik; ID3 – tarkibning o'ng tomonidagi pastki gabarit buzilishi va izdan chiqish ehtimolini kuzatuvchi datchik [8].

1-jadvalda esa harakat tarkibida aniqlangan pastki nogabarit holatlari hamda relsdan chiqish bilan bog'liq vaziyatlarning tasnifi keltirilgan.

$$Q \in \{q_0, q_1, \dots, q_7\} \quad (4)$$

$$q_0 = \delta(Q, x_0) \quad (5)$$

$$q_1 = \delta(Q, x_1) \quad (6)$$

$$q_2 = \delta(Q, x_2) \quad (7)$$

$$q_3 = \delta(Q, x_3) \quad (8)$$

$$q_4 = \delta(Q, x_4) \quad (9)$$

$$q_5 = \delta(Q, x_5) \quad (10)$$

$$q_6 = \delta(Q, x_6) \quad (11)$$

$$q_7 = \delta(Q, x_7) \quad (12)$$



Bu modelda q_0 dan q_7 gacha bo'lgan belgilar avtomatning ichki alfaviti sifatida qaraladi. 3.5-rasmda ushbu sakkizta holat - $q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6$ va q_7 - ko'rsatib o'tilgan. Agar avtomatning barcha kirish signallari nol qiymatiga ega bo'lsa ($X_0 = 000$), u holda q_0 holati

faollashadi va bu harakat tarkibida pastki nogabarit holati yoki izdan chiqish belgilari mavjud emasligini bildiradi.

Agar kirishlar $X_1 = 001$ ko'rinishiga ega bo'lsa, avtomat q_1 holatiga o'tadi. Bu holat harakat tarkibining o'ng tomonida pastki nogabaritlilik yoki relsdan chiqishga oid belgilar aniqlanganini anglatadi.

1- jadval

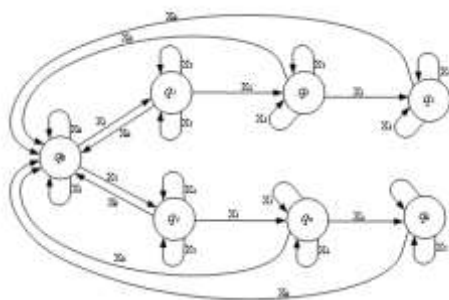
Pastki nogabaritliliklarni infraqizil datchiklar orqali aniqlashning avtomatlar nazariyasi asosidagi matematik modelning holatlari

1	2	3	4	5	6
Kirish alfavitlar	Infraqizil datchiklar			Ichki alfavitlar	Gabaritlik holati
	ID1	ID2	ID3		
X_0	0	0	0	q_0	Harakat tarkibida pastki nogabaritlilik e'ki izdan chiqishlik holati aniqlanmagan
X_1	0	0	1	q_1	Harakat tarkibida o'ng tomon pastki nogabaritlilik e'ki izdan chiqishlik holati aniqlangan
X_2	0	1	0	q_2	temir yo'l izlari orasidagi harakat tarkibida pastki nogabaritlilik yoki izdan chiqish holati aniqlangan
X_3	0	1	1	q_3	Harakat tarkibida o'ng tomon va temir yo'l izlari orasida pastki nogabaritlilik yoki izdan chiqishlik holati aniqlangan
X_4	1	0	0	q_4	Harakat tarkibida chap tomon pastki nogabaritlilik yoki izdan chiqishlik holati aniqlangan
X_5	1	0	1	q_5	Harakat tarkibida chap va o'ng tomon pastki nogabaritlilik yoki izdan chiqishlik holati aniqlangan
X_6	1	1	0	q_6	Harakat tarkibida chap tomon va temir yo'l izlari orasida pastki nogabaritlilik yoki izdan chiqishlik holati aniqlangan
X_7	1	1	1	q_7	Harakat tarkibida chap va o'ng tomon shuningdek temir yo'l izlari orasida pastki nogabaritlilik yoki izdan chiqishlik holati aniqlangan

Harakat tarkibida nogabaritlilik yoki izdan chiqishlik holati aniqlangandan keyin ushbu holat nechinchi o'qqa tegishli ekanligi va harakat yo'nalishini o'qlarni sanash elektron datchigi bilan (O'SET) aniqlanadi, Harakat tarkibida

infraqizil datchiklar orqali aniqlangan nogabaritlilikni qaysi o'qqa tegishli ekanligi va harakat yo'nalishi O'SET bilan aniqlanadi (3- rasmi) [9].



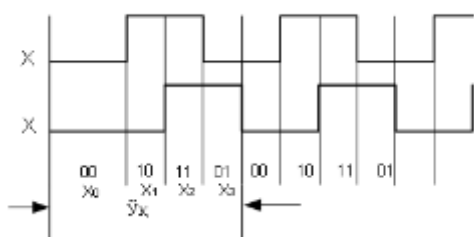


3- rasm. O'qlarni sanash elektron tizimi datchigining boshqaruvchi avtomat modeli

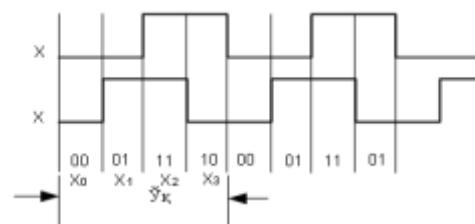
Bu yerda: q_0 – datchikning boshlang'ich (ishga tayyor) holati; q_1 – harakat tarkibining juft yo'nalish tomondan yaqinlashayotganini belgilovchi holat; q_2 – harakat tarkibining toq yo'nalishdan yaqinlashayotganini ko'rsatuvchi holat; q_3 (q_4) – mos ravishda juft (yoki toq) yo'nalishdan yaqinlashayotgan tarkibning aniqlanish holati;

q_5 (q_6) – harakat tarkibi juft (yoki toq) yo'nalish bo'yicha orqa tomonga harakatlanayotganida, datchiklar tomonidan o'qlar sonini qayd etish holati.

X_0, X_1, X_2 va X_3 esa harakat tarkibining o'qlari elektron sanash tizimi datchigi ustidan o'tganda chulg'amlar tomonidan hosil qilinadigan signal impulslerini bildiradi.



4. a- rasm. O'SET datchigining to'g'ri yo'nalish bo'yicha o'qlarni sanashi



4. b- rasm. O'SET datchigining teskari yo'nalish bo'yicha o'qlarni sanashi

2- jadval

O'SET datchigining ishlash ketma ketligi

Kirish signallari	q_0	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6
x_0	q_0	q_0	q_0	q_0	q_0	q_0	q_0
x_1	q_1	q_1	q_4	q_5	q_4		q_6
x_2	q_2	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6
x_3	q_0	q_3	q_2	q_3	q_6	q_5	

2-jadvalda O'SET datchigining ishlash bosqichlari bayon etiladi. Bunda: q_0 – datchikning boshlang'ich holati bo'lib, har bir o'qdan signal o'tgach, tizim yana shu holatga qaytadi; q_1 – datchikning birinchi chulg'amiga x_1 signali kelganda poezdning juft yo'nalishdan yaqinlashayotganini bildiradi, bu jarayonda x_1 va x_2 signallari o'z holatini saqlaydi, birinchi chulg'amga x_0 signali ta'sir etgach esa tizim yana boshlang'ich holatga qaytadi; q_2 – ikkinchi chulg'amga x_2 signali kelganda poezdning toq yo'nalishdan harakatlanayotganini anglatadi, x_2 va x_3 signallari o'z

qiymatini saqlaydi va x_0 signali kelishi bilan datchik dastlabki holatiga qaytadi.

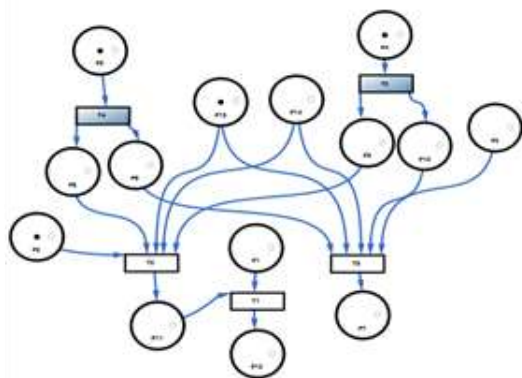
q_3 (q_4) – juft (yoki toq) yo'nalishdan yaqinlashayotgan poezdning o'qlari soni aniqlanadigan holat bo'lib, bunda (13) va (14) formulalardagi shartlar bajariladi; q_1 holatidan x_3 signali chiqqanda navbatdagi o'qlarni sanash jarayoni boshlanadi, x_2 va x_3 signallari o'z holatini saqlagan holda juft yo'nalish bo'yicha kelayotgan keyingi o'qlarni hisoblash davom etadi; q_2 holatidan x_1 signali kelishi bilan qo'shimcha o'qlarni sanash boshlanadi, x_1 va x_2 signallari o'z holatida qolgan holda toq yo'nalishdan kelayotgan



o'qlarni sanash jarayoni davom ettiriladi. Harakat tarkibi juft yoki toq yo'nalish bo'yicha harakatlanib kelayotgan paytda orqaga siljish holati yuz berganda (15) va (16) formulalarda belgilangan talablar bajariladi [9].

Harakat tarkibi 1ChP (yoki 1NP) uchastkasiga kirganda t5 sharti bajarilib, $I(t_5) = \{P_5\}$ va $O(t_5) = \{P_9, P_{10}\}$ holatini hosil qiladi (P_9 va P_{10} – ChP uchastkasini nazoratlovchi relening kontaktlari hisoblanadi). O'SET datchigidan o'tish jarayonida esa t4 amali bajariladi, bunda $I(t_4) = \{P_3\}$ va $O(t_4) = \{P_6, P_8\}$ chiqishlar shakllanadi (5-rasm).

Harakat tarkibini izdan chiqishini aniqlash qurilmasi uchun boshqaruvchi chekli avtomatning Petri tarmog'idagi kirish va chiqish signallari (18) va (19) matritsalarini orqali ifodalanadi.



5- rasm. Harakat tarkibini izdan chiqishini nazorat qilish qurilmasini boshqaruvchi chekli avtomatning Petri tarmog'ida ishlashi

Harakat tarkibi to'g'ri (juft) yo'nalishdan 1ChP (1NP) uchastkasini band qilgan holda O'SET datchigi orqali o'qlar sonini hisoblash jarayonini boshlaydi va HTICHNQQ dan o'tish vaqtida tarkibda pastki nogabarit yoki izdan chiqish holati qayd etilsa, t2 sharti ishga tushadi: $I(t_2) = \{P_2, P_6, P_9, P_{13}, P_{14}\}$. Shu bilan birga $O(t_2) = \{P_{11}\}$ chiqishi faollashadi.

Bu yerda P_2 – poezdning to'g'ri yo'nalishdan yaqinlashayotganini ko'rsatadi, P_{11} – kirish svetofoirining ta'qiqlovchi holatga o'tishini bildiradi, P_{13} – ($q_0 \dots q_7$) orqali ID datchiklari pastki nogabarit yoki izdan chiqish holatini aniqlaganini ifodalaydi, P_{14} – tezyurar "Afrosiyob" yo'lovchi poezdlari yuqori tezlikda harakatlanganda qurilmani faoliyatdan chiqarish va kirish svetofoirini ruxsat beruvchi signaldan ta'qiqlovchi signalga o'tkazishni anglatadi. Natijada harakat tarkibi 1ChP (1NP) uchastkasi yaqinlashish hududida majburiy to'xtatiladi.

Harakat tarkibi teskari (toq) yo'nalishdan 1ChP (1NP) uchastkasiga kirib, O'SET datchigidan o'tishi bilan o'qlarni hisoblash jarayoni boshlanadi. Agar tarkib HTICHNQQdan o'tish chog'ida pastki nogabaritlik yoki izdan chiqish holati aniqlansa, t3 sharti ishga tushadi: $I(t_3) = \{P_5, P_8, P_{10}, P_{13}, P_{14}\}$. Natijada $O(t_3) = \{P_7\}$ chiqish signali hosil bo'ladi (P_5 – tarkibning teskari yo'nalishdan yaqinlashayotganini bildiradi).

$$I = |i_{jk}| = \begin{matrix} & P1 & P2 & P3 & P4 & P5 & P6 & P7 & P8 & P9 & P10 & P11 & P12 & P13 & P14 \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (18)$$

$$O = |o_{jk}| = \begin{matrix} & P1 & P2 & P3 & P4 & P5 & P6 & P7 & P8 & P9 & P10 & P11 & P12 & P13 & P14 \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (19)$$

t2 shart bajarilganch poezdlar harakat grafigiga asosan keyingi harakat tarkiblar harakatini davom ettirishda stansiyadagi kirish svetofoirining ruxsat etuvchi ko'rsatkichiga o'tkazish maqsadida DSP tomonidan tizimni qaytadan tiklash VKS tugmasi bosilganda t1 shart bajariladi $I(t_1) = \{P1, P11\}$ va $O(t_1) = \{P12\}$ chiqishga erishiladi ($P1$ – tizimni qayta tiklash, $P12$ – sxemani boshlang'ich holatga o'tkazish), buning natijasida sxema boshlang'ich holatiga qaytadi.

3. Xulosa

Temir yo'lda poezdlar harakati xavfsizligini ta'minlash jarayonida poezdning izdan chiqishi, pastki nogabaritlik yoki ayrim qismlarning osilib qolish holatlarini aniqlash va nazorat qilishda, harakat tarkibini izdan chiqishini aniqlovchi qurilmaning ishonchli va barqaror ishlashi hamda uning texnik tuzilishini nazariy va amaliy jihatdan baholash maqsadida kontaktsiz infraqizil datchiklar asosida kompleks nazorat va boshqaruv usulining matematik modellari ishlab chiqildi. Ushbu yondashuv natijasida tizim butun harakat tarkibi bo'ylab izdan chiqish holatlarini to'liq aniqlash imkoniyatiga ega bo'ladi. Modelda har bir o'q uchun uchta infraqizil datchik holatini kuzatish nazarda tutilgan bo'lib, vagon o'qlari soni ortgan sari umumiy tekshiruv kombinatsiyalari ham ko'payadi. Bu esa o'z navbatida har bir vagon bo'yicha pastki nogabaritlik holatlarini tezda va aniq aniqlash imkonini yaratadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] «O'zbekiston temir yo'llari» AJ ning 2024 yil 16 martdagi N-226 son buyrug'i "Harakatlanuvchi tarkibni izdan chiqishini nazorat qiluvchi qurilma" (HTICHNQQ), (UKSPS)) Xizmat ko'rsatish texnologiyasi. Toshkent 2020 yil.
- [2] O'zbekiston Respublikasi transport vazirining 2022 yil 27-iyuldagi "Temir yo'l transporti hamda metropolitenda harakat va tashishlar xavfsizligi talablarining buzilishi bilan bog'liq hodisalarni tasniflash, xizmat tekshiruvini olib borish va hisobga olish tartibi to'g'risidagi nizomni tasdiqlash haqida", 3376-raqamli buyrug'i.
- [3] Sapojnikov V.I.V. (Sintez sistem upravleniya dvijeniem poezdov na jeleznodorojnyx stanciyax s isklucheniem opasnyx otkazov / M.: Nauka, 2021. – 229. – ISBN 978-5-02-040877-7
- [4] Teoreticheskie osnovy jeleznodorojnoy avtomatiki i telemexaniki: uchebnik dlya vuzov/ A.S. Pereborov, A.M. Bryleev, V.V. Sapojnikov i dr.; Pod red. A.S. Pereborova.-3-e izd.pererab. i dop.-M.: Transport, 1984.-384s.
- [5] Xopkroft, Djon, E., Motvani, Radjiv, Ulman, Djefri, D.. X78 Vvedenie v teoriyu avtomatov, yazykov i



вычислений, 2-е изд.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом “Вильямс”, 2008. — 528 с.: ил. — Парал. tit. angl.

[6] A. A. Maksimov “Odin podxod k postroeniyu konechno-Avtomatnoy upravlyayushchey seti” ISSN 0236-3933. 28 Vestnik MGTU im. N.E. Bauman. Ser. “Priborostroenie”. 2012.-15 s.

[7] Burkatovskaya Yu.B. Teoriya avtomatov: uchebno-metodicheskoe posobie / Yu.B. Burkatovskaya, E.S. Veremeenko; Nauchno-issledovatel'skiy Tomskiy politexnicheskii universitet. — Tomsk: Izd-vo Tomskogo politexnicheskogo universiteta, 2010. — 108 s.

[8] Kurbanov J.F., Sattarov X.A., Xidirov E.I. . Infraqizil datchiklar yordamida poezd harakat tarkibi gabaritini nazorat qilish usuli // Muxammad Al Xorazmiy avlodlari ilmiy-amaliy va axborot tahliliy jurnal –№2(28) – 2024. –ISSN-2181-9211.1

[9] Janibek F. Kurbanov. Natalya V. Yaronova, Erkin I. Khidirov. Contactless Control System is a Dimensional

Device for Monitoring Rolling Stock in the Process of their Movement. 2024 International Russian Smart Industry Conference (SmartIndustryCon)

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Xidirov Erkin
Irgashevich /
Erkin Khidirov

Toshkent davlat transport
universiteti “Avtomatika va
telemexanika” kafedrasida dotsent
v.b.

E-mail:

erkin_xidirov1988@mail.ru

Tel.: +998998730395

<https://orcid.org/0009-0009-6649-4705>



Structural analysis of the W-Cu-Co-C system composite by the synthesis method at high pressure and temperature

Z.G. Mukhamedova¹^a, O.V. Ignatenko²^b, Sh.S. Fayzibaev¹^c, T.M. Tursunov¹^d,
T.T. Urazbaev¹^e, Sh.I. Mamaev¹^f

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

² Scientific and practical center for materials science of the national academy of sciences of Belarus, Minsk, Belarus

Abstract: This study proposes a new method for the synthesis of cemented carbides in the tungsten carbide-cobalt system under conditions of high pressure and high temperature (HTS). The aim of the research is to eliminate the problem of the balance of the relationship between hardness and strength in this two-component system. WC-Co composites were obtained by direct synthesis from elemental tungsten, carbon, and cobalt under thermobaric conditions, i.e., in the temperature range of 4-8 GPa and 1200-2200 °C, which allowed the formation of the WC phase and compaction to occur in one stage. Structural analysis and testing were carried out in scientific research, in which the results of X-ray diffraction - structure of the crystal lattice, phase composition and average particle size and scanning electron microscopy (SEM) - microstructure of the material surface, particle shape and size, defects, as well as transmission electron microscopy (TEM) - crystallographic data were presented. The obtained WC-Co composites were scientifically investigated to achieve high hardness >13 GPa and high viscosity (>12 MPa·m^{1/2}). It is intended to achieve physical values characteristic of the common WC-6Co class widely used in production.

Keywords: thermobaric synthesis, WC-Co composites, high-pressure-high-temperature (HPT) process, phase formation, cementation, phase composition, surface microstructure, structural analysis, properties

Yuqori bosim va haroratda sintez usuli bilan W-Cu-Co-C tizimli kompozitning strukturaviy tahlili

Muxamedova Z.G.¹^a, Ignatenko O.V.²^b, Fayzibayev Sh.S.¹^c, Tursunov T.M.¹^d,
Urazbayev T.T.¹^e, Mamayev Sh.I.¹^f

¹ Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent shahri, O'zbekiston

² Belarus milliy fanlar akademiyasining materialshunoslik ilmiy-amaliy markazi, Minsk, Belarus

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot volfram karbidi-kobalt tizimida sementitlangan karbidlarini yuqori bosim va yuqori harorat (YuBH) sharoitida sintez qilishning yangi usulini taklif etadi. Tadqiqotning maqsadi bu ushbu ikki komponentli tizimda qattqlik va mustahkamlik o'rtasidagi bog'liqlik muvozanat muammosini bartaraf etishdan iborat. WC-Co kompozitlari termobarik sharoitlarda ya'ni 4–8 GPa va 1200–2200 °C harorat intervalida elementar volfram, uglerod va kobaltdan to'g'ridan-to'g'ri sintez yo'li bilan olinib, bunda WC fazasining hosil bo'lishi va zichlanishning bir bosqichda amalga oshishiga imkon berdi. Strukturaviy tahlil va sinovlari ilmiy tadqiqotda o'tazilib, bunda rentgen difraksiyasi (X-ray diffraction) - kristall panjaraning tuzilishi, fazalar tarkibi va donachalarning o'rtacha o'lchami, skanerlovchi elektron mikroskopiya (Scanning electron microscopy) - material yuzasining mikrostrukturasi, donachalar shakli va o'lchami, nuqsonlar, hamda transmissiya elektron mikroskopiya (Transmission Electron Microscopy) - kristallografik ma'lumotlarning natijalari keltirib o'tilgan. WC-Co olinagan kompozitlar yuqori qattqlikka >13 GPa va yuqori qovushqoqlik (>12 MPa·m^{1/2}) ko'rsatkichlariga erishish uchun ilmiy olib borilgan. Bu ishlab chiqarishda ommabod qo'llanadigan odatdagi WC-6Co sinfiga xos bo'lgan fizik qiymatlarga erishish ko'zda tutilgan.

Kalit so'zlar: termobarik sintez, WC-Co kompozitlari, yuqori bosim-yuqori harorat (YuBH) jarayoni, faza hosil bo'lishi, sementitlangan, fazalar tarkibi, yuzasining mikrostrukturasi, strukturaviy tahlil, xossalalar

^a  <https://orcid.org/0000-0002-1825-2447>

^b  <https://orcid.org/0000-0002-4344-5072>

^c  <https://orcid.org/0000-0003-1420-3581>

^d  <https://orcid.org/0000-0002-6834-7356>

^e  <https://orcid.org/0009-0006-1808-489X>

^f  <https://orcid.org/0009-0002-6073-747X>



1. Kirish

Volfram karbidi – kobalt asosli kompozit material o'z ichida yuqori qattqlik va zarbaga nisbatan yetarli qovushqoqlik xossalari uyğunlashtiradi. Biroq ushbu xossalarda o'rtasidagi optimal muvozanatga erishish hanzgacha murakkab masala bo'lib qolmoqda, chunki ulardan birini yaxshilash ko'pincha boshqasining yomonlashuviga olib keladi. Masalan, kobalt miqdorini oshirish sinish qovushqoqligini oshiradi, ammo qattqlikni pasaytiradi; WC donalari mayda qilish esa qattqlikni oshirsada, qovushqoqlikni kamaytirishi mumkin [1–4]. An'anaviy sintirlash texnologiyalarida ushbu "qattqlik–qovushqoqlik" murosari ayniqsa tog' jinslarini burg'ulash kabi sovetmasiz, yuqori yuklama ostidagi keskichlarda keskin namoyon bo'ladi

Shu bois, so'nggi yillarda tadqiqotchilar volfram karbidi – kobalt (WC–Co) tizimida aynan mikrostrukturani boshqarish orqali xossalarni optimallashtirishga alohida e'tibor qaratmoqdalar. Mikrostrukturaviy optimallashtirish shuni ko'rsatadiki, yirikroq WC donalari sinish qovushqoqligi va yorilishga chidamliligini oshirishi, biroq qattqlikni biroz pasaytirishi mumkin. Shu sababli don o'lchamining bir xilligiga erishish yeyilishga chidamlilikni saqlashda muhim omil hisoblanadi [5]. Don shakli va morfologiyasini boshqarish ham sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Masalan: texnologik qo'shimchalar yoki jarayon parametrlarini aniq nazorat qilish natijasida hosil bo'lgan sferik yoki yumaloq WC donalari kuchlanish konsentratsiyalarini kamaytirib, qattqlik va qovushqoqlik o'rtasidagi muvozanatni yaxshilashi mumkin [6–8].

Yana bir muhim yo'nalish – bog'lovchi faza (Co) ning strukturasi o'zgartirishdir. Kobalt bog'lovchisini nanostrukturallash, uni legirlash yoki ikkilamchi fazalarni kiritish orqali bog'lovchi fazaning mustahkamligi va termik barqarorligini oshirish, yuqori haroratlarda ishlash qobiliyatini yaxshilash hamda egiluvchanlikni saqlab qolish mumkin [9–11]. Bu borada dispersion qotish, nanotuzilmali bog'lovchilar hosil qilish kabi yondashuvlar samarali ekani ko'rsatilgan. Shu bilan birga, so'nggi tadqiqotlarda an'anaviy kobalt bog'lovchisini murakkab kompozit tizimlar (masalan, B–N–Ti–Al asosidagi birikmalar) bilan almashtirish yoki qisman o'zgartirish orqali mexanik xossalarni sezilarli darajada yaxshilashga erishilgan [12,13]. Biroq bu usullar ko'pincha ko'p bosqichli texnologik sikllar, qo'shimcha legirlovchi komponentlar va qimmatbaho ishlov berish rejimlarini talab qiladi hamda qattqlik–qovushqoqlik muvozanatini to'liq bartaraf eta olmaydi.

Ushbu ma'lumotlarga tayangan holda, bizning tadqiqotimiz WC–Co kompozitlarining strukturaviy holatini boshqarish bo'yicha yangi yo'nalishni taklif etadi: yuqori bosim va yuqori harorat ta'siri ostida WC–Co tizimini bir bosqichda sintez qilish va zichlashtirishga asoslangan termobarik (YUBH) sintez usuli. Yuqori bosim–yuqori harorat (YUBH) sharoitlari elementar komponentlardan WC fazasini bevosita hosil qilish bilan birga, fazalar bir xilligini ta'minlash, go'vaklikni kamaytirish va WC donalari hamda Co bog'lovchi fazasi o'rtasidagi interfeys strukturasi nazorat qilishga imkon beradi. Bu yondashuv ilmiy ishimizda o'ta qattiq materiallar YUBH sharoitlari natijasida yuqori darajada zich, barqaror va bir jinsli mikrostruktura hosil qilingani ko'rsatilgan.

Mazkur ishning yangiligi, bir tomondan, WC–Co tizimiga termobarik sintezni qo'llashda namoyon bo'ladi: bu usul oldindan uglerodlash yoki uzoq muddatli pishirish

sikllarisiz, bevosita "in-situ" WC fazasini hosil qilish va bir vaqtning o'zida kompaktni zichlashtirish imkonini beradi. Ikkinchi tomondan, bosim ostida donlarning sferoidlanishi, WC donalari taqsimotining bir jinslilashuvi va Co bog'lovchi fazasining strukturaviy mustahkamlanishi natijasida qattqlik va sinish qovushqoqligi an'anaviy WC–6Co qattiq qotishmalari uchun adabiyotlarda keltirilgan qiymatlardan yuqoriga ko'tarilishi mumkinligi taxmin qilinadi. WC–Co kompozitlari uchun mikrostruktura nazorati, fazaviy tarkib barqarorligi va yuqori xossalarda muvozanatining bunday noyob kombinatsiyasi ilgari yetarli darajada qayd etilmagan bo'lib, bu jarayonni mavjud tijorat materiallari bilan global miqyosda raqobatbardosh qilishi mumkin.

Nihoyat, boshlang'ich komponentlar sifatida elementar W, C va Co ni tanlash termobarik sharoitda bevosita in-situ WC fazasini hosil qilishga imkon beradi. Bu esa oldindan tayyorlangan karbid kukunlaridan foydalanish zaruratini bartaraf etadi, fazalar tarkibi va don morfologiyasini yanada aniq nazorat qilish, Co bog'lovchi fazasining uzluksiz tarmog'ini shakllantirish, go'vaklik va ikkilamchi noxush fazalar miqdorini kamaytirish imkonini beradi. Keyingi boblarda yuqori bosim va haroratda sintez qilingan WC–Co kompozitlarining strukturaviy holati XRD, SEM va TEM kabi usullar yordamida tahlil qilinib, mikrostrukturaviy xususiyatlar bilan mexanik xossalarda o'rtasidagi bog'liqlik batafsil o'rganiladi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Boshlang'ich materiallar va tarkibni tanlash

Tadqiqotda boshlang'ich xomashyo sifatida elementar volfram (W), kobalt (Co) va uglerod (grafit) kukunlari qo'llanildi. Asosiy tarkib stexiometrik WC ga yaqin bo'lib, bog'lovchi faza sifatida 6% Co (massa ulushi) qabul qilindi. Bundan tashqari, WC–Co tizimidagi fazaviy sohalarini va "uglerod oynasi" (C/W nisbati) ta'sirini baholash maqsadida C/W nisbati hamda Co miqdori (10% gacha) tizimli ravishda o'zgartirildi. Bunday yondashuv yuqori bosim–harorat sharoitida hosil bo'ladigan fazalarning barqarorligi, bog'lovchi holati va donalar evolyutsiyasini xaritalash imkonini beradi.

Kukunlarni tayyorlash, aralashtirish va presslash

W–C–Co kukun aralashmalari etanol muhitida WC sharli tegirmonida aralashtirildi. Aralashtirishdan so'ng suspenziya quritildi va granulatsiya holatiga keltirildi. Quruq kukunlar 6–8 mm diametrlilik tabletkalar ko'rinishida presslandi. Aralashtirishning maqsadi komponentlarning bir tekis taqsimlanishini ta'minlash, reaksiya yo'lini qisqartirish va sintez vaqtida diffuziya masofalarini kamaytirishdan iborat.

Termobarik (HPHT) sintez uskunasi va rejimlari

WC–Co kompozitlarini bir bosqichda sintez qilish va zichlash jarayoni yuqori bosimli toroidal qurilmada (NAS Belarus) 630 tonnagacha bo'lgan gidravlik press yordamida amalga oshirildi. Ish rejimlari quyidagicha tanlandi:

Bunda - bosim 4–8 Gpa, harorat: 1200–2200 °C. Eng yuqori ushlab turish vaqti: 30–120 s. Isitish ichki grafit/LaCrO₃ pechi orqali bajarildi. Yuqori bosim ostida tez sovitish donalarning o'sishini minimallashtirib, metastabil mikrostrukturaviy holatlarni saqlash imkonini berdi. Bunday qisqa vaqtli, lekin intensiv termobarik ta'sir an'anaviy pishirishga nisbatan energiya va vaqt sarfini kamaytirishi bilan ham ahamiyatlidir.



Sintez mexanizmi va jarayon bosqichlari va termobarik ishlov jarayoni konseptual jihatdan quyidagi ketma-ket bosqichlarni o'z ichiga oladi:

(a) Yuqori haroratda reaksiya va suyuq fazaning hosil bo'lishi, qizdirishda kobalt erib, suyuq fazali bog'lovchi vazifasini bajaradi. Shu vaqtda volfram uglerod bilan reaksiyaga kirishib WC fazasini hosil qiladi. Yuqori bosim reaksiya muhitini "qattiqlashtirib", gazli mahsulotlar ehtimolini pasaytiradi hamda diffuziya jarayonlarini faollashtiradi.

(b) Zichlanish (reaksion sinterlash), suyuq kobalt g'ovaklarni to'ldiradi va bir necha GPa yuklama ostida kompakt material uzoq pishirishsiz yuqori zichlikka yaqinlashadi. Bu bosqichda yakuniy porozlik darajasi va bog'lovchining uzluksizligi shakllanadi.

(c) Nazoratli sovitsish va mikrostrukturani "muzlatish", ushlab turishdan so'ng namunalar tez sovutilib, bosim tushiriladi va yig'ma germetikligi ochiladi. WC fazasi barqaror saqlanadi, ayrim rejimlarda esa kobaltning o'ta to'yingan holati natijasida juda mayda karbid cho'kindilari paydo bo'lishi mumkin (bog'lovchini mustahkamlovchi dispersiya effekti).

Parametrlarni tizimli o'zgartirish va tajriba sxemasi

Tajribalarda bosim (P), harorat (T), ushlab turish vaqti (t) hamda Co ulushi ketma-ket va tizimli ravishda o'zgartirildi. Bunday parametrik xaritalash quyidagilarni baholash imkonini berdi:

- faza tarkibi va faza barqarorligi (WC, W₂C va h.k. ehtimoli);
- donalar o'lchami va uning o'sish kinetikasi;
- zichlanish darajasi va qoldiq porozlik;
- bog'lovchi faza taqsimoti va mikrostrukturaviy bir xillik.

Namuna tayyorlash (strukturaviy tahlil uchun)

Sintezdan so'ng namunalar kesildi, sirlari ketma-ket silliqqlanib-polirovka qilindi. Mikrostruktura kuzatuvlari uchun zarur bo'lsa selektiv kimyoviy ishlov (bog'lovchini ochish) yoki ionli tozalash kabi tayyorlash usullari qo'llanadi. TEM uchun esa yupqa folga tayyorlash odatda mexanik yupqatish va ionli silliqqlash yoki FIB orqali bajariladi.

Strukturaviy va fazaviy tahlil usullari

Rentgen difraksiyon tahlil (XRD) bo'yicha - namunalarning faza tarkibi aniqlanadi, WC ning kristall panjarasi parametrlari va begona fazalar mavjudligi tekshiriladi. Zarurat bo'lsa, difraktogrammlar orqali qayta ishlanib fazalar miqdoriy ulushi baholanadi. Cho'qqilar kengayishidan foydalanib kristallit o'lchami va mikrodeformatsiya (Scherrer yoki Williamson-Hall yondashuvi) hisoblanishi mumkin.

Skaner qiluvchi elektron mikroskopiya (SEM) va element tahlili (EDS) bo'yicha - SEM yordamida donalar morfologiyasi, WC donalarining o'rtacha o'lchami, g'ovaklik va Co bog'lovchi fazaning uzluksizligi baholanadi. EDS nuqtaviy va xaritalash rejimlarida W-Co-C elementlarining taqsimoti va mikrosegregatsiya holatlari tekshiriladi.

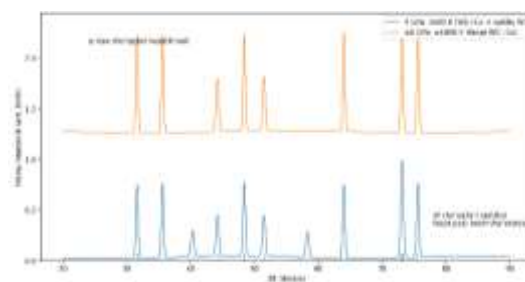
Transmissiya elektron mikroskopiya (TEM/SAED) bo'yicha - nanostruktura, don chegaralari, dislokatsiya zichligi, bog'lovchi-karbid interfeys holati hamda metastabil cho'kindilarni aniqlash uchun TEM qo'llanadi. SAED difraksiyasi fazalarni lokal miqyosda tasdiqlashga xizmat qiladi.

Zichlik va g'ovaklik bahosi - zichlik (masalan, Arximed usuli) bo'yicha sintez rejimlarining zichlanishga ta'siri baholanadi; metallografik kesimlarda tasvirlarni qayta ishlash orqali porozlik foizi ham aniqlanishi mumkin.

3. Natijalar

Faza tarkibi va faza barqarorligi (XRD)

HPHT usulida sintez qilingan barcha namunalar zich, yoriqsiz kompakt ko'rinishda bo'lib, asosiy faza sifatida WC shakllangani aniqlandi. Rentgenodifraksiyon tahlil (XRD) WC ning geksagonal tuzilishini tasdiqladi hamda reaksiyaga kirishmagan W yoki erkin grafitning sezilarli cho'qqilari kuzatilmadi (Rasm-1). $P \geq 6 \text{ GPa}$ va $T \geq 1800 \text{ K}$ rejimlarda difraktogrammlarda faqat WC va Co metalli cho'qqilari qayd etildi. Eng muhim natija shundaki, *η-fazalar aniqlanmadi*, bu esa tezkor HPHT sikli uglerodning kichik nomutanosibligida ham mo'rt Co-W-C karbidlarining hosil bo'lishidan qochishga imkon berishini ko'rsatadi. Faqat pastroq haroratda ataylab uglerod tanqisligi bilan tayyorlangan aralashmada W₂C izlari paydo bo'ldi, bu esa jarayonning stexiometriyaga sezgiriligini tasdiqlaydi.



1-rasm. YuBH rejimida WC donlari hosil bo'lishi va qoldiq volfram kamayib borish sxemasi

Natijalar termobarik sintezning yangiligini tasdiqlaydi: an'anaviy usullarda ko'pincha volfram kukunini oldindan karbidlash talab qilinadi, bu bosqichlar soni, vaqt va energiya sarfini oshiradi. Taklif etilgan yondashuvda esa WC *in situ* (bosim ostida) hosil bo'lib bu bitta texnologik bosqichni istisno qiladi, energiya sarfini kamaytiradi va mikrostrukturani bevosita boshqarish imkonini beradi. Uglerod tanqisligi rejimiga yaqin sharoitda ham *η*-fazaning yo'qligi jarayonning ishonchligini ko'rsatadi va ishlab chiqarishda uglerod miqdorini mutlaq qat'iy nazorat qilish talabini yumshatadi.

Bosimning WC sinteziga ta'siri XRD natijalarida yaqqol ajralib, 4 GPa va 1600 K sharoitida qoldiq W cho'qqilari qayd etib, reaksiya to'liq yakunlanmaganini bildiradi. Biroq 6 GPa da W cho'qqilari yo'qolib, ya'ni yuqori bosim karbidlanishni keskin tezlashtiradi. Bu holat WC ning an'anaviy olishga nisbatan pastroq haroratlarda va juda qisqa vaqt ichida to'g'ridan-to'g'ri sintez qilinishini tasdiqlaydi. WC kristall panjarasi parametrlari standart qiymatlarga yaqin bo'lib, 8 GPa rejimida kuzatilgan kichik og'ishlar Co/W komponentlarining panjara holatiga ta'siri bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Yuqori bosim bu jarayonda ikki tomonlama rol o'ynaydi: (a) reaksiya kinetikasini kuchaytirib $W + C \rightarrow WC$ karbidlanishini tezlashtiradi; (b) kompaktning zichlanishini keskin oshirib, juda qisqa sikllarda ham to'liq zich namuna olishga yordam beradi. 6–8 GPa diapazonida kuzatilgan tezlashgan reaksiya bosim ostida erigan kobaltda volfram va uglerodning eruvchanligi ortishi bilan izohlanishi mumkin.



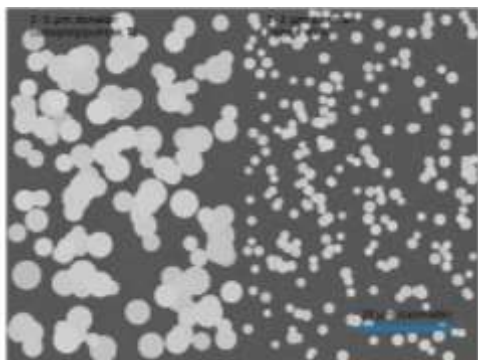
Bu WC hosil bo'lishining "muqobil past-haroratli yo'lini" yaratadi va ultradispers kukunlarga tayanadigan yondashuvlarni to'ldiradi.

WC donalari, Co bog'lovchi faza va mustahkamlanish mexanizmlari mikrostruktura-SEM/TEM

SEM natijalari WC donalari uzluksiz kobalt bog'lovchi to'riga bir tekis kiritilganini ko'rsatdi; don o'lchami odatiy sharoitlarda 2–5 mkm diapazonda bo'ldi (Rasm-2). Parametrlarni boshqarish orqali don o'lchamini sozlash mumkinligi aniqlandi: yuqori harorat va/ yoki uzoqroq ushlab turish yirikroq donlarga olib kelgan bo'lsa, qisqa sikllar donlarni 1–2 mkm gacha maydalanishini ta'minladi, shu bilan birga yuqori zichlik saqlanib qoldi. WC donalarining morfologiyasi an'anaviy pishirishdagi qirrali donalardan farqli ravishda ko'proq yumaloq/sferoidal ko'rinishda bo'ldi.

TEM tekshiruvlarida kobalt bog'lovchisida W–C ga boy nanopretsipitatlar aniqlanib, cho'ktirish orqali mustahkamlash (precipitation strengthening) ta'siri mavjudligini ko'rsatdi. Grafit yoki η -faza segregatsiyasi aniqlanmagani uchun bu holat mikrostrukturaviy bir xillikni tasdiqlaydi. Shuningdek, kam eruvchan qo'shimchalar kiritilganda donalar chegaralari bo'yicha g'ovaklikning kamayishi va yanada zich hamda bir xil tuzilmaning shakllanishi kuzatildi.

HPHT sharoitida Co ning suyuq fazaga o'tishi va tez sovitish kombinatsiyasi don o'sishini cheklab, mikrostrukturani "muzlatadi". Yumaloq donlar legirovchi qo'shimchalarsiz hosil bo'lgani bosimning o'zi izotrop o'sishga hamda Co orqali disolyutsiya–qayta cho'kish mexanizmlariga yordam berishini ko'rsatadi. Bunday morfologiya don burchaklaridagi kuchlanishlar konsentratsiyasini kamaytirib, yoriq rivojlanishiga qarshilikni oshiradi.



2-rasm. Sxematik ravishda WC donlari Co bog'lovchisida 2-5 mkm va 1-2 mkm li donachalari

Prognozdagi mexanik xossalar: qattqlik va yoriqbardoshlikning g'ayrioddiy muvozanati

Sintez qilingan so'ng WC–Co kompozitlari mexanik sinovlari o'tkazilishi kerak. Bunda asosiy parametrlarni prognos qilish mumkinligi va sinovlar natijasi ko'zda tutilishi mumkin. Bu kompozit kelajakda yoriqbardoshlik $>12 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ hamda qattqlik bo'yicha esa $>13 \text{ GPa}$ qiymatlarini berish ko'zda tutilgan. Bunday kombinatsiya WC–Co qattiq qotishmalari uchun muhim bo'lgan "qattqlik–qovushqoqlik murosasi"ni yumshatish imkonini bildiradi. Odatda qattqlik oshishi yoriqbardoshlikning pasayishi hisobiga erishiladi, bu ishda esa ikkala ko'rsatkich bir vaqtda yuqori darajada saqlash imkonini beradi.

Ushbu natijalar quyidagi mikrostrukturaviy omillar bilan izohlanadi:

1. Yuqori zichlik va porozlikning minimalligi - g'ovaklar yoriqning boshlanishi uchun asosiy "nuqson markazi" bo'lgani sababli, porozlikning kamayishi yoriqbardoshlikni oshiradi.

2. WC donalarining sferoid morfologiyasi- ichki kuchlanish konsentratsiyasi pasayishi va yoriq uchidagi lokal kuchlanishlar yumshaydi.

3. Co bog'lovchisining uzluksiz va bir tekis taqsimlanishi - yuklamani qayta taqsimlash yaxshilanadi, yoriq yo'li "tortilishi" kuchayadi.

4. Nano o'chamdagi qo'shimchalar bilan mustahkamlangan bog'lovchi - Co matritsasining mustahkamligi ortadi, bu esa plastiklikni yo'qotmasdan umumiy deformatsiyaga qarshilikni oshirishi mumkin.

Natijada, HPHT jarayonida hosil bo'lgan "zich + bir xil + sferoid donli + mustahkamlangan bog'lovchili" mikrostruktura qattqlikni yuqori saqlagan holda yoriqbardoshlikni ham yuqori darajada ushlab turadi.

4. Xulosa

Ushbu tadqiqotda WC–Co tizimli kompozitlarni yuqori bosim va harorat (HPHT) sharoitida bir bosqichda sintez qilish va zichlash imkonini beruvchi termobarik yondashuvning samaradorligi ko'rsatildi. Elementar W–C–Co kukunlaridan WC fazasini in situ hosil qilish orqali an'anaviy texnologiyalardagi volframni oldindan karbidlash bosqichi bekor qilinib, jarayonning energiya sarfi va umumiy ishlov vaqti qisqartirilishi hamda natijaviy mikrostrukturani bevosita boshqarish imkoniyati yaratildi.

Rentgenodifraksiya tahlil natijalariga ko'ra, $\geq 6 \text{ GPa}$ va $\geq 1800 \text{ K}$ rejimlarda kompozitlarda asosiy faza sifatida faqat WC va Co qayd etildi va η -fazalar aniqlanmadi va bu HPHT jarayonining uglerod nomutanosibligiga nisbatan barqarorligini ko'rsatadi. Pastroq haroratda va uglerod tanqisligi sharoitida faqat W₂C izlari kuzatilishi jarayonning stexiometriyaga sezgirlikni tasdiqlaydi, biroq fazaviy "xavfli" η -fazalardan qochish imkoniyati saqlanib qoladi.

Mikrostrukturaviy tahlillar (SEM/TEM) natijasida yuqori bosim ostida olingan namunalar to'liq zich, kobalt bog'lovchisida bir tekis taqsimlangan yumaloq (sferoidal) WC donalari bilan tavsiflanishi aniqlandi. Bundan tashqari, Co bog'lovchisida W–C ga boy nanocho'kmalar paydo bo'lishi bog'lovchi fazaning cho'ktirish orqali mustahkamlanishini ko'rsatdi. Ushbu noyob mikrostruktura natijasida kompozitlarda yuqori qattqlik va yoriqbardoshlik kabi ko'rsatkichlar bir vaqtda ta'minlanishi prognozi mavjud, ya'ni qattqlik va yoriqbardoshlik o'rtasidagi klassik murosasini amaliy jihatdan muvofiqlashtirildi.

Umuman olganda, taklif etilgan termobarik sintez usuli nafaqat texnologik jihatdan istiqbolli (tezkor sikl, yuqori zichlanish, mikrostrukturani boshqarish), balki ekstremal termodinamik sharoitlarda faza hosil bo'lishi, donlar morfologiyasining evolyutsiyasi va bog'lovchi fazadagi mustahkamlanish mexanizmlari haqida yangi ilmiy ma'lumotlar beradi.



Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] V. I. Tretyakov. Fundamentals of metallurgy and sintered hard alloy production technology. Metallurgy, 1976.
- [2] V. S. Panov, A. M. Chuvilin, and V. A. Falkovsky. Technology and properties of sintered hard alloys. MISIS Publishing, 2004.
- [3] A.S. Kurlov, A. A. Rempel, and Y. V. Blagoveshchensky. "Hard alloys WC-6 wt% C and WC-10 wt% C based on nanocrystalline powders". In: Doklady Akademii Nauk 439.2 (2011), pp. 215 – 220. DOI: 10.1134/S0012500811070068.
- [4] V. A. Falkovsky and L. I. Klyachko. Hard alloys. Ruda i Metally Publishing, 2005.
- [5] Konyashin. "Cemented carbides for mining, construction and wear parts". In: Comprehensive Hard Materials. Ed. by V. Sarin. Elsevier, 2014, pp. 425–451. DOI: 0.1016/B978-0-08-096527-7.00015-5
- [6] R.-P. Herber, W.-D. Schubert, and B. Lux. "Hardmetals with 'rounded' WC grains". In: International Journal of Refractory Metals and Hard Materials 24 (2006), pp. 360–364. DOI: 10.1016/j.ijrmhm.2005.11.014
- [7] Z. Xiao et al. (2023). Spark Plasma Sintering of Fine-Grained WC-Co Composites. Materials, 16(24), 7526. DOI: 10.3390/ma16247526.
- [8] Akerman and T. Ericson. Cemented carbide body with improved high temperatures and thermomechanical properties. US Patent No. 6,126,709. 1997.
- [9] H. Doi and K. Nishigaki. "Binder phase strengthening through precipitation of intermetallic compound in titanium carbide base cermet with high binder concentration". In: Modern developments in powder metallurgy. Vol. 11. 1977, p. 525.
- [10] Nishigaki, H. Yoshimura, and H. Doi. "Effect of aluminum nitride additions on the mechanical and cutting properties of Ti(C0.7N0.3)–15Ni–8Mo alloy". In: Journal of the Japan Society of Powder and Powder Metallurgy 27 (1980), p. 50.
- [11] E. Hombogen. "Dispersion hardening – the oldest nanotechnology". In: Metall 55 (2001), p. 522.
- [12] S. Fayzibaev, O. Ignatenko, and T. Urazbaev. "Development of binding based on B–N–Ti–Al system compounds for creating a composite instrumental material for final training of railway parts". In: E3S Web of Conferences 264 (2021), p. 04073. DOI: 10.1051/e3sconf/202126404073.
- [13] S. Fayzibaev et al. "Development of a technique for the formation of Ti–Al system compounds under high pressures and temperatures". In: AIP Conference Proceedings 3045.1 (2024). DOI: 10.1063/5.0197358.
- [14] Ferro-Tic. Cemented carbide hardness data sheet. Retrieved from <https://www.ferro-tic.com>. 2025.
- [15] A.Lee, S. Kumar, and R. Smith. "Sintering behavior and mechanical properties of WC–Co composites fabricated by conventional powder metallurgy". In: Materials Research Bulletin 102 (2018), pp. 123–130. DOI: 10.1016/j.materresbull.2018.01.037.
- [16] Z. Wang, H. Liu, and J. Zhao. "Microstructure and mechanical properties of WC-Co cemented carbides fabricated by hot pressing". In: Ceramics International 43.17 (2017), pp. 14830–14836.

[17] Y. Zhang, H. Li, and T. Zhou. "Microstructure and mechanical properties of WC–Co composites consolidated by spark plasma sintering". In: International Journal of Refractory Metals & Hard Materials 88 (2020), p. 105300. DOI: 10.1016/j.ijrmhm.2020.105300.

[18] Fayzibaev, S., Ignatenko, O., & Urazbaev, T. (2021). Development of binding based on b-n-ti-al system compounds for creating a composite instrumental material for a final raining of railway parts. E3S Web of Conferences, 264. DOI: 10.1051/e3sconf/202126404073.

[19] Fayzibaev, S., Ignatenko, O., Mamayev, S., Urazbaev, T., & Nafasov, J. (2024). Development of a technique for the formation of Ti-Al system compounds under the influence of high pressures and temperatures. AIP Conference Proceedings, 3045(1). DOI: 10.1063/5.0197358

[20] Tursunov, T., Tursunov, N., & Urazbaev, T. (2023). Investigation of heat exchange processes in the Юсупов З.Ю. Работа железобетонных конструкций при малоцикловых нагружениях в условиях климата средней Азии. Изд. «ФАН» Узбекистан, 1988г 132с.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Muxamedova Ziyoda Toshkent davlat transport universiteti, "Yuk transport tizimi" kafedrası professori, t.f.d.
Gafurdjanovna / Ziyoda E-mail: mziyoda@mail.ru
Mukhamedova Tel.: +998 90 329 83 00
<https://orcid.org/0000-0002-1825-2447>

Ignatenko Oleg "Belarus milliy fanlar akademiyasining materialshunoslik ilmiy-amaliy markazi", Bosh direktor o'rinbosari, t.f.d. professor,
Vladimirovich / Oleg E-mail: ignatenko@physics.by
Ignatenko Tel.: +375293895874
<https://orcid.org/0000-0002-4344-5072>

Fayzibaev Sherzod Toshkent davlat transport universiteti, "Lokomotivlar va lokomotiv xo'jaligi" kafedrası professori, t.f.d. E-mail:
Sabirovich / Sherzod sherzod_fayzibaev@mail.ru
Fayzibaev Tel.: +99890 174 11 12
<https://orcid.org/0000-0003-1420-3581>

Tursunov Toxir Toshkent davlat transport universiteti, "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası dotsenti v.b, PhD
Muratjonovich / Tokhir E-mail: t.tursunov87@gmail.com
Tursunov Tel.: +998974000426
<https://orcid.org/0000-0002-6834-7356>

Urazbaev Talgat Toshkent davlat transport universiteti, "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası dotsenti v.b, PhD
Tileubayevich / Talgat E-mail: talgat_1988.26@mail.ru
Urazbaev Tel.: +998974301088
<https://orcid.org/0009-0006-1808-489X>



Mamayev
Sherali
Ibroximovich /
Sherali
Mamayev

Toshkent davlat transport universiteti
“Materialshunoslik va
mashinasozlik” kafedrası professori
v.b, PhD
E-mail: mamayevsherali@gmail.com
Tel.: +998909687427

<https://orcid.org/0009-0002-6073-747X>



Mechanical and electrophysical properties of a composite obtained by high thermobaric treatment of W-Cu-Co-C material

Z.G. Mukhamedova¹^a, O.V. Ignatenko²^b, Sh.S. Fayzibaev¹^c, T.M. Tursunov¹^d,
T.T. Urazbaev¹^e, Sh.I. Mamaev¹^f

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Scientific and practical center for materials science of the national academy of sciences of Belarus, Minsk, Belarus

Abstract:

This study proposes a new method for the synthesis of cemented carbides in the tungsten carbide-cobalt (WC-Co) system under high pressure and high temperature (HPT) conditions. The aim of the research is to eliminate the problem of the balance of the relationship between hardness and strength in this two-component system. WC-Co composites were obtained by direct synthesis from elemental tungsten, carbon, and cobalt under thermobaric conditions, i.e., in the temperature range of 4~8 GPa and 1200~2200 °C, which allowed the formation of the WC phase and compaction to occur in one stage. After such analyses as structural XRD, SEM, and TEM, the results of the mechanical testing phase are reflected in the article. Mechanical tests were performed for such parameters as hardness, viscous fracture, abrasion resistance, and electrophysical properties - electrical resistance and magnetic saturation. WC-Co composites obtained at high pressure and temperature achieve hardness of 13~15 GPa and viscous fracture resistance of 12~14 MPa·m^{1/2}, exceeding the values characteristic of the WC-6Co class widely used in production, i.e., such indicators as hardness of 12~14 GPa and viscosity of 8~11 MPa·m^{1/2}. The results show that the synthesis of WC-Co can be proposed as an effective alternative to the traditional sintering technology, demonstrating the achievement of high density of the composite material, creating high mechanical properties and heat resistance of WC-Co materials of the same composition.

Keywords:

thermobaric synthesis, WC-Co composites, high-pressure-high-temperature (HPT) process, phase formation, cemented, carbides, mechanical properties, mechanical tests, electrophysical properties

W-Cu-Co-C tizimli materialni yuqori termobarik ishlov berish orqali olingan kompozitni mexanik va elektrofizik xossalari

Muxamedova Z.G.¹^a, Ignatenko O.V.²^b, Fayzibayev Sh.S.¹^c, Tursunov T.M.¹^d,
Urazbayev T.T.¹^e, Mamayev Sh.I.¹^f

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent shahri, O'zbekiston

²Belarus milliy fanlar akademiyasining materialshunoslik ilmiy-amaliy markazi, Minsk, Belarus

Annotatsiya:

Ushbu tadqiqot volfram karbidi-kobalt (WC-Co) tizimida sementlangan karbidlarini yuqori bosim va yuqori harorat (YuBH) sharoitida sintez qilishning yangi usulini taklif etadi. Tadqiqotning maqsadi bu ushbu ikki komponentli tizimda qattqlik va mustahkamlik o'rtasidagi bog'liqlik muvozanat muammosini bartaraf etishdan iborat. WC-Co kompozitlari termobarik sharoitlarda ya'ni 4~8 GPa va 1200~2200 °C harorat intervalida elementar volfram, uglerod va kobaltdan to'g'ridan-to'g'ri sintez yo'li bilan tashkil qilinib olinib, bunda WC fazasining hosil bo'lishi va zichlanishning bir bosqichda amalga oshishiga imkon berdi. Strukturaviy XRD, SEM va TEM kabi tahlillardan so'ng, mexanik sinovlar o'tilgan boshqich natijalari maqolada aks ko'rsatilgan. Mexanik sinovlardan - qattqlikga, qovushqoq sinishga, ishqalanishga bardoshlilikga va elektrofizik xossalardan - elektr qarshilikga va magnit to'yinganlik kabi parametrlar uchun bajarilgan. Yuqori bosim va haroratda olingan WC-Co kompozitlar 13~15 GPa qattqlik va 12~14 MPa·m^{1/2} qovushqoq sinishga chidamlilik ko'rsatkichlariga erishilib ishlab chiqarishda keng qo'llanadigan WC-6Co sinfiga xos bo'lgan qiymatlardan, ya'ni 12~14 GPa qattqlik va 8~11 MPa·m^{1/2} qovushqoqlik kabi ko'rsatkichlardan yuqoridir. Natijalar shuni ko'rsatadiki, YUBH sintezi kompozit materialning yuqori zichlikka erishishini ko'rsatib, bir xil tarkibli WC-Co materiallarini yuqori mexanik xossalari va issiqlikka bardoshlikni hosil qiladi va an'anaviy sinterlash texnologiyasiga samarali alternativ jarayon sifatida taklif etilishi mumkin.

^a <https://orcid.org/0000-0002-1825-2447>

^b <https://orcid.org/0000-0002-4344-5072>

^c <https://orcid.org/0000-0003-1420-3581>

^d <https://orcid.org/0000-0002-6834-7356>

^e <https://orcid.org/0009-0006-1808-489X>

^f <https://orcid.org/0009-0002-6073-747X>



Kalit so'zlar: termobarik sintez, WC-Co kompozitlari, yuqori bosim-yuqori harorat (YUBH) jarayoni, faza hosil bo'lishi, sementitlangan, karbidlar, mexanik xossalari, mexanik sinovlar, elektrofizik xossalalar

1. Kirish

Volfram karbidi-kobalt (WC-Co) sementitlangan karbidlar yuqori qattqlik, yeyilishga chidamlilik va yetarli darajadagi qovushqoqlik kombinatsiyasi tufayli kesish, burg'ulash hamda tog'-kon va transport infratuzilmasida qo'llaniladigan asboblardan uchun eng muhim konstruksion materiallar sirasiga kiradi. Ayniqsa temir yo'l va yo'l qurilishi obyektlarida WC-Co asosidagi keskichlar va burg'ulash dolotalari qattiq tog' jinslari, beton va temir-beton bilan ishlashda yuqori yuklama va zarbaviy rejimlarda xizmat qiladi. Biroq amaliyotda ushbu asboblarning ishlash muddati ko'pincha "qattqlik-yoriqbardoshlik" o'rtasidagi klassik muros bilan cheklanadi: qattqlikni oshirish yeyilishga chidamlilikni yaxshilaydi, ammo qovushqoqlikning pasayishi erta yorilish va sinishga olib kelishi mumkin. Bu esa tez-tez almashtirish, texnik xizmat ko'rsatishdagi tanaffuslar va ishlab chiqarish to'xtab qolishlari bilan bog'liq sezilarli iqtisodiy yo'qotishlarni keltirib chiqaradi.

So'nggi yillarda WC-Co tizimini takomillashtirishning asosiy yo'nalishlari bog'lovchi fazaga maqsadli ta'sir ko'rsatish bilan bog'liq bo'ldi. Xususan, kobalt bog'lovchisini nanostrukturalash yoki ikkilamchi fazalarni kiritish orqali mustahkamlik va termik barqarorlikni oshirish, yuqori haroratda ishlash ko'rsatkichlarini yaxshilash hamda egiluvchanlikni keskin yo'qotmaslik mumkinligi ko'rsatildi [9,10,11]. Bu borada dispersion qotish va nanotexnologiya yondashuvlari ayniqsa samarali ekanligi qayd etilmoqda. Shu bilan birga, an'anaviy kobalt bog'lovchisini yangi kompozit bog'lovchilar bilan almashtirish yoki modifikatsiyalash (masalan, B-N-Ti-Al tizimlariga mansub birikmalar asosida) bo'yicha tadqiqotlar ham olib borilib, natijada mexanik ko'rsatkichlarning yaxshilanishi qayd etildi [12,13].

Biroq WC-Co materiallari faqat mexanik xossalari bilan emas, balki ularning elektrofizik xossalari bilan ham sanoat amaliyoti uchun muhimdir. Masalan, elektr o'tkazuvchanlik (yoki solishtirma elektr qarshilik) asbob detallarini elektroeroziya bilan ishlov berish (EDM), elektr-kontakt jarayonlari, qizishning nazorati, shuningdek, xizmat jarayonida holat-monitoring (sensorlash) imkoniyatlari bilan bevosita bog'liq. WC donalari va Co bog'lovchining fazaviy tarkibi, taqsimlanishi, porozlik darajasi hamda donalar morfologiyasi nafaqat qattqlik va yoriqbardoshlikka, balki tok o'tish yo'llari (perkolyatsiya) va kontakt qarshiligiga ham kuchli ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun WC-Co kompozitlarini yaratishda "mikrostruktura → mexanik xossalalar" bilan bir qatorda "mikrostruktura → elektrofizik xossalalar" bog'lanishini ham kompleks baholash dolzarb hisoblanadi.

Ushbu ilmiy va sanoat motivlariga tayangan holda, mazkur ish WC-Co kompozitlarini olishning yangi yo'nalishini taklif etadi: bir vaqtning o'zida yuqori harorat va bosimdan foydalangan holda termobarik (YUBH) sharoitlarda WC-Co ni bir bosqichda sintez qilish va zichlashtirish. Yuqori bosimli, yuqori haroratli ishlov berish elementar komponentlardan WC ni to'g'ridan-to'g'ri (in situ) sintez qilishga imkon berib, fazaviy bir xillikni ta'minlaydi va mikrostrukturaning (don o'lchami, donlar morfologiyasi, bog'lovchi faza uzluksizligi) aniqroq

boshqarish imkonini yaratadi. Bu yondashuv bizning jamoamizning shunga o'xshash ekstremal sharoitlarda kubik bor nitridi va olmos kompozitlari kabi o'ta qattiq materiallarni sintez qilishdagi oldingi tajribalariga tayangan holda ishlab chiqildi. Bizning fikrimizcha, termobarik sintez sementlangan karbidlarda qattqlik va yoriqbardoshlik o'rtasidagi murosani yumshatish uchun istiqbolli yechim bo'lib, an'anaviy pishirish texnologiyalariga nisbatan ishlov vaqti hamda energiya sarfini qisqartirishi mumkin.

Mazkur maqolaning maqsadi — YUBH termobarik ishlov berish orqali olingan WC-Co kompozitlarining mexanik (qattqlik, yoriqbardoshlik va mikrostruktura bilan bog'liqlik) hamda elektrofizik (elektr o'tkazuvchanlik/solishtirma qarshilik va ularning fazaviy tarkib, porozlik hamda bog'lovchi faza holati bilan bog'lanishi) xossalari kompleks tahlil qilishdir. Tadqiqot natijalari yuqori samarali asboblardan xizmat muddatini uzaytirish, texnik xizmat ko'rsatishdagi tanaffuslarni qisqartirish va muhim tarmoqlarda iqtisodiy samaradorlikni oshirishga xizmat qilishi kutiladi. Shu bilan birga, ish ekstremal termodinamik sharoitlarda faza hosil bo'lishi va donlar morfologiyasining evolyutsiyasi haqida yangi ilmiy tushunchalarni boyitadi hamda sanoat miqyosida qo'llash uchun kengaytiriladigan sintez yondashuvlariga amaliy asos yaratadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

2.1. Tadqiqot maqsadi va vazifalari

Ushbu tadqiqotning maqsadi W-Co-C sistemasidagi birikmalarni, birinchi navbatda kobalt (Co) bog'lovchili volfram karbidi (WC-Co) kompozitlarini olishning yuqori haroratli va yuqori bosimli (YUBH) termobarik usulini ishlab chiqishdan iborat. Asosiy vazifa — yuqori qattqlik, yoriqbardoshlik va termik barqarorlikni birlashtirgan WC-Co kompozitlarining yangi sinfini olish, hamda sintez parametrlari (P-T-t) va tarkib (C/W va Co ulushi) o'zgarishining faza tarkibi va mikrostruktura ta'sirini aniqlashdir.

An'anaviy pishirishdan farqli o'laroq, bizning yondashuvimiz termobarik sintezga asoslanadi. Ekstremal bosim va harorat sharoitlari faza hosil bo'lish kinetikasini tezlashtiradi, porozlikni qisqa vaqt ichida kamaytiradi va mikrostrukturaning (don o'lchami, don morfologiyasi, bog'lovchi faza uzluksizligi) aniq nazorat qilish imkonini beradi. Ishning yangiligi shundan iboratki, bosim, harorat va ushlab turish vaqti hamda bog'lovchi ulushi o'zgarishining WC va ikkilamchi fazalar (W₂C yoki bog'lovchi karbidlar) o'rtasidagi muvozanatga ta'siri tizimli ravishda o'rganildi. Shu orqali kumun metallurgiyasining standart usullarida erishish qiyin bo'lgan "qattqlik-yoriqbardoshlik" kombinatsiyasiga ega qattiq qotishmalarni olish imkoniyati asoslanadi.

2.2. Boshlang'ich materiallar, aralashtirish va namuna tayyorlash

Boshlang'ich materiallar sifatida elementar volfram (W), kobalt (Co) va uglerod (grafit) kumunlari ishlatildi. Asosiy tarkib stexiometrik WC ga yaqin bo'lib, bog'lovchi faza ulushi odatda 6 wt.% Co qilib tanlandi; fazaviy sohalarni xaritalash va bog'lovchi ulushining ta'sirini baholash uchun Co miqdori 10 wt.% gacha o'zgartirildi



hamda C/W nisbati ataylab oz miqdorda ortiqcha yoki tanqis tomoniga siljitildi.

Kukunlar etanol muhitida WC sharli tegirmonida aralashtirildi, so'ng quritildi va kompozitsion birxillikni ta'minlash maqsadida elakdan o'tkazildi (agar qo'llangan bo'lsa). Tayyor aralashmalar 6–8 mm o'lchamli tabletkalar (kompaktlar) ko'rinishida presslandi. Bunday tayyorlash zarralararo kontakti yaxshilab, termobarik sintez paytida reaksiya va zichlanishning tez va bir maromda borishini ta'minlaydi.

2.3. Termobarik (YUBH) sintez qurilmasi va rejimlari

Sintez tajribalari 630 tonnagacha bo'lgan gidravlik presslar yordamida ishlaydigan yuqori bosimli toroidal qurilmada (NAS Belarus) amalga oshirildi. Bosim 4–8 GPa diapazonda qo'llanildi. Isitish ichki grafit/LaCrO₃ pechi orqali bajarildi; eng yuqori harorat diapazoni 1200–2200 °C (taxminan 1473–2473 K) ni tashkil etdi. Haroratning eng yuqori nuqtasida ushlab turish vaqti 30–120 s oralig'ida bo'ldi (ayrim tajriba sxemalarida ushlab turish 5 daqiqagacha kengaytirilgan). Ushlab turishdan keyin bosim ostida tez sovitish don o'sishini cheklash va metastabil mikrostrukturaviy holatlarni saqlash maqsadida qo'llanildi.

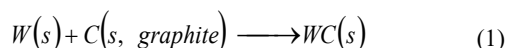
2.4. Termobarik sintezning fizik-kimyoviy mexanizmi

Termobarik sintez bosqichma-bosqich quyidagicha talqin qilinadi:

1. Bosim ostida zich kontakt hosil qilish uchun W–Co–C tabletkasi belgilangan bosimgacha siqiladi va bu zarrachalarning zich kontaktini ta'minlab, boshlang'ich g'ovaklikni keskin kamaytiradi.

2. Suyuq fazali pishish muhiting paydo bo'lishi uchun bosim ostida qizdirilganda kobalt komponenti eriydi (1 atm sharoitda Co ~1495 °C da eriydi; GPa bosimlarda erish harorati biroz ko'tarilishi mumkin) va W hamda C zarralari orasiga kirib, suyuq fazali pishish muhiti vazifasini bajaradi [14,15].

3. In situ karbidlanish va WC hosil bo'lishi. Volfram uglerod bilan reaksiyaga kirishib, yuqori bosim sharoitida bevosita WC hosil qiladi. Reaksiya quyidagicha ifodalanadi:



WC hosil bo'lish reaksiyasi ekzotermik bo'lib (atmosfera bosimida ($\Delta H = 38$) kJ/mol atrofida), suyuq Co mavjudligi uglerodning ko'chishini osonlashtirib, WC ning yadrolanishini (nukleatsiya) jadallashtiradi. Qo'yilgan bosim diffuziya uchun faollashtirish hajmini potensial kamaytiradi, g'ovaklarni yopadi va gazsimon qo'shimcha mahsulotlar hosil bo'lish ehtimolini bostiradi; shu sababli reaksiya atmosfera bosimida pishirishga nisbatan pastroq haroratlarda va juda qisqa vaqt ichida kechishi mumkin [16].

Zichlanish va mikrostrukturani "muzlatish" uchun suyuq kobalt g'ovaklarni to'ldirib, bir necha GPa yuklama ostida kompakti qisqa siklda yuqori zichlikka yaqinlashtiradi. Tez sovitish don o'sishini minimallashtiradi va hosil bo'lgan strukturani saqlab qoladi.

2.5. Tajriba smemasi va asosiy parametrlar

Sintez parametrlariga bog'liq ravishda faza hosil bo'lishi va mikrostrukturani tizimli o'rganish uchun W–Co–C namunalari turli sharoitlarda olindi [17]. Tajribalarda quyidagi o'zgaruvchilar ketma-ket o'zgartirildi:

- Bosim (P): 4, 6, 8 GPa;
- Eng yuqori harorat (T): masalan, 1400 K va 2000 K (hamda yuqori diapazondagi qiymatlar);
- Ushlab turish vaqti (t): 30 s dan 120 s gacha (ayrim tajribalarda 5 daqiqagacha);

- Tarkib: 6 wt.% Co va 10 wt.% Co; C/W nisbatining o'zina ortiqchasi yoki tanqisligi.

Ushbu tajriba sxemasi har bir omilning hosil bo'lgan fazalar (WC, W₂C va ehtimoliy bog'lovchi karbidlar), don o'lchami va morfologiyasi, bog'lovchi faza uzluksizligi hamda kompozit zichligiga ta'sirini alohida baholash imkonini berdi. Bunday yondashuv an'anaviy pishirishda mavjud bo'lmagan "tezkor optimallashtirish oynalari"ni ochadi va jarayon–struktur–xossa bog'lanishini chuqurroq tushuntirishga xizmat qiladi.

2.6. Strukturaviy, mexanik va elektrofizik xossalarni baholash (tavsif)

Olingan namunalar keyingi bo'limlarda keltiriladigan natijalarni olish uchun quyidagi yo'nalishlarda tavsiflandi:

— fazaviy tarkib: rentgenodifraksiya tahlil (XRD) yordamida WC ning hosil bo'lishi va ikkilamchi fazalar mavjudligi nazorati;

— mikrostruktura: SEM orqali don o'lchami, morfologiya va bog'lovchi faza taqsimoti; EDS bilan element taqsimoti; TEM bilan bog'lovchidagi nanocho'kindilar va interfeyslar;

— mexanik xossalari: qattqlik va yoriqbardoshlik ko'rsatkichlari;

elektrofizik xossalari: solishtirma elektr qarshilik/elektr o'tkazuvchanlik va ularning porozlik, bog'lovchi faza uzluksizligi hamda fazaviy tarkib bilan bog'liqligi.

3. Natija va muhokamalar

3.1. Faza tarkibi va faza barqarorligi

YUBH sharoitida sintez qilingan barcha namunalar zich, yoriqsiz kompakt ko'rinishida bo'lib, XRD natijalari asosiy faza sifatida *geksagonal WC* hosil bo'lganini tasdiqladi. Reaksiyaga kirishmagan W yoki erkin grafit cho'qqilari asosiy rejimlarda kuzatilmadi. $P \geq 6$ GPa va $T \geq 1800$ K sharoitlarida difraktogrammalarda faqat WC va metall Co fazalari qayd etildi; η -fazalar aniqlanmadi, bu termobarik sintezning uglerod nomutanosibligiga nisbatan barqarorligini ko'rsatadi. Faqat pastroq haroratda va ataylab uglerod tanqisligi kiritilgan aralashmalarda W₂C izlari paydo bo'ldi, ya'ni jarayon stexiometriyaga sezgir bo'lsa-da, mo'rt η -fazalardan qochish imkoniyati saqlanib qoladi. Bu η -fazalarning yo'qligi WC–Co qattiq qotishmalarida sifat va xizmat ishonchligi uchun muhim. Bu natija YUBH siklining qisqaligi (sekundlar–daqiqalar) va yuqori bosim ostida reaksiya + zichlanishning bir vaqtda borishi bilan izohlanadi: η -fazaga olib keladigan uzoq diffuziyaviy qayta taqsimlanish jarayonlari cheklanadi.

Bosimning karbidlanish kinetikasiga ta'siri XRD orqali ham ko'rinadi: 4 GPa va 1600 K da qoldiq W cho'qqilari reaksiya to'liq yakunlanmaganini bildirsa, 6 GPa da W cho'qqilarining yo'qolishi yuqori bosimning WC hosil bo'lishini sezilarli tezlashtirishini isbotlaydi. Demak, bosim pastroq haroratlarda va an'anaviy pishirishga nisbatan qisqaroq sikllarda ham $W + C \rightarrow WC$ reaksiyasini samarali yakunlash imkonini beradi.

Yuqori bosim bu jarayonda ikki tomonlama rol o'ynaydi: (i) diffuziyani jadallashtirib reaksiya tezligini oshiradi; (ii) g'ovaklikni yopib, zarrachalar kontaktini kuchaytiradi va zichlanishni tezlashtiradi. Suyuq Co muhitida W va C ning ko'chishi osonlashgani uchun WC hosil bo'lishi "past-haroratli alternativ yo'l" orqali ham borishi mumkin. Bu jihat ultradispers kukunlarga tayangan an'anaviy yondashuvlarni to'ldiradi.



3.2. Mikrostruktura: don o'lchami, morfologiya va bog'lovchi faza (SEM/TEM)

SEM kuzatuvlari WC donalari uzluksiz kobalt bog'lovchi to'ri ichida bir tekis taqsimlanganini ko'rsatdi. Don o'lchami odatiy rejimlarda 2–5 μm bo'lib, sintez siklini boshqarish orqali don(ct) boshqarilishi kuzatildi: yuqori harorat/uzoqroq ushlab turish don yiriklashuviga olib keldi, qisqa sikllar esa 1–2 μm gacha mayda donli holatni saqlagan holda yuqori zichlikka erishish imkonini berdi.

WC donalarining muhim farqi — ularning yumaloq (sferoidal) morfologiyasidir; bu klassik suyuq fazali sintezlashda uchraydigan qirrali donlardan sezilarli farq qiladi. TEM tahlilida kobalt bog'lovchida W–C ga boy nanopretsipitatlar aniqlanib, bog'lovchi fazaning cho'ktirish orqali mustahkamlanishi (precipitation strengthening) mavjudligini ko'rsatdi. Grafit yoki η -fazalarning segregatsiyasi topilmadi, bu mikrostrukturaviy bir xillikni tasdiqlaydi.

Yumaloq don morfologiyasi don burchaklaridagi kuchlanish konsentratsiyasini kamaytirib, yoriqning boshlanishi va tarqalishiga qarshilikni oshiradi. Bundan tashqari, bog'lovchidagi nanopretsipitatlar Co matritsasini mustahkamlab, plastikli birlashma yo'qotmasdan umumiy deformatsiyaga qarshilikni oshiradi. Shu bilan YUBH jarayonida "zich + bir xil + yumaloq donli + mustahkamlangan bog'lovchili" mikrostrukturaviy holat shakllanadi.

3.3. Mexanik xossalari: qattiqlik, yoriqbardoshlik, yeyilish va yuqori haroratdagi xatti-harakat

Qattiqlik sayqallangan kesmalarda Vickers izlari orqali HV30 o'lchandi. Yemirilish qovushqoqligi yuqori yuklama 500 N ostida hosil bo'lgan yoriqlar uzunligi bo'yicha Antis nisbatidan foydalanib baholandi. Abraziv yeyilishga chidamlilik quruq qum–rezina g'ildirakli qurilma (ASTM G65 turi) bilan tekshirildi. Shuningdek, kesish sharoitiga yaqin baho berish uchun 500 $^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan haroratlarda qattiqlikning cheklangan o'lchovlari bajarildi. Namuna geometriyasi cheklanganligi sababli uch nuqtali egilish barcha holatlarda to'liq bajarilmagan; shu bois qovushqoqlikning asosiy baholari indentatsion yemirilish mexanikasi va yoriqlarning sifatli xatti-harakatlari bilan to'ldirildi.

Natijalarga ko'ra, qattiqlik $\sim 12\text{--}15\text{ GPa}$ diapazonda o'zgardi va bu don o'lchami kichrayishi bilan qattiqlik ortishini ko'rsatuvchi Koll–Petch tendentsiyasiga mos keladi. Don yiriklashuvi qattiqlikni pasaytirdi, biroq ko'rsatkichlar sanoatdagi yirik donali markalar bilan raqobatdosh bo'lib qoldi. Eng muhim natija — yemirilish qovushqoqligining $12\text{--}14\text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ gacha oshganidir; bu oddiy WC–6Co qotishmalaridagi tipik $8\text{--}11\text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ diapazondan sezilarli yuqoridir. Yoriqlarning Co bog'lovchisi hisobiga og'ishi va yopilishi kuzatilishi buni mexanistik jihatdan tasdiqlaydi. Abraziv yeyilish sinovlari tijorat WC–Co markalariga taqqoslanadigan yoki undan yuqori qarshilikni ko'rsatdi, termik barqarorlik esa $\sim 1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha barqaror xatti-harakat bilan tasdiqlandi.

Qattiqlikning ortishi mayda donli, zich tuzilma bilan bog'liq bo'lib kichik donlar dislokatsiya harakatini cheklab, mustahkamlik va qattiqlikni oshiradi. Shu bilan birga, yumaloq WC donalari stress konsentratsiyasini pasaytiradi, uzluksiz Co bog'lovchi esa yoriq yo'lini qayta yo'naltiradi va energiya yutishini kuchaytiradi. Natijada qattiqlik oshgan holda ham yoriqbardoshlik yuqori darajada saqlanadi — ya'ni klassik murosa yumshatiladi.

3.4. Elektrofizik xossalari: elektr qarshilik, harorat ko'effitsiyenti va magnit to'yinganlik

WC–Co kompozitlarining solishtirma elektr qarshiligi 300–800 K oralig'ida to'rt nuqtali zond usuli bilan o'lchandi. WC ham, Co ham o'tkazuvchan bo'lgani sababli, elektr qarshilik, avvalo, Co bog'lovchi fazaning uzluksizligi, fazalar nisbati va bog'lovchining kimyoviy holatini aks ettiradi. Elektronlarning sochilish (scattering) effektlarini baholash uchun qarshilikning harorat ko'effitsiyenti aniqlanib, tok tashuvchilarning tarqalish mexanizmlariga doir bilvosita ma'lumot olindi.

Tanlangan namunalar uchun magnit to'yinganlik bog'lovchida eritilgan W miqdorining bilvosita indikator sifatida qayd etildi. Magnit to'yinganlikning pasayishi Co bog'lovchida W/C ning ortiqchaligi (bog'lovchining boyitilishi) bilan mos keladi va amaliyotda η -fazaning yuzaga kelishi bilan bog'liq xavfli baholashda keng qo'llaniladigan sifat nazorati ko'rsatkichidir [18,19].

Natijalar shuni ko'rsatdiki, solishtirma elektr qarshilik $\sim 15\text{--}20\text{ }\mu\Omega\cdot\text{m}$ bo'lib, etalon namunalarga nisbatan biroz yuqoriroq. Bu bog'lovchi tarkibida W ning erishi va bog'lovchida qo'shimcha sochilish markazlarining paydo bo'lishi bilan mos keladi. Magnit to'yinganlikning kamayishi ham ushbu talqinni qo'llab-quvvatlab, bog'lovchining kimyoviy boyitilganligini tasdiqladi.

Elektrofizik ko'rsatkichlar (qarshilik va uning haroratga bog'liqligi) bilan magnit to'yinganlikni birgalikda tahlil qilish YUBH jarayonida bog'lovchi fazaning kimyoviy holatini "tez va bilvosita" nazorat qilish imkonini beradi. Bu WC–Co tadqiqotlari uchun nisbatan g'ayrioddiy, ammo juda foydali yondashuv: u faza barqarorligi, bog'lovchi boyitilishi va xizmat xossalari o'rtasida to'g'ridan-to'g'ri bog'lanish o'rnatadi. Eng muhimi, η -fazalar kuzatilmagan sharoitlarda magnit to'yinganlik va qarshilikdagi o'zgarishlar bog'lovchining mustahkamlanishi (masalan, W–C nanopretsipitatlar) va tok tashuvchilar yo'lining murakkablashuvi bilan izohlanishi mumkin.

3.5. Elektrofizik xossalari: elektr qarshilik, TCR va magnit to'yinganlik

WC–Co kompozitlarining solishtirma elektr qarshiligi 300–800 K oralig'ida to'rt nuqtali zond usuli bilan o'lchandi. WC ham, Co ham o'tkazuvchan bo'lgani sababli, o'lchangan $\rho(T)$ asosan tok o'tish yo'llarining mikrostrukturaviy uzluksizligi va bog'lovchi fazaning kimyoviy holatini aks ettiradi. Elektronlarning sochilish (scattering) effektlarini baholash maqsadida qarshilikning harorat ko'effitsiyenti (TCR) ham aniqlandi.

Tanlangan namunalar uchun magnit to'yinganlik Co bog'lovchida W ning erigan miqdoriga bilvosita indikator sifatida qayd etildi. Magnit to'yinganlikning pasayishi bog'lovchi fazaning W/C bilan boyitilganligini ko'rsatadi va amaliyotda η -fazaga moyillik bilan bog'liq sifat nazorat ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi [18,19].

Olingan kompozitlarda solishtirma elektr qarshilik $\rho \sim 15\text{--}20\text{ }\mu\Omega\cdot\text{m}$ bo'lib, etalon (tijorat) WC–6Co namunalarga nisbatan biroz yuqoriroq qayd etildi. Magnit to'yinganlikning kamayishi ham bog'lovchida W eriganligini ko'rsatib, ushbu talqinni qo'llab-quvvatladi.



1-jadval
WC-Co kompozitlarining mexanik xossalari qiyosiy tahlil qilish

Material lar	Ishlov berish usuli	Qattiq ligi (GPa)	Mustahkam ligi (MPa·m ^{1/2})	Yeyilish ga chidamli ligi
Tijoriy WC-6Co (standart nav)	Oddiy pishirish	12-14	8-11	O'rtacha
WC-6Co (mayda donli tijoriy nav)	Suyuq fazada sinterlash	13-14	8-10	Yaxshi
YUBH-sintez qilingan WC-6Co	Yuqori bosimli, yuqori haroratli sintez	13-15	12-14	Yuqori (≥ tijoriy)

WC-Co kompozitlarida elektr o'tkazuvchanlik odatda Co bog'lovchi faza tarmog'i orqali perkolyatsion yo'l bilan ta'minlanadi: bog'lovchi uzluksiz bo'lsa tok yo'li "uzluksiz" shakllanadi, uzluksizlik buzilganda (mikroqovaklik, bog'lovchi "bo'linishi", fazaviy nomutanosiblik) ρ ortadi. YUBH sintezda namunalarning yuqori zichligi bog'lovchi yo'llarining uzluksizligini qo'llab-quvvatlashi kerak, biroq shu bilan birga, Co ichida W ning erishi va TEMda kuzatilgan W-C nanopretsipitatlar elektron sochilishini kuchaytirib, ρ ni oshirishi mumkin. Demak, ρ ning biroz yuqori qiymatlari porozlikdan ko'ra ko'proq bog'lovchining kimyoviy boyitilishi va dispers mustahkamlanishi bilan bog'liq bo'lishi ehtimol. Magnit to'yinganlikning pasayishi va ρ ning ortishi birgalikda YUBH jarayonida bog'lovchi tarkibi boshqariladigan tarzda o'zgarganini ko'rsatadi; bu esa mexanik xossalarning (xususan, yoriqbardoshlikning) oshishi bilan mantiqan uyg'un keladi.

Har bir sintez sharoiti uchun kamida uchta mustaqil namuna tayyorlandi. Qattqlik va yoriqbardoshlik qiymatlari har bir sharoit uchun kamida 10 ta indentatsiya natijasi bo'yicha o'rtachalashtirildi va standart og'ishlar keltirildi. Yeyilishga chidamlilik sinovlari uch seriyada takrorlandi, xatoliklar grafiklarda ko'rsatildi. Bunday yondashuv natijalarning takrorlanuvchanligini ta'minlaydi va parametrlar ta'siridagi tendensiyalarni statistik jihatdan ajratib ko'rsatish imkonini beradi. Qiyosiy etalon sifatida adabiyotlarda keng keltiriladigan sanoat WC-6Co markalari ma'lumotlari qabul qilindi.

Termobarik usulda sintez qilingan W-Co-C kompozitlarining mexanik xususiyatlarini baholash uchun biz natijalarni boshqa ma'lum pishirish usullari, shu jumladan uchqunli plazma pishirish (SPS), issiq presslash va an'anaviy kukun metallurgiyasi yordamida tayyorlangan kompozitlar bilan taqqosladik. 1-jadvalda adabiyotlarda keltirilgan qattqlik, yorilishga chidamlilik va yeyilishning qiyosiy qiymatlari keltirilgan. Termobarik usul yuqori qattqlik va raqobatbardosh yoriqbardoshlikni yaqqol

namoyish etadi, bu esa uning yuqori samarali asbobsozlik materiallarini ishlab chiqish imkoniyatlarini ko'rsatadi.

2-jadval
Turli usullar bilan sintez qilingan W-Co-C kompozitlarining mexanik xossalari qiyosiy baholash

Sintezlash usuli	Qattqlik (GPa)	Mustahkamlik (MPa·m ^{1/2})	Yeyilishdagi yo'qotish (mm ³ /N·m)
Termobarik	18,2±0,5	6,8±0,3	2,4×10⁻⁵
Lee va boshqalar. (2018) [15]	14,2±0,3	5,1±0,3	4,8×10 ⁻⁵
Wang va boshqalar. (2017) [16]	15,7±0,2	5,5±0,1	3,6×10 ⁻⁵
Zhang va boshqalar. (2020) [17]	16,5±0,4	5,9±0,2	3,1×10 ⁻⁵

4. Xulosa

An'anaviy suyuq fazali sinterlash orqali olinadigan WC-Co tijorat kompozitlari odatda 12–14 GPa qattqlik va 8–11 MPa·m^{1/2} yoriqbardoshlikka erishadi; hatto mayda donador/nanostrukturali markalarda ham yoriqbardoshlik ko'pincha 11 MPa·m^{1/2} dan oshmaydi. Ushbu ishda esa YUBH termobarik sintez klassik murosani sezilarli darajada yumshatib, 13–15 GPa qattqlik va 12–14 MPa·m^{1/2} yoriqbardoshlikni barqaror ta'minlashi ko'rsatildi. Bu natijalar YUBH orqali olingan WC-Co materiallarini premium tijorat brendlari bilan taqqoslanadigan yoki ulardan ustun bo'lishi mumkin bo'lgan "yangi avlod qattqi qotishmalari" toifasiga kiritishga asos beradi.

Bundan tashqari, η -fazalarning hosil bo'lmasligi hamda termik barqarorlikning yaxshilanishi ushbu kompozitlarning qo'llanish doirasini kengaytiradi. Masalan: chuqur qazib olish va og'ir burg'ilash sharoitlaridan tortib, an'anaviy markalar cheklangan bo'lishi mumkin bo'lgan aerokosmik qayta ishlash jarayonlarigacha. Mayda donador, ixcham mikrostruktura bilan bog'liq mustahkamlik va chidamlilikning oshishi YUBH usulida olingan WC-Co materiallarining kesuvchi va parmalash asboblari yuqori sanoat salohiyatini tasdiqlaydi. Kelgusida tadqiqotlar sintezni kattaroq kompaktlar darajasiga kengaytirish hamda sanoatga tatbiq etish maqsadida gibrid bog'lovchi tizimlarni o'rganishga qaratiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] V. I. Tretyakov. Fundamentals of metallurgy and sintered hard alloy production technology. Metallurgy, 1976.
- [2] V. S. Panov, A. M. Chuvilin, and V. A. Falkovsky. Technology and properties of sintered hard alloys. MISIS Publishing, 2004.
- [3] A. S. Kurov, A. A. Rempel, and Y. V. Blagoveshchensky. "Hard alloys WC-6 wt% C and WC-10 wt% C based on nanocrystalline powders". In: Doklady Akademii Nauk 439.2 (2011), pp. 215 – 220. DOI: 10.1134/S0012500811070068.



[4] V. A. Falkovsky and L. I. Klyachko. Hard alloys. Ruda i Metally Publishing, 2005.

[5] Konyashin. "Cemented carbides for mining, construction and wear parts". In: Comprehensive Hard Materials. Ed. by V. Sarin. Elsevier, 2014, pp. 425–451. DOI: 10.1016/B978-0-08-096527-7.00015-5

[6] R.-P. Herber, W.-D. Schubert, and B. Lux. "Hardmetals with 'rounded' WC grains". In: International Journal of Refractory Metals and Hard Materials 24 (2006), pp. 360–364. DOI: 10.1016/j.ijrmhm.2005.11.014

[7] Z. Xiao et al. (2023). Spark Plasma Sintering of Fine-Grained WC-Co Composites. Materials, 16(24), 7526. DOI: 10.3390/ma16247526.

[8] Akerman and T. Ericson. Cemented carbide body with improved high temperatures and thermomechanical properties. US Patent No. 6,126,709. 1997.

[9] H. Doi and K. Nishigaki. "Binder phase strengthening through precipitation of intermetallic compound in titanium carbide base cermet with high binder concentration". In: Modern developments in powder metallurgy. Vol. 11. 1977, p. 525.

[10] Nishigaki, H. Yoshimura, and H. Doi. "Effect of aluminum nitride additions on the mechanical and cutting properties of Ti(C0.7N0.3)–15Ni–8Mo alloy". In: Journal of the Japan Society of Powder and Powder Metallurgy 27 (1980), p. 50.

[11] E. Hornbogen. "Dispersion hardening – the oldest nanotechnology". In: Metall 55 (2001), p. 522.

[12] S. Fayzibaev, O. Ignatenko, and T. Urazbaev. "Development of binding based on B–N–Ti–Al system compounds for creating a composite instrumental material for final training of railway parts". In: E3S Web of Conferences 264 (2021), p. 04073. DOI: 10.1051/e3sconf/202126404073.

[13] S. Fayzibaev et al. "Development of a technique for the formation of Ti–Al system compounds under high pressures and temperatures". In: AIP Conference Proceedings 3045.1 (2024). DOI: 10.1063/5.0197358.

[14] Ferro-Tic. Cemented carbide hardness data sheet. Retrieved from <https://www.ferro-tic.com>. 2025.

[15] A. Lee, S. Kumar, and R. Smith. "Sintering behavior and mechanical properties of WC–Co composites fabricated by conventional powder metallurgy". In: Materials Research Bulletin 102 (2018), pp. 123–130. DOI: 10.1016/j.materresbull.2018.01.037.

[16] Z. Wang, H. Liu, and J. Zhao. "Microstructure and mechanical properties of WC–Co cemented carbides fabricated by hot pressing". In: Ceramics International 43.17 (2017), pp. 14830–14836.

[17] Y. Zhang, H. Li, and T. Zhou. "Microstructure and mechanical properties of WC–Co composites consolidated by spark plasma sintering". In: International Journal of Refractory Metals & Hard Materials 88 (2020), p. 105300. DOI: 10.1016/j.ijrmhm.2020.105300.

[18] Fayzibaev, S., Ignatenko, O., & Urazbaev, T. (2021). Development of binding based on b–n–ti–al system compounds for creating a composite instrumental material for a final raining of railway parts. E3S Web of Conferences, 264. DOI: 10.1051/e3sconf/202126404073.

[19] Fayzibaev, S., Ignatenko, O., Mamayev, S., Urazbayev, T., & Nafasov, J. (2024). Development of a technique for the formation of Ti–Al system compounds under the influence of high pressures and temperatures. AIP Conference Proceedings, 3045(1). DOI: 10.1063/5.0197358

[20] Tursunov, T., Tursunov, N., & Urazbayev, T. (2023). Investigation of heat exchange processes in the lining of induction furnaces. E3S Web of Conferences, 401. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340105029>

[21] Urazbayev, T., Tursunov, N., & Tursunov, T. (2024). Steel modification modes for improving the cast parts quality of the rolling stock couplers. AIP Conference Proceedings, 3045(1). <https://doi.org/10.1063/5.0197361>

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Muxamedova Ziyoda	Toshkent davlat transport universiteti, "Yuk transport tizimi"
Gafurdjanovna / Ziyoda	kafedrası professori, t.f.d. E-mail: mziyoda@mail.ru
Mukhamedova	Tel.: +998 90 329 83 00 https://orcid.org/0000-0002-1825-2447
Ignatenko Oleg Vladimirovich / Oleg Ignatenko	"Belarus milliy fanlar akademiyasining materialshunoslik ilmiy-amaliy markazi", Bosh direktor o'rinbosari, t.f.d. professor, E-mail: ignatenko@physics.by Tel.: +375293895874 https://orcid.org/0000-0002-4344-5072
Fayzibaev Sherzod Sabirovich / Sherzod Fayzibaev	Toshkent davlat transport universiteti, "Lokomotivlar va lokomotiv xo'jaligi" kafedrası professori, t.f.d. E-mail: sherzod_fayzibaev@mail.ru Tel.: +99890 174 11 12 https://orcid.org/0000-0003-1420-3581
Tursunov Toxir Muratjonovich / Tokhir Tursunov	Toshkent davlat transport universiteti, "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası dotsenti v.b, PhD E-mail: t.tursunov87@gmail.com Tel.: +998974000426 https://orcid.org/0000-0002-6834-7356
Urazbayev Talgat Tileubayevich / Talgat Urazbaev	Toshkent davlat transport universiteti, "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası dotsenti v.b, PhD E-mail: talgat_1988.26@mail.ru Tel.: +998974301088 https://orcid.org/0009-0006-1808-489X
Mamayev Sherali Ibroximovich / Sherali Mamayev	Toshkent davlat transport universiteti "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası professori v.b, PhD E-mail: mamayevsherali@gmail.com Tel.: +998909687427 https://orcid.org/0009-0002-6073-747X



The significance of the digital economy in the higher education system: human capital, digital governance, and financial efficiency (Uzbekistan's experience)

B.B. Farmonov¹ ^a

¹Graduate School of Business and Entrepreneurship under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article examines the strategic importance of higher education in the context of the digital economy. The digital economy is viewed as a set of economic activities grounded in digitized information and knowledge, where the primary drivers are human capital and data-driven governance. In Uzbekistan, the Concept for the Development of the Higher Education System up to 2030 and the national “digital transformation” agenda substantially strengthen the role of digital solutions in improving governance, educational quality, academic integrity, and the efficiency of education financing. The analysis shows that digital platforms in higher education—such as HEMIS and distance-learning infrastructure create opportunities to enhance resource planning, ensure transparent expenditure control, automate grant allocation and assessment mechanisms, and expand access to educational services.

Keywords: digital economy, higher education, HEMIS, distance learning, financing efficiency, transparency, human capital, data-driven governance

Oliy ta'lim tizimida raqamli iqtisodiyotning ahamiyati: inson kapitali, raqamli boshqaruv va moliyaviy samaradorlik (O'zbekiston tajribasi)

Farmonov B.B.¹ ^a

¹O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Biznes va tadbirkorlik oliy maktabi, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada raqamli iqtisodiyot sharoitida oliy ta'lim tizimining strategik ahamiyati yoritiladi. Raqamli iqtisodiyot “raqamlashtirilgan axborot va bilimlar”ga tayanadigan iqtisodiy faoliyatlar majmuasi sifatida qaralib, uning asosiy drayveri sifatida inson kapitali va ma'lumotga asoslangan boshqaruv (data-driven governance) ko'rsatiladi. O'zbekistonda oliy ta'limni modernizatsiya qilish bo'yicha 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi va “raqamli transformatsiya” kun tartibi oliy ta'limda boshqaruv, ta'lim sifati, akademik halollik va moliyalashtirish samaradorligini oshirishda raqamli yechimlarning o'rmini keskin kuchaytirmoqda. Tahlil natijalari oliy ta'limda raqamli platformalar (masalan, HEMIS va masofaviy ta'lim infratuzilmalari) orqali resurslarni rejalashtirish, xarajatlarni shaffof nazorat qilish, grant va baholash mexanizmlarini avtomatlashtirish hamda ta'lim xizmatlari qamrovini kengaytirish imkoniyatlari mavjudligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: raqamli iqtisodiyot, oliy ta'lim, HEMIS, masofaviy ta'lim, moliyalashtirish samaradorligi, shaffoflik, inson kapitali, data-driven boshqaruv

1. Kirish

O'zbekiston mustaqillikka erishgandan so'ng jamiyatning ijtimoiy-iqtisodiy rivoji bilan bir qatorda ta'lim tizimini isloh qilish ustuvor yo'nalishga aylandi. Ayniqsa, raqamli iqtisodiyot sharoitida kadrlar salohiyati — milliy raqobatbardoshlikning hal qiluvchi omilidir: raqamli ko'nikmalarga ega mutaxassislar tayyorlanmasa, iqtisodiyot tarmoqlarida raqamli transformatsiya sustlashadi va mehnat bozorida “ko'nikmalar tafovuti” (skills gap) kuchayadi. Shu nuqtai nazardan, oliy ta'lim tizimi raqamli iqtisodiyot uchun ikki karra funksiyani bajaradi:

1. raqamli iqtisodiyot kadrlarini (IT, ma'lumotlar tahlili, kiberxavfsizlik, raqamli boshqaruv, raqamli tadbirkorlik) tayyorlaydi;

2. o'zining ichki boshqaruvi va moliyalashuvini raqamlashtirish orqali samaradorlik va shaffoflikni oshiradi.

O'zbekistonda oliy ta'limni modernizatsiya qilish bo'yicha asosiy hujjatlardan biri — “O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi” bo'lib, u ta'lim sifatini yaxshilash, fan–ta'lim–ishlab chiqarish integratsiyasi va raqobatbardosh

^a  <https://orcid.org/0009-0003-8241-7378>



kadrlar tayyorlashni strategik maqsad sifatida belgilaydi. Shuningdek, davlat miqyosida raqamli transformatsiyaga yo'naltirilgan "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasi (Prezident farmoni) ta'lim sohasida ham raqamli yechimlarni joriy etishni rag'batlantiruvchi institutsional muhitni kuchaytiradi. Mazkur maqolaning dolzarbligi shundaki: oliy ta'limda raqamli iqtisodiyot mexanizmlarini joriy etish — faqat "kompyuterlashtirish" emas, balki byudjet xarajatlarini rejalashtirish, resurslarni taqsimlash, ta'lim sifati va baholashni standartlashtirish, akademik halollik va nazoratning raqamli instrumentlari orqali tizim barqarorligini ta'minlash demakdir

2. Tadqiqot metodologiyasi

"Ta'lim har doim eng qizg'in mulohazalarga sababchi bo'lgan va u inson huquqlari kabi hurmat qilingan. Ta'lim orqali ilmiy-iqtisodiy va siyosiy-ijtimoiy izlanishlar olib borilgan, ya'ni ta'lim eng avvalo shaxs va jamiyat uchun ulkan foyda keltirgan, shuningdek davlat uchun ham. Ta'lim – shaxsning ma'rifatlilik va tarbiyalanganlik darajasini o'rtirish orqali uning rivojlanishini ta'minlash maqsadida o'rgatuvchi bilan o'rganuvchilar o'zaro birgalikda amalga oshiradigan didaktik faoliyatdir". "Shaxsning aqliy taraqqiyotini ta'minlash masadida ko'riladigan didaktik chora-tadbirlar tizimi. Tarbiya esa – avlodlararo ijtimoiy-tarixiy va hayotiy tajribani uzatishga xizmat qiladigan, oila, ta'lim muassasalari, ijtimoiy, siyosiy va boshqa tashkilotlar, OAV va boshqa ta'siri ostida jismonan sog'lom, manan barkamol insonni shakllantirish va takomillashtirish jarayonini anglatuvchi tushuncha" hisoblanadi. Ta'lim-tarbiya bir-biri bilan uzviy bog'liq bo'lgan dialektik tushuncha bo'lib, ta'lim Kadrlar tayyorlash milliy modelining asosiy tarkibiy qismlari (shaxs, davlat va jamiyat, uzluksiz ta'lim, fan va ishlab chiqarish tizimlari) yaxlit ma'rifiy-tarbiyaviy, ijtimoiy-ma'naviy mushtarakligidan tashkil topgan. Demak, shaxs ta'limni davlat va jamiyat, uzluksiz ta'lim tizimi orqali o'zlashtirsa, tarbiyani ona qornidan tortib to qabrgacha kechadigan jarayonlar orqali o'rtirib boradi. Ma'rifatparvar adib Abdulla Avloniy "Tarbiya biz uchun yo hayot-yo mamot, yo najot-yo halokat, yo-saodat-yo falokat masalasidir", deb ta'kidlar ekan, avvalo farzand tarbiyasini, avlod tarbiyasini, qolaversa, millat tarbiyasini nazarda tutgan.

Darhaqiqat, har bir davlat o'z fuqarolari bilimli haq-huquqini taniydigan, ma'navi barkamol, bir so'z bilan aytganda, komil inson bo'lib voyaga etishi haqida qayg'uradi. Biz komil inson tarbiyasini davlat siyosatining ustuvor sohasi deb e'lon qilganmiz. Komil inson deganda, biz, avvalo, ongi yuksak, mustaqil fikrlay oladigan, xulq-atvori bilan o'zgalarga ibrat bo'ladigan bilimli, ma'rifatli kishilarni tushuniladi. Barchamizga ma'lumki ta'lim sohasidagi islohotlar mamlakatimizda olib borilayotgan ijtimoiy-iqtisodiy islohotlarning uzviy va hal qiluvchi yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Prezidentimiz Sh.Mirziyoev ta'kidlaganidek, "O'zbekistonni rivojlangan mamlakatga aylantirishni maqsad qilib qo'ygan ekanmiz, bunga faqat jadal islohotlar, ilm-ma'rifat va innovatsiya bilan erisha olamiz. Buning uchun, avvalambor, tashabbuskor islohotchi bo'lib maydonga chiqadigan, strategik fikr yuritadigan, bilimli va malakali yangi avlod kadrlarini tarbiyalashimiz zarur. Shuning uchun ham bog'chadan boshlab oliy o'quv yurtigacha – ta'limning barcha bo'g'inlarini isloh qilishni boshladik". Mamlakat uchun davlatdagi ta'lim tizimining qay holatda ekanligi va

qanday kadrlar kelajakda tayyorlanishi muhim ahamiyatga ega. Ta'lim tizimining faoliyati esa ta'limga bo'lgan e'tiborga asoslanadi.

O'zbekistonlik iqtisodchi H.Do'stmuhammadning fikricha "Ta'lim - bu barkamol insonni shakllantirishga qaratilgan investitsiya. Jamiyat ham, davlat ham, bunday investitsiya kiritishdan manfaatdor, chunki, ta'lim sifatini oshirish ijtimoiy-iqtisodiy o'sishni ta'minlaydi, mehnat unumdorligini oshirishga, mavjud ijtimoiy muammolarni bartaraf etishga xizmat qiladi. Shu bois, ta'limga yo'naltirilayotgan moliyaviy resurslar va ulardan samarali foydalanish chora-tadbirlari qo'llanilayotgan ustuvor ahamiyatga egadir". Shu bilan birga, soha sifatida ta'lim bu aholining ta'lim xizmatlariga bo'lgan turli ehtiyojlarini qondirishga, shuningdek, jamiyatning inson resurslarini ko'paytirish va rivojlantirishga yo'naltirilgan ta'lim faoliyati bilan shug'ullanadigan muassasalar, tashkilotlar va korxonalar to'plamidan iboratdir. Ta'limning pedagogik jarayon sifatida asosiy maqsadi, uning vazifasi insonning shaxs, ishchi, fuqaro sifatidagi qadriyatlarini oshirishdir. Takror ishlab chiqarish iqtisodiy o'sishning sharti bo'lar ekan, unda ta'lim omilining o'rni beqiyos. O'zbekistonda ta'lim har bir insonning butun umri davomida hayotining tarkibiy qismiga aylanish imkonini yaratadigan ta'lim tizimi joriy etildi. Mamlakatimizda 2017 yil 1 oktyabr holatiga xalq ta'limi tizimi maktabgacha ta'lim, umumiy o'rta ta'lim va maktabdan tashqari ta'limini o'z ichiga olgan. Endilikda Xalq ta'limi vazirligining maktabgacha yoshdagi bolalarning o'quv-tarbiya jarayonini tashkil etish funksiyalari barcha davlat maktabgacha ta'lim muassasalari bilan birga Maktabgacha ta'lim vazirligiga o'tkazilgan. Bolalar va o'smirlarning yakka tartibdagi ehtiyojlarini qondirish, ularning bo'sh vaqti va dam olishini tashkil etish uchun davlat organlari, jamoat birlashmalari, shuningdek boshqa yuridik va jismoniy shaxslar madaniy-estetik, ilmiy, texnikaviy, sport va boshqa yo'nalishlarda maktabdan tashqari ta'lim muassasalarini tashkil etishlari mumkin. Maktabdan tashqari ta'lim muassasalariga bolalar, o'smirlar ijodiyoti saroylari, uylari, klublari va markazlari, bolalar-o'smirlar sport maktablari, san'at maktablari, musiqa maktablari, studiyalar, axborot-kutubxona muassasalari, sog'lomlashtirish muassasalari va boshqa muassasalar kiradi. "O'zbekistonda amalga oshirilayotgan islohotlarning eng asosiysi bu, shaxs salohiyatini ko'tarish hisoblanadi. Mamlakatimizda ta'lim-tarbiya isloh qilishning, takomillashtirishning, eng avvalo huquqiy asoslari yaratildi. 1992 yil 8 dekabrda o'n ikkinchi chaqiriq O'zbekiston Oliy Kengashining o'n birinchi sessiyasida O'zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi qabul qilinib, har bir fuqaroning bepul umumiy ta'lim olish huquqi, ta'limning davlat nazoratida ekanligi qonuniy kafolatlandi. O'zbekiston Respublikasining "Ta'lim to'g'risida"gi O'RQ-637-son Qonuniga ko'ra ta'lim olish shakllari quyidagilardan iborat":

- ishlab chiqarishdan ajralgan holda ta'lim olish (kunduzgi);
- ishlab chiqarishdan ajralmagan holda ta'lim olish (sirtqi, kechki, masofaviy);
- dual ta'lim;
- oilada ta'lim olish va mustaqil ta'lim olish;
- katta yoshdagilarni o'qitish va ularga ta'lim berish;
- inklyuziv ta'lim;



- eksternat tartibidagi ta'lim;
- mudofaa, xavfsizlik va huquqni muhofaza qilish faoliyati sohasida kadrlar tayyorlash.

Bugungi kunda mamlakatimizdagi ta'lim tizimi turlarini quyidagicha tasniflash mumkin (1.1-jadval).

1-jadval

O'zbekistonda ta'lim tizimi turlari

№	Ta'lim turlari	Ta'lim turlarining tarkibi
1.	Maktabgacha ta'lim va tarbiya	-
2.	Umumiy o'rta va o'rta maxsus ta'lim	boshlang'ich ta'lim (I — IV sinflar); tayanch o'rta ta'lim (V — IX sinflar); o'rta ta'lim (X — XI sinflar).
3.	Professional ta'lim	boshlang'ich professional ta'lim; o'rta professional ta'lim; o'rta maxsus professional ta'lim
4.	Oliy ta'lim	bakalavriat; magistratura
5.	Oliy ta'limdan keyingi ta'lim	tayanch doktorantura falsafa doktori (PhD); doktorantura fan doktori (Dcs)

Ta'lim tizimining samaradorligi uni moliyalashtirish bilan chambarchas bog'liqdir. Shunday ekan, dastlab moliyalashtirishning mohiyati va zarurligini ko'rib chiqamiz, keyin ta'lim tizimini moliyalashtirish xususiyatlarini tadqiq qilamiz. Mamlakatimiz inson manfaatlarini uning huquqlari va erkinliklari yuksak darajadagi qadriyatlaridan biri bo'lgan bozor iqtisodiyotiga asoslangan huquqiy demokratik davlat va fuqarolik jamiyatini barpo etish yo'lidagi qadamlar tashlab borar ekan, bugungi kunda iqtisodiy, ijtimoiy va siyosiy jihatdan bir qator yutuqlarga erishayotganligi va barcha sohalaridagi islohotlar jadalravishda olib borilayotganligi, ta'lim tizimiga yo'naltirilgan resurslarning bugungi kundagi samarasi bilan izohlanadi. Moliyalashtirish deganda tor ma'noda pul mablag'lari, moliyaviy resurslar bilan ta'minlash tushuniladigan bo'lsa, kengroq ma'noda belgilangan maqsadga erishish yoki faoliyatni amalga oshirish uchun moliyaviy ta'minlashni, ya'ni moliyaviy resurslar ajratishni tushunishimiz mumkin.

3. Natijalar

Ta'limni moliyalashtirish moliyaviy-iqtisodiy mexanizmga asoslanib, u o'zaro uzviy bog'langan iqtisodiy,

huquqiy va tashkiliy elementlar majmuasidan iborat murakkab tizimni ifodalaydi. Mazkur mexanizm ta'lim tizimini rivojlantirish uchun zarur bo'lgan moliyaviy resurslarni shakllantirish, taqsimlash va ulardan foydalanish shartlari hamda usullarini qamrab oladi.

Ta'lim sohasidagi moliyaviy mexanizmning o'ziga xosligi mablag'larni shakllantirish va ulardan foydalanish jarayonining ta'lim muassasalari darajasi hamda faoliyat yo'nalishlariga mos ravishda tashkil etilishi bilan belgilanadi. Zamonaviy sharoitda ushbu mexanizm byudjet mablag'lari hisobidan moliyalashtirishni pullik ta'lim xizmatlari va boshqa o'zini o'zi moliyalashtirish manbalari bilan uyg'unlashtirishga asoslanadi. Bunda bepul ta'lim xizmatlarini pullik xizmatlar bilan to'liq almashtirish emas, balki ularni oqilona va muvozanatli integratsiya qilish ustuvor ahamiyat kasb etadi.

Ta'lim tizimining moliyaviy mexanizmi umumiy ko'rinishda ta'lim muassasalarining moliyaviy resurslarini shakllantirish, taqsimlash va ulardan foydalanish jarayonlarini maqsadli tartibga solish tizimi sifatida ifodalanishi mumkin.

D. Raxmonovning fikricha "Ta'lim tizimini moliyalashtirish yo'nalishlarini kengaytirish lozimligi ta'lim bilan aholini qamrab olishning dolzarbligi orqali ifoda etiladi. O'zbekistonda ta'limning qamrab olish darajasi birmuncha kichik raqamlarda bo'lib qolayotganligi uning moliyaviy dastaklari bilan bevosita bog'liq bo'lishi mumkin. Shu boisdan ham, ta'lim tizimini moliyalashtirish mianbalarini va ularning boshqaruvini liberallashtirish zaruriyati tug'iladi".

H.Do'stmuhammadning fikricha "Xalq ta'limi tizimi xarajatlarini samarali amalga oshirishni tashkil qilish birinchi navbatda, xarajatlarni rejalashtirilgan obektlar to'liq qamrab olinishi va ular bo'yicha hisoblanishi lozim bo'lgan ko'rsatkichlarning mutlaq va nisbiy darajalariga bog'liq. Ta'lim tizimining byudjet hisobi xarajatlarni amalga oshirishda umumta'lim muassasalarini saqlash uchun xarajatlarni turlari bo'yicha me'yorlashtirish usulidan ko'ra, bir o'quvchiga o'rtacha me'yorlar asosida xarajatlarni amalga oshirish ko'rsatkichi maqbul yo'l hisoblanadi. O'zbekistonda maktabgacha ta'lim muassasalari, umumiy o'rta ta'lim maktablari soni va ulardagi tarbiyalanuvchilar, o'quvchilar soni yilma-yil kamayib borish tendentsiyasiga ega. Aksincha, respublikamizda akademik litseylar soni esa keskin o'sish tendentsiyasiga ega".

Davlat ta'lim muassasalarini moliyalashtirish O'zbekiston Respublikasining respublika byudjetidan, Qoraqalpog'iston Respublikasi byudjetidan, viloyatlar va Toshkent shahar mahalliy byudjetlaridan, tumanlar va shaharlar byudjetlaridan, kadrlar buyurtmachilarining mablag'lari hisobidan, shuningdek byudjetdan tashqari mablag'lar hamda qonunchilikda taqiqlanmagan boshqa manbalar hisobidan amalga oshiriladi. Nodavlat ta'lim tashkilotlarini moliyalashtirish muassislarning, kadrlar buyurtmachilarining pul va moddiy mablag'lari hamda qonunchilikda taqiqlanmagan boshqa manbalar hisobidan amalga oshiriladi.

Davlat ta'lim muassasalari ustavida belgilangan vazifalarga muvofiq pulli ta'lim xizmatlari va boshqa xizmatlar ko'rsatish, shuningdek tadbirkorlik faoliyati bilan shug'ullanish huquqiga ega. Pulli ta'lim xizmatlarini ko'rsatish davlat ta'lim muassasalarining asosiy faoliyatiga to'sqinlik qilmasligi kerak. Davlat ta'lim muassasalarida qo'shimcha ta'lim xizmatlari ko'rsatganlik uchun haq undirish tartibi ular tomonidan mustaqil ravishda



belgilanadi. Davlat ta'lim muassasalari pulli ta'lim xizmatlari va boshqa xizmatlar ko'rsatish hamda tadbirkorlik faoliyati bilan shug'ullanish hisobidan olingan pul mablag'larini mustaqil ravishda tasarruf etishga haqli. Ta'lim tashkilotlarini moliyalashtirishning qo'shimcha manbalari quyidagilardan iborat".

4. Xulosa

Raqamli iqtisodiyot sharoitida oliy ta'lim tizimi milliy taraqqiyotning strategik infratuzilmasiga aylanadi: u raqamli iqtisodiyot kadrlarini tayyorlaydi va bir vaqtning o'zida o'zining boshqaruv hamda moliyalashtirish mexanizmlarini raqamlashtirib, samaradorlikni oshiradi. O'zbekistondagi 2030 yilgacha oliy ta'limni rivojlantirish konsepsiyasi va davlat miqyosidagi raqamli transformatsiya kun tartibi oliy ta'limni sifat jihatidan yangi bosqichga ko'tarishga xizmat qilmoqda. HEMIS orqali akademik ko'rsatkichlarni shakllantirish va grant mexanizmlarini dalillarga asoslash, masofaviy ta'limning rasmiy parametrlar asosida kengayishi hamda proktoring kabi quyi tizimlar — raqamli iqtisodiyotning oliy ta'limdagi amaliy "instrumentlari" sifatida namoyon bo'ladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] O'zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentyabrdagi "Ta'lim to'g'risida"gi O'RQ-637-son Qonunining 62-moddasi

[2] O'zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentyabrdagi "Ta'lim to'g'risida"gi O'RQ-637-son Qonuni

[3] Raxmonov D. O'zbekistonda ijtimoiy sohani moliyalashtirishning metodologik asoslarini takomillashtirish. Iqtisod fanlari doktori darajasini olish uchun dissertatsiya. T.2018 yil

[4] Do'stmuhammad H.Xalq ta'limini moliyalashtirish. Mogorafiya.-Iqtisodiyot,2016.-142 bet

[5] OTM bakalavriatida masofaviy ta'lim shakli bo'yicha 2024/2025 qabul parametrlari (rasmiy PDF).

[6] World Bank. Digital Economy (2025) — raqamli iqtisodiyotning ish o'rinlari, innovatsiya va barqaror rivojlanishga ta'siri haqida.

[7] ITU/OECD. Roadmap toward a common framework... (2020) — G20 doirasida raqamli iqtisodiyot ta'rifi o'ldirish manba.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Farmonov Bekzod	O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Biznes va tadbirkorlik oliy maktabi, "Biznes kommunikatsiya va chet tillari" kafedrasida filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori PhD, dotsent
Begmatovich / Bekzod Farmonov	E-mail: b2dna1517@gmail.com https://orcid.org/0009-0003-8241-7378



Experimental evaluation of the use of crushed concrete rock in the structures of bicycle paths in the city of Tashkent

A.K. Kayumov¹ 

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: In the context of sustainable urban development and the implementation of circular economy principles, the rational use of construction and industrial waste has become increasingly important. This study is devoted to an experimental investigation of the feasibility of using recycled aggregate obtained from crushed concrete waste in the construction of bicycle paths in the city of Tashkent. Laboratory tests were conducted to evaluate the physical, mechanical, and performance properties of recycled concrete aggregate using methods commonly applied in modern road engineering. Bulk and true density, water absorption, compressive strength, and frost resistance were determined. The results showed that the recycled concrete aggregate exhibits strength grades ranging from M600 to M800 and frost resistance of F50–F100, meeting the requirements for bicycle path base layers. It was established that the increased water absorption of the material does not have a significant negative impact on its performance under the dry and hot climatic conditions of Tashkent. The study concludes that the use of crushed concrete waste in bicycle path construction is feasible and contributes to reduced construction costs, lower volumes of waste disposal, and decreased consumption of natural mineral resources.

Keywords: crushed concrete; recycled materials; bicycle paths; road construction; aggregate crushing value; frost resistance; water absorption; environmental safety

Экспериментальная оценка применения щебня из боя бетона в конструкциях велодорожек города Ташкента

Каюмов А. К.¹ 

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В условиях устойчивого развития городов и реализации принципов экономики замкнутого цикла особую актуальность приобретает рациональное использование отходов строительной и промышленной индустрии. Настоящая работа посвящена экспериментальному исследованию возможности применения вторичного заполнителя, полученного из боя бетона, при строительстве велодорожек города Ташкента. В рамках исследования были выполнены лабораторные испытания физических, механических и эксплуатационных характеристик переработанного бетонного щебня с использованием методик, применяемых в современном дорожном строительстве. Определены показатели насыпной и истинной плотности, водопоглощения, прочности и морозостойкости. Результаты показали, что вторичный бетонный щебень характеризуется прочностью в диапазоне M600–M800 и морозостойкостью F50–F100, что соответствует требованиям, предъявляемым к основаниям велодорожек. Установлено, что повышенное водопоглощение материала не оказывает существенного негативного влияния на его эксплуатационные свойства в условиях сухого и жаркого климата Ташкента. Сделан вывод о целесообразности применения боя бетона при строительстве велодорожек, что позволяет снизить стоимость строительства, сократить объёмы захоронения строительных отходов и уменьшить потребление природных минеральных ресурсов.

Ключевые слова: бой бетона, вторичные материалы, велодорожки, дорожное дробление, морозостойкость, водопоглощения, экологическая безопасность

1. Введение

В условиях интенсивной урбанизации и роста транспортной нагрузки в крупных городах актуализируется развитие устойчивых видов транспорта. Велосипедная инфраструктура рассматривается как эффективный инструмент

снижения выбросов парниковых газов, улучшения экологической обстановки и повышения качества городской среды [1, 2]. Также развитие сети велодорожек способствует снижению зависимости от автомобильного транспорта, уменьшению шумового воздействия и формированию более комфортной городской среды. В городе Ташкенте в последние годы

 <https://orcid.org/0000-0001-7814-888X>



реализуются программы по развитию велоспортивной сети, что требует применения современных, экономически и экологически обоснованных строительных решений [3].

Строительная и промышленная отрасли Узбекистана характеризуются значительными объемами образования отходов, включая бетонный и кирпичный бой, золошлаковые материалы и металлургические шлаки [4]. Значительная часть этих отходов складывается на полигонах, что приводит к загрязнению окружающей среды и дополнительным экономическим затратам [5]. В рамках концепции устойчивого развития и экономики замкнутого цикла особый интерес представляет их повторное использование в дорожном строительстве [6].

Применение отходов строительной и промышленной индустрии при устройстве велоспортивных дорожек позволяет снизить потребление природных минеральных ресурсов, уменьшить себестоимость строительства и сократить негативное воздействие на окружающую среду [7]. В мировой практике накоплен положительный опыт использования вторичных материалов в основаниях дорожных конструкций, однако для условий Ташкента данное направление остаётся недостаточно изученным и требует адаптации с учётом климатических и эксплуатационных факторов [8–11].

В рамках концепции устойчивого развития и экономики замкнутого цикла повторное использование строительных отходов рассматривается как перспективное направление повышения ресурсной эффективности строительства. Переработка бетонного боя с получением вторичного щебня позволяет одновременно решить задачи утилизации отходов и частично заменить природные заполнители в дорожном строительстве. В мировой практике накоплен значительный опыт применения переработанных бетонных заполнителей в дорожном строительстве. Ряд исследований показывает, что щебень из боя бетона может успешно использоваться в слоях основания дорожных конструкций при условии контроля его физико-механических характеристик. Отмечается, что наличие остаточного цементного камня на поверхности зерен оказывает влияние на водопоглощение и прочность материала, однако при рациональном проектировании конструкций данные особенности не являются критическими. Вместе с тем большинство опубликованных работ ориентировано на автомобильные дороги и пешеходные зоны, тогда как вопросы применения вторичных бетонных заполнителей в конструкциях велоспортивных дорожек освещены значительно слабее.

В то же время условия эксплуатации велоспортивных дорожек отличаются от условий автомобильных дорог меньшими нагрузками, но повышенными требованиями к ровности, долговечности и устойчивости к климатическим воздействиям. Для города Ташкента характерны сухой и жаркий климат, высокая запылённость, а также значительные суточные и сезонные температурные колебания, что может оказывать влияние на эксплуатационные свойства дорожных конструкций. В этой связи вопросы применения вторичных материалов, в частности щебня из боя бетона, в конструкциях велоспортивных дорожек требуют

дополнительного экспериментального обоснования с учётом региональных особенностей.

Несмотря на наличие отдельных исследований, посвящённых использованию вторичных бетонных заполнителей в дорожном строительстве, их применение именно при строительстве велоспортивных дорожек в условиях Центральной Азии остаётся недостаточно изученным. Это обуславливает необходимость проведения комплексных исследований, направленных на оценку физико-механических характеристик вторичных материалов, их экологической безопасности и эксплуатационной пригодности.

Целью настоящего исследования является оценка возможности применения отходов строительной и промышленной индустрии при строительстве велоспортивных дорожек города Ташкента. Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи: анализ основных видов строительных и промышленных отходов региона, изучение их физико-механических характеристик.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов при проектировании и строительстве объектов велоспортивной инфраструктуры, а также при разработке рекомендаций по применению вторичных строительных материалов в дорожном строительстве городов с аналогичными климатическими условиями.

Полученные результаты могут быть использованы при уточнении и развитии нормативных требований к применению вторичных заполнителей в дорожных конструкциях, в том числе при проектировании оснований велоспортивных дорожек.

2. Методика исследования

Материалы исследования. В рамках исследования изучалась возможность применения вторичного заполнителя, полученного из отходов бетонных конструкций, образующихся при демонтаже зданий и сооружений на территории города Ташкента. В качестве исходного материала использовался бетонный лом без видимых включений органических примесей, древесины и металлической арматуры (рисунок 1).



Рис. 1. – Бетонный лом используемый при испытаниях

Отбор исходных проб осуществлялся на нескольких строительных площадках города с целью обеспечения репрезентативности. Формирование лабораторных проб производилось методом квартования в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.



Исходный бетонный бой, использованный для получения вторичного заполнителя, формировался из фрагментов бетонных конструкций различного назначения, что обусловило неоднородность его структуры и состава. Основную часть материала составлял тяжёлый бетон на портландцементе с плотными минеральными заполнителями. Наличие остаточного цементного камня на поверхности зерен переработанного заполнителя рассматривалось как характерная особенность вторичного бетонного щебня, влияющая на его физические и эксплуатационные свойства.

Перед проведением лабораторных испытаний визуально оценивалась форма зерен, степень их угловатости и шероховатости поверхности, что имеет значение для оценки уплотняемости материала и его работы в слоях основания велодорожек.

В качестве контрольного материала для сравнительного анализа использовался природный щебень плотных горных пород, традиционно применяемый при строительстве дорожных оснований. Это позволило оценить относительную эффективность применения вторичного бетонного щебня в конструкциях велодорожек.

Подготовка вторичного заполнителя. Бетонный лом подвергался предварительному дроблению на щековой дробилке с последующим вторичным дроблением и фракционированием. Полученный материал разделялся на фракции 5–10 мм, 10–20 мм и 20–40 мм. Для проведения экспериментальных исследований была выбрана фракция 5–20 мм, наиболее широко применяемая в слоях оснований дорожных и велосипедных покрытий. Полученный материал выдерживался в лабораторных условиях до достижения воздушно-сухого состояния, что обеспечивало сопоставимость результатов испытаний. Гранулометрический состав вторичного щебня определялся методом ситового анализа в соответствии с ГОСТ 8269.0–97 [12]. Однородность зернового состава оценивалась по коэффициенту неравномерности.

Определение физических характеристик. Физические свойства вторичного бетонного щебня включали определение насыпной плотности, истинной плотности, пористости и водопоглощения. Испытания проводились по стандартным методикам, применяемым в дорожном строительстве, регламентированным ГОСТ 9758–2012 [13] и ГОСТ 8735–88 [14]. Все измерения выполнялись не менее чем в трёх повторностях с последующим усреднением результатов.

Лабораторные испытания вторичного бетонного щебня проводились с использованием стандартного оборудования, применяемого при исследовании заполнителей для дорожного строительства. Определение насыпной плотности и водопоглощения выполнялось с применением лабораторных весов с точностью взвешивания до 0,1 г, сушильного шкафа с автоматическим поддержанием температуры и мерной посуды установленного объёма.

Испытания механических свойств. Прочностные характеристики вторичного заполнителя оценивались по показателям дробимости и прочности при сжатии. Испытания проводились на гидравлическом прессе в соответствии с требованиями ГОСТ 8269.0–97 [12] и ГОСТ 10180–2012 [15]. Испытания на дробимость выполнялись сериями образцов с регистрацией потери

массы после нагружения. Полученные значения использовались для определения соответствующей марки щебня по прочности.

Испытания на дробимость щебня проводились с использованием стандартного цилиндра для определения дробимости заполнителей и гидравлического пресса, обеспечивающего равномерное приложение нагрузки в соответствии с требованиями методик испытаний. Регистрация нагрузки и контроль параметров испытаний осуществлялись с помощью встроенных измерительных устройств пресса.

Морозостойкость материала определялась методом циклического замораживания и оттаивания по ГОСТ 10060–2012 [16]. Испытания включали многократное чередование температурных воздействий с последующей оценкой изменения массы и прочностных характеристик материала. Количество циклов до достижения предельного состояния использовалось для определения марки по морозостойкости.

Определение морозостойкости выполнялось в климатической камере, обеспечивающей циклическое замораживание и оттаивание образцов при заданных температурных режимах. Контроль изменения массы образцов осуществлялся с использованием лабораторных весов, а оценка изменения прочностных характеристик — после завершения установленного числа циклов.

Экспериментальное моделирование конструкций велодорожек. С целью оценки практической применимости материала были сформированы опытные образцы конструкций оснований велодорожек с использованием вторичного бетонного щебня. В качестве контрольного варианта использовались конструкции с применением природного щебня аналогичного фракционного состава. Образцы подвергались нагрузочным испытаниям, моделирующим эксплуатационные воздействия велосипедного транспорта.

Выбор физико-механических показателей был обусловлен спецификой эксплуатации велодорожек. В отличие от автомобильных дорог, велодорожки подвергаются меньшим статическим и динамическим нагрузкам, однако испытывают многократные циклические воздействия, а также значительное влияние климатических факторов. В этой связи ключевыми показателями были выбраны водопоглощение, дробимость и морозостойкость, которые в наибольшей степени определяют долговечность оснований дорожных конструкций.

Методы обработки экспериментальных данных. Обработка результатов испытаний выполнялась методами математической статистики. Для каждого показателя рассчитывались средние значения и показатели разброса. Сравнительный анализ характеристик вторичного и природного заполнителя проводился с целью оценки возможности их эквивалентного применения в дорожных конструкциях.

Общая схема методологии экспериментального исследования, включающая основные этапы подготовки материала и проведения лабораторных испытаний, представлена на рис. 2.





Рис. 2. – Схема методологии экспериментального исследования вторичного бетонного щебня

3. Результаты и обсуждение

В результате механической переработки бетонного лома был получен вторичный щебень с фракционным составом 5–10 мм, 10–20 мм и 20–40 мм. Наиболее рациональной для применения в основании велодорожек оказалась фракция 5–20 мм, обеспечивающая плотную укладку и равномерное распределение нагрузок. Физические характеристики переработанного бетонного щебня представлены в таблице 1, а показатели водопоглощения на рисунке 3.

Повышенное водопоглощение вторичного заполнителя, наглядно представленное на рисунке 3, не оказывает критического влияния на эксплуатационные свойства велодорожек в условиях сухого климата Ташкента.

Таблица 1

Физические свойства щебня из боя бетона	
Показатель	Значение
Насыпная плотность, кг/м ³	1250–1350
Истинная плотность, кг/м ³	2300–2450
Водопоглощение, %	4,5–6,8
Пористость, %	18–22

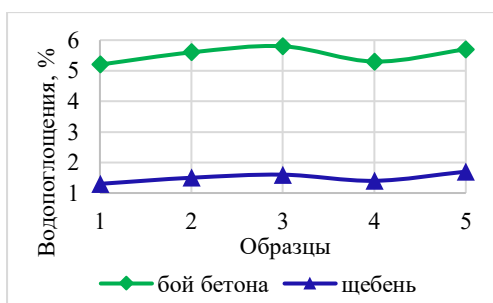


Рис. 3. – Сравнение водопоглощения заполнителей

Полученные значения свидетельствуют о несколько более высоком водопоглощении по сравнению с природным щебнем, что объясняется наличием остаточного цементного камня на поверхности зерен. Однако данные показатели находятся в допустимых пределах для использования в конструкциях дорожных

оснований.

Испытания на прочность при сжатии показали, что щебень из боя бетона обладает достаточной несущей способностью для восприятия нагрузок от велосипедного движения. Сравнение прочностных характеристик природного щебня и щебня из боя бетона представлено на рисунке 4.

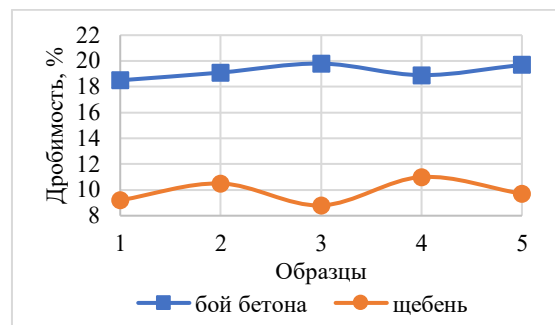


Рис. 4. – Сравнение прочностных характеристик заполнителей

Как видно из графика, вторичный бетонный щебень уступает природному по прочности, однако его характеристики остаются в пределах, допустимых для применения в основаниях велодорожек. Значения прочности приведены в таблице 2.

Таблица 2

Прочностные показатели переработанного бетонного щебня

Показатель	Значение
Марка по дробимости	M600–M800
Потери массы при дробимости, %	18–22
Коэффициент уплотнения	1,15–1,18

Установлено, что прочностные характеристики вторичного щебня несколько ниже, чем у традиционного гранитного щебня, однако они полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к материалам для оснований и подстилающих слоёв велодорожек.

Морозостойкость переработанного бетонного щебня оценивалась методом циклического замораживания и оттаивания. По результатам испытаний материал выдержал от 50 до 100 циклов без критической потери массы и снижения прочности. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Показатели морозостойкости

Показатель	Значение
Марка по морозостойкости	F50–F100
Потеря массы после испытаний, %	≤ 3,5
Снижение прочности, %	≤ 8

Учитывая климатические условия города Ташкента, характеризующиеся ограниченным числом отрицательных температур в течение года, полученные показатели морозостойкости являются достаточными для эксплуатации велодорожек.

Результаты экспериментальных исследований подтверждают возможность применения щебня из боя бетона в основаниях велодорожек города Ташкента. Переработанный бетонный щебень обладает достаточной несущей способностью и



удовлетворительными эксплуатационными свойствами для восприятия нагрузок велосипедного транспорта.

Прочностные характеристики переработанного бетонного щебня (М600–М800), несмотря на их более низкие значения по сравнению с природным щебнем, являются достаточными для применения в слоях основания и подстилающих слоях велодорожек с невысокими эксплуатационными нагрузками. Морозостойкость материала на уровне F50–F100 также соответствует климатическим условиям региона.

Экономический эффект от применения вторичного бетонного щебня выражается в снижении затрат на приобретение и транспортировку природных минеральных материалов, а также в уменьшении расходов, связанных с утилизацией строительных отходов. Для города Ташкента, характеризующегося активным строительством и ограниченными ресурсами природного каменного сырья в непосредственной близости, данный фактор приобретает особую значимость.

В то же время использование боя бетона в дорожных конструкциях имеет определённые ограничения. К ним относятся вариабельность свойств исходного материала, необходимость предварительной сортировки и очистки, а также контроль качества переработки. Указанные ограничения требуют разработки регламентированных технологических решений и нормативного сопровождения применения вторичных материалов при строительстве объектов велосипедной инфраструктуры.

В целом результаты проведённого исследования подтверждают целесообразность использования щебня из боя бетона в конструкциях велодорожек города Ташкента при условии соблюдения требований к подготовке материала и проектированию дорожных одежд. Дальнейшие исследования целесообразно направить на изучение долговременной работы таких конструкций в натурных условиях и оценку их эксплуатационной надёжности.

4. Заключение

1. Проведённые экспериментальные исследования показали, что щебень, полученный из боя бетона, обладает физико-механическими характеристиками, достаточными для применения в слоях основания велодорожек города Ташкента.

2. Установлено, что вторичный бетонный щебень характеризуется повышенным водопоглощением по сравнению с природными заполнителями, что обусловлено наличием остаточного цементного камня. Однако данный фактор не оказывает существенного негативного влияния на эксплуатационные свойства велодорожек в условиях сухого и жаркого климата Ташкента.

3. Прочностные показатели переработанного бетонного щебня, соответствующие маркам М600–М800, обеспечивают надёжное восприятие эксплуатационных нагрузок, характерных для велосипедной инфраструктуры, и соответствуют требованиям нормативной документации для дорожных оснований.

4. Результаты испытаний на морозостойкость показали, что вторичный бетонный щебень способен выдерживать от 50 до 100 циклов замораживания и оттаивания без существенного снижения прочности, что

является достаточным для условий эксплуатации в климате города Ташкента.

5. Применение вторичного бетонного щебня в конструкциях велодорожек способствует снижению стоимости строительства на 20–35 %, сокращению объёмов захоронения строительных отходов и уменьшению потребления природных минеральных ресурсов

6. В целом результаты исследования подтверждают целесообразность использования боя бетона при строительстве велодорожек города Ташкента при условии соблюдения требований к качеству переработки материала и проектированию дорожных конструкций.

Использованная литература / References

- [1] Ali, S. A., Cancino Arevalo, P., Zaman, M., Floyd, R. W., Hossain, Z., & Rojas-Pochyla, J. (2025). Durability of recycled concrete aggregate as a pavement base material including drainage: A laboratory and simulation study. *Sustainability*, 17(13), 6050.
- [2] Bai, J., Ge, C., Liang, J., & Xu, J. (2025). Recycled aggregate: A solution to sustainable concrete. *Materials*, 18(12), 2706.
- [3] Азиатский банк развития. Транспортная стратегия ЦАПЭС 2030. Манила, 2020.
- [4] Berwal, P., Gupta, N., Kumar, R., Sherif, E.-S. M., & Kumar, A. (2024). Environmental conservation by using recycled aggregates: Enhancing sustainability in road construction. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 26, 510–524.
- [5] Konca, P., Szer, I., Szer, J., Obidowski, D., Gawin, D., Wiśniewski, P., Wiśniewski, B., & Jóźwik, K. (2025). Sustainable infrastructure: Recycled concrete aggregates for cycle paths. *Materials*, 18(1), 131.
- [6] Papamichael, I., Voukkali, I., Loizia, P., & Zorpas, A. A. (2023). Construction and demolition waste framework of circular economy: A mini review. *Waste Management & Research*, 41(12), 1728–1740.
- [7] Peng, Y., Cai, S., Huang, Y., & Chen, X.-F. (2025). Recycled aggregates for sustainable construction: Strengthening strategies and emerging frontiers. *Materials*, 18(13), 3013.
- [8] Purchase, C. K., Al Zulayq, D. M., O'Brien, B. T., Kowalewski, M. J., Berenjian, A., Tarighaleslami, A. H., & Seifan, M. (2022). Circular economy of construction and demolition waste: A literature review on lessons, challenges, and benefits. *Materials*, 15(1), 76.
- [9] Sahile, A., et al. (2024). Recycled concrete aggregate and cinder gravel as base course construction materials. *Advances in Civil and Architectural Engineering*, 15(28), 102–118.
- [10] Wang, K., Hu, X., Yuan, Y., Lian, F., Zhong, M., & Meng, K. (2024). Performance study of stabilized recycled aggregate base material with two-gray components. *Materials*, 17(20), 5038.
- [11] Xu, X., Luo, Y., Sreeram, A., Wu, Q., Chen, G., Cheng, S., Chen, Z., & Chen, X. (2022). Potential use of recycled concrete aggregate (RCA) for sustainable asphalt pavements of the future: A state-of-the-art review. *Journal of Cleaner Production*, 344, 130893.
- [12] ГОСТ 8269.0–97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства



для строительных работ. Методы физико-механических испытаний. Межгосударственный Стандарт. – Введ. 1998-01-07.

[13] ГОСТ 9758–2012. Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний. Межгосударственный Стандарт. – Введ. 2012-04-06.

[14] ГОСТ 8735–88 Песок для строительных работ. Методы испытаний. Межгосударственный Стандарт. – Введ. 1989-01-07.

[15] ГОСТ 10180–2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. Межгосударственный Стандарт. – Введ. 2012-04-06.

[16] ГОСТ 10060–2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости. Межгосударственный Стандарт. – Введ. 2012-18-12.

Информация об авторах/ Information about the authors

Каюмов
Азизжон
Каримжон угли /
Azizjon
Kayumov

Ташкентский государственный
транспортный университет,
ассистент кафедры “Изыскания и
проектирование автомобильных
дорог”

E-mail: aziz_10.95@mail.ru

Tel.: +99894 639 22 58

<https://orcid.org/0000-0001-7814-888X>



Thermodynamic analysis of the processes of deoxidation and desulfurization of 20GL grade steel

N.K. Tursunov¹^a, N.K. Kodirova¹, Z.F. Rakhmatova¹, T.T. Urazbaev¹^b

¹ Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: In this article, the thermodynamic analysis of the processes of deoxidation and desulfurization of 20GL grade steel was studied and compared with the indicators under production conditions. Thermodynamic analysis of the processes of steel deoxidation and desulfurization was carried out at temperatures in the range of 1848-1898 K. These studies serve to improve the quality of 20GL grade cast steel and effectively manage metallurgical processes.

Keywords: 20GL grade cast steel, oxygen, deoxidation, aluminum, sulfur, sulfur distribution coefficient

20ГЛ markali po‘latni oksidsizlantirish va desulfuratsiyalash jarayonlarining termodinamik tahlili

Tursunov N.Q.¹^a, Qodirova N.Q.¹, Raxmatova Z.F.¹, Urazbayev T.T.¹^b

¹ Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada 20ГЛ markali po‘latni oksidsizlantirish va desulfuratsiyalash jarayonlarining termodinamik tahlili o‘rganilgan hamda ishlab chiqarish sharoitidagi ko‘rsatkichlar bilan solishtirilgan. Po‘latni oksidsizlantirish va desulfuratsiyalash jarayonlarining 1848-1898 K oralig‘idagi haroratlarda termodinamik tahlil qilindi. Bu tadqiqotlar 20ГЛ markali quyma po‘lat sifatini oshirishga, metallurgik jarayonlarni samarali boshqarishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: 20ГЛ markali quyma po‘lat, kislorod, oksidsizlantirish, alyuminiy, oltingugurt, oltingugurtning taqsimlanish koeffitsiyenti

1. Kirish

Jahonda zamon talablariga mos ravishda transport tizimlari tomonidan bajariladigan ishlar hajmi ortib bormoqda, buning natijasida ularda qo‘llaniladigan detallar va konstrukcion materiallarga qo‘yiladigan talablar ham kun sayin oshib bormoqda. Zamonaviy metallurgiya sohasida sifatli quyma po‘lat ishlab chiqarish, xususan, yuqori mas‘uliyatli konstrukcion po‘latlar, sanoatning ko‘plab tarmoqlari, jumladan, temir yo‘l, avtomobilsozlik, mashinasozlik va qurilish sohalari uchun muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

20ГЛ markali po‘lat yuqori mexanik kuch va yaxshi payvandlanuvchanlik xususiyatlari bilan ajralib turadi, shu sababli uning ishlab chiqarish jarayonlarida kimyoviy va metallurgik nazoratning yuqori darajada bo‘lishi talab etiladi. Sifatli quyma po‘lat ishlab chiqarish uchun esa metall tarkibidagi zararli kimyoviy elementlar miqdorini, jumladan, kislorod, azot, vodorod, oltingugurt, fosfor hamda metalmas qo‘shilmalarni miqdorini kamaytirish zarur. Po‘lat va qotishmalarning xizmat ko‘rsatish xossalari qo‘shimchalarning ta‘siri: po‘lat tarkibidagi kislorod nuqsonlar paydo qilib uning plastiklik va mustahkamlik xususiyatlarini pasaytiradi, oltingugurt esa uning zarbiy qovushqoqligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi.

Oksidsizlantirish va desulfuratsiyalash jarayonlari yuqori sifatli po‘lat ishlab chiqarishda hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Termodinamika prinsiplari ushbu jarayonlarni tushunish va optimallashtirish uchun zaruriy ilmiy asoslarni beradi. Po‘lat eritmasidan kislorod va oltingugurtdan rafinirlash jarayonlari kimyoviy reaksiyalar orqali sodir bo‘lib, ularning termodinamik imkoniyatlari va cheklovlari ishlab chiqarish samaradorligini belgilaydi.

Ushbu maqolada 20ГЛ markali po‘latni oksidsizlantirish va desulfuratsiyalash jarayonlarining turli haroratda termodinamik tahlilini ko‘rib chiqilgan. Bu tadqiqotlar ham po‘lat sifatini oshirishga, ham metallurgik jarayonlarni samarali boshqarishga xizmat qiladi.

Ma‘lumki po‘lat tarkibida endogen va ekzogen kiritmalar uchrashi mumkin. Endogen kiritmalar, po‘lat eritish, oksidsizlantirish va quyish jarayonlari hamda kristallanish vaqtida elementlarning eruvchanligi o‘zgarishi natijasida kimyoviy reaksiyalar orqali hosil bo‘ladi. Bu kiritmalar po‘latning ichki kimyoviy jarayonlari natijasida paydo bo‘ladi. Ekzogen kiritmalar esa po‘latga xomashyo yoki refrakter materiallar orqali tushadigan birikmalardir. Shu bilan birga, bu kiritmalar murakkab birikmalarni ham hosil qilishi mumkin.

^a <https://orcid.org/0009-0008-7910-3980>

^b <https://orcid.org/0009-0006-1808-489X>



2. Tadqiqot metodologiyasi

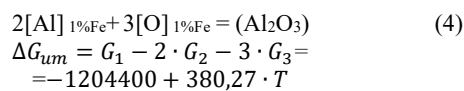
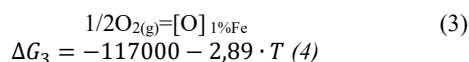
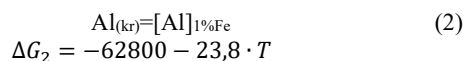
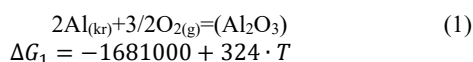
Oksidsizlantirish va desulfuratsiyalash jara-yonlarining termodinamik tahlil qilish uchun 20ГJ markali, kam uglerodli, kam legirlangan, quymakorlik yo'li bilan olingan oddiy sifatli konstruksion po'lat tanlab olingan. 20ГJ markali po'latni kimyoviy tarkibi 100 ta erish jarayonida o'rtachasi olinib tahlil qilingan. Bunda po'lat tarkibidagi alyuminiy miqdori 0,02 %dan 0,11 % gacha o'zgartirilgan (1-jadval).

1-jadval

20ГJ markali po'latning kimyoviy tarkibi

Metallni kimyoviy tarkibi, (mass. %)						
[C]	[Si]	[Mn]	[P]	[S]	[Al]	Fe
0,21	0,4	1,25	0,03	0,03	0,02 -0,06	qol.

Suyuq metalni alyuminiy bilan oksidsizlantirish (4) tenglama bilan aniqlanadi. Bu tenglamani xosil qilish uchun (1), (2) va (3) reaksiyalardan foydalanildi. Natijada:



Suyuq metal temperaturasi 1848 K dan 1898 K gacha o'zgartirildi. Vant-Goff tengla-masidan foydalanib muvozanat konstantasini keltirib chiqarildi. Vant-Goff tenglamasi yoki izoterma reaksiya tenglamasi deb nomlanuvchi bu formula kimyoviy reaksiyaning standart Gibbs energiyasi (ΔG_{um}) va muvozanat konstantasi (K) o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalaydi va (6) ifodadan topiladi:

$$\lg K = -\frac{\Delta G_{um}}{2,3RT} = -\frac{(-1204400 + 380,27T)}{2,3 \cdot 8,314 \cdot T}; \quad (5)$$

bu yerda: $R = 8,314 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$ - universal gaz doimiysi;
 $T = (1848 \dots 1873) \text{ K}$ - harorat.

Ikkinchi tarafdin, 4-tenglamaga ko'ra muvo-zanat doimiysi (6) ifodaga teng va quyidagicha topiladi. Agar metallda alyumiydan kuchliroq oksidsizlanturuvchi kimyoviy elementlar bo'lmasa, masalan kalsiy (Ca) hamda alyuminiy faqat alyuminiy oksidini xosil qiladi deb olinsa, u holda alyuminiy oksidining aktivligi 1 ga teng ($a_{Al_2O_3} = 1$) bo'ladi.

$$K = \frac{a_{Al_2O_3}}{a_{Al}^2 \cdot a_O^3} = \frac{1}{[Al]^2 \cdot f_{Al}^2 \cdot [O]^3 \cdot f_O^3} \quad (6)$$

bu yerda: $a_{Al_2O_3}$, a_{Al} , a_O - alyuminiy oksidi, alyuminiy hamda kislorodning aktivligi;

$[Al]$, $[O]$ - metal tarkibidagi alyuminiy va kislorodning miqdori, %;

f_{Al} , f_O - alyuminiy va kislorodning aktivlik koeffitsiyentlari.

Keltirilgan (6) tenglamadan, metall tarkibidagi alyuminiy o'zgartirib $[Al]$, metal tarkibidagi kislorodni $[O]$ topish mumkin. 4-tenglamadan foydalanib turli harorat uchun muvozanat konstantasi (K) topiladi. Alyuminiy va kislorodning aktivlik koeffitsiyentini turli harortlarda hisoblash uchun 7- va 8-ifodalardan foydalanildi.

$$\lg f_{Al} = \frac{T}{1873} \cdot (e_{Al}^C[C] + e_{Al}^{Mn}[Mn] + e_{Al}^{Si}[Si] + e_{Al}^P[P] + e_{Al}^S[S] + e_{Al}^{Al}[Al]), \quad (7)$$

$$\lg f_O = e_O^C[C] + e_O^{Mn}[Mn] + e_O^{Si}[Si] + e_O^P[P] + e_O^S[S] + e_O^{Al}[Al]; \quad (8)$$

bu yerda: $e_i^R[R]$ - metal tarkibidagi $[R]$ kompo-nentning ta'sirlashish parametri.

Komponentlarning ta'sirlashish parametrlari-ni hisoblash uchun 2-jadvalda keltirilgan, 1873 K dagi birinchi tartibli o'zaro ta'sirlashish parametrlarining qiymatlaridan foydalanildi.

2-jadval

Birinchi tartibli ta'sirlashish parametrlari

e_i^R	[C]	[Si]	[Mn]	[P]	[S]	[Al]
e_{Al}	0,091	0,0056	0	0	0,03	0,045
e_O	-0,45	-0,131	-0,021	0,07	-0,133	-3,9
e_S	0,11	0,063	-0,026	0,29	-0,028	0,035

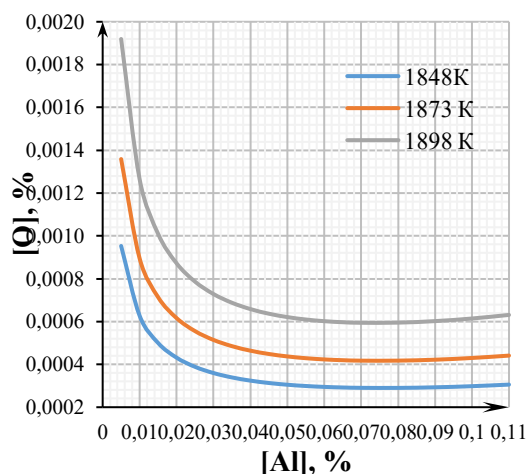
Metall tarkibidagi kislorodni hisobiy natijalari 3-jadvalda hamda 1-rasmda keltirilgan.

3-jadval

Metalldagi takibidagi kislorodni hisobiy natijalari

[Al], %	T=1848 K; K=1,57·10 ¹⁴	T=1873 K; K=5,51·10 ¹³	T=1898 K; K=1,99·10 ¹³
	[O], %	[O], %	[O], %
0,005	0,00095	0,00136	0,00192
0,010	0,00063	0,00090	0,001265
0,015	0,00050	0,00071	0,00101
0,020	0,00043	0,00062	0,000872
0,025	0,00039	0,00056	0,000786
0,030	0,00036	0,00051	0,000729
0,035	0,00034	0,00049	0,000688
0,040	0,00032	0,00046	0,000658
0,045	0,00031	0,00045	0,000637
0,050	0,00030	0,00044	0,000621
0,055	0,00030	0,00043	0,00061
0,060	0,00029	0,00042	0,000602
0,065	0,00029	0,00042	0,000597
0,070	0,00029	0,00042	0,000594
0,080	0,00029	0,00042	0,000595
0,090	0,00029	0,00042	0,000602
0,100	0,00030	0,00043	0,000614
0,110	0,00031	0,00044	0,000631





1-rasm. Metall tarkibidagi kislorodni alyuminiyga bo'g'liqlik grafigi

Hisobiy jadval va 1-rasmdagi diagrammadan ko'rinib turibdiki, 20ГЛ markali po'lat tarkibidagi alyuminiy optimum qiymatga ega bo'lib, 0,06...0,07 %gacha pasaydi so'ngra esa yana ko'tarilishni boshlaydi. Bunga eng asosiy sabablardan biri alyuminiy oksidini oshishi po'lat tarkibida mayda metallmas qo'shilmalar ($r \leq 20$ mkm) hosil qiladi, bu esa po'lat xossalari va tuzilishini yomonlashishiga olib keladi. Shuning uchun hisobiy natijalar hamda eksperimental tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, metall tarkibidagi kislorodning ratsional miqdori 0,035% dan 0,06% gacha. Ishlab chiqarish sharoitidagi eksperimental tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, tarkibida 0,035%dan 0,045%gacha alyuminiyga ega 20ГЛ markali po'latni alyuminiy oksidi bilan metallni ifloslantirishi minimaldir.

Desulfuratsiya reaksiyasi, odatda quyidagicha kechadi:



Desulfuratsiya jarayonining to'liqligini tavsiflovchi metall va shlak o'rtasida oltingugurtning muvozanatli taqsimlanish koeffitsiyenti (L_S) hisoblanadi. Taqsimlanish koeffitsiyenti shlak tarkibidagi oltingugurt miqdorini metall tarkibidagi oltingugurt miqdoriga nisbati bilan topilib, empirik tenglama bilan quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\lg L_S = -2,78 + 0,86 \cdot \frac{(\% \text{CaO}) + 0,05(\% \text{MgO})}{(\% \text{SiO}_2) + 0,6(\% \text{Al}_2\text{O}_3)} - \lg(f_O \cdot [\text{O}]) + \lg f_S; \quad (10)$$

bu yerda $L_S = (\text{S})/[\text{S}]$ – oltingugurtning taqsim-lanish koeffitsiyenti;

(%CaO), (%MgO), (%SiO₂) va (%Al₂O₃) – shlak tarkibidagi, kalsiy, magniy, kremniy hamda alyuminiylarni oksidlarini miqdori, %;

f_S – oltingugurtning aktivlik koeffitsiyenti.

Oltingugurtning aktivlik koeffitsiyentini turli harortlarda hisoblash uchun 11-ifodadan foydalanildi.

$$\lg f_S = \frac{T}{1873} \cdot (e_S^C[\text{C}] + e_S^{Mn}[\text{Mn}] + e_S^{Si}[\text{Si}] + e_S^P[\text{P}] + e_S^S[\text{S}] + e_S^{Al}[\text{Al}]). \quad (11)$$

Desulfuratsiyalash jarayonidagi shlak miqdorini metall miqdoriga nisbati ($\lambda = (\text{S})/[\text{S}]$ – shlak karraligi) 2 % miqdorda deb qabul qilindi. Hamda desulfuratsiyalash jarayonida shlak miqdorini o'rtacha qiymatlarini aniqlash

uchun 100 dan ortiq ishlab chiqarish eksperimentlari o'tkazildi (4-jadval).

4-jadval
Desulfuratsiya jarayonida shlakning o'rtacha kimyoviy tarkibi (%mass.)

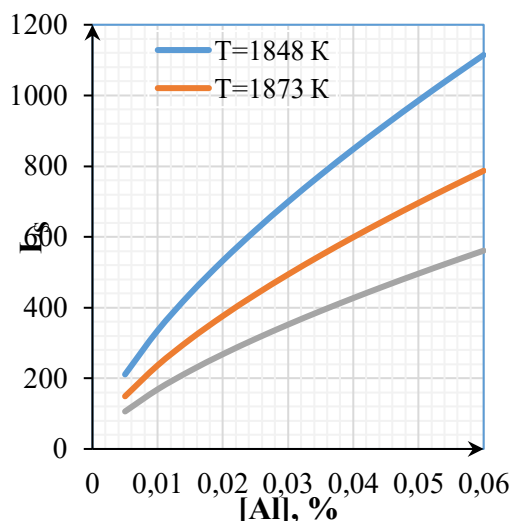
CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃
60	7	20	13

4-jadvalda keltirilgan shlak po'lat eritish tsexlarida desulfuratsiyalash jarayoni uchun keng qo'llaniladi, chunki ushbu shlakning asosiligi ($B = (\text{CaO})/(\text{SiO}_2)$) 3 ga teng. Ushbu shlakni hosil qilish uchun qattiq shlak aralashmalaridan foydalanildi. Metallni temperaturasi huddi oksidsizlantirish jarayonidagi kabi 1848 K dan 1898 K gacha o'zgartirildi. Desulfuratsiyalash jarayonini asosiy hisobiy ko'rsatkichlari 5-jadvalda hamda 2-rasmda keltirilgan.

5-jadval
Oltingugurtning taqsimlanish koeffitsiyentini hisobiy natijalari

[Al], %	T=1848 K	T=1873 K	T=1898 K
	L_S	L_S	L_S
0,005	211	149	106
0,010	335	237	169
0,015	439	310	221
0,020	533	376	268
0,025	619	437	311
0,030	699	494	352
0,035	775	547	390
0,040	848	599	427
0,045	918	648	462
0,050	985	696	496
0,055	1051	742	529
0,060	1115	787	561
0,065	1176	831	592
0,070	1237	874	623
0,080	1354	956	682
0,090	1467	1036	738
0,100	1576	1113	793
0,110	1682	1188	847





2-rasm. Oltingugurtning taqsimlanish koeffitsiyentini metall tarkibidagi alyuminiyga bo'g'liqlik grafigi

Hisobiy jadval va 2-rasmdagi grafikdan ko'rinib turibdiki, 20ГЛ markali po'lat tarkibidagi alyuminiy miqdorini o'rnatish bilan oltingugurtning taqsimlanish koeffitsiyentini ham o'sib boradi, ayniqsa past haroratlarda. Chunki harorat o'rnatish bilan metallardagi kislorod miqdori ham ko'payadi. Ishlab chiqarish jarayonida ayniqsa metal induksion tigell pechida eritiladigan bo'lsa (shlak metallni hisobiga qiziydi) oltingugurtning taqsimlanish koeffitsiyenti 50-80 ga teng bo'lishi mumkin, chunki shlak metallni ustida turadi, yaxshi aralashmaydi. Bu ko'rsatkichni 100-120 ga oshirish uchun, metall va shlakni mexanik aralashtirib turish kerak. Metall bilan shlakni aralashtirgan payti metal yuzasini ochib qo'yish, metallni havo tarkibidagi kislorod bilan kimyoviy bog'lab, shlak tarkibidagi oltingugurtning metall tarkibiga o'tish hodisasi kuzatilishi mumkin (resulfuratsiya).

3. Xulosa

Olib borilgan termodinamik va hisobiy tahlillar shuni ko'rsatdiki, 20ГЛ markali po'latda oksidsizlantirish va desulfuratsiyalash jarayonlarining samaradorligi, avvalo, alyuminiy miqdori, harorat va shlakning kimyoviy tarkibi bilan belgilanadi. Hisob-kitoblar natijalariga ko'ra alyuminiyning optimal miqdori 0,035–0,045 % oralig'ida bo'lib, bu ko'rsatkichda po'lat tarkibidagi kislorodning ratsional miqdori saqlanadi hamda metall tarkibida mayda oksidli qo'shimchalar hosil bo'lishi minimal darajada qoladi. Desulfuratsiya jarayonidagi, asosiligi B₃ bo'lgan shlakdan foydalanish, yuqori samara beradi hamda alyuminiy miqdorining o'rnatish bilan oltingugurtning taqsimlanish koeffitsiyenti oshib borishi aniqlangan. Harorat ko'tarilishi muvozanat ko'rsatkichlariga ta'sir etib, jarayonning borish yo'nalishlarini o'zgartirishi sababli issiqlik rejimini to'g'ri boshqarish muhim hisoblanadi. Natijada po'latning sifati ortadi, zararli qo'shimchalar kamayadi, texnologik va mexanik xossalari yaxshilanadi. Ushbu natijalar 20ГЛ markali po'lat ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish va yuqori sifatli quyma metall olish uchun muhim ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Лунев В.В., Аверин В.В. Сера и фосфор в стали. М.: "Металлургия", 1988 г. -256 с.
- [2] К.В. Григорович, Т.В. Шибаева, А.М. Арсенкин. Влияние технологии раскисления трубных сталей на состав и количество неметаллических включений. Металлы. 2011. № 5. С. 164–170.
- [3] Григорян В. А., Стомахин А. Я., Уточкин Ю. И. и др. Физико-химические расчеты электросталеплавильных процессов: Сб. задач с решениями. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МИСиС. - 2007. – 318 с.
- [4] Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов: теория и технология выплавки стали в индукционных печах: учеб. пособие / А.Е. Семин, Н.К. Турсунов, К.Л. Косырев. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2017. – 166 с.
- [5] Н.К. Турсунов, Т.Т. Уразбаев, Т.М. Турсунов. Методика расчета комплексного раскисления стали марки 20ГЛ с алюминием и кальцием //Universum: технические науки: электрон. научн. журн. -2022. №2(95), С.20-25.
- [6] Турсунов, Н., & Саидирахимов, А. (2025). Теоретические и экспериментальные исследования процесса десульфурации металла с использованием твердых шлаковых смесей при выплавке стали 20ГЛ в индукционной тигельной печи. Journal of Transport, 2(1), 220-227.
- [7] Tursunov, N. Q., Saidiraximov, A. A., & Seydametov, S. R. (2025). 20GL markali po 'latni induksion tigelli pechda eritishda qattiq shlakli aralashmalar yordamida metallni desulfuratsiya qilish jarayonining nazariy va eksperimental tadqiqotlari. Строительство и образование, 4(2), 393-404.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Tursunov Nodirjon / Nodirjon Tursunov	Toshkent davlat transport universiteti "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrasini mudiri, t.f.d., professor E-mail: u_nadir@mail.ru Tel.: +998712990169 https://orcid.org/0009-0008-7910-3980
Qodirova Nodira / Nodira Kodirova	Toshkent davlat transport universiteti "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrasini magistranti E-mail: nodiraqodirova300@gmail.com Tel.: +998933807767
Raxmatova Zarifa / Zarifa Rakhmatova	Toshkent davlat transport universiteti "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrasini magistranti E-mail: zarirakhmatova@gmail.com Tel.: +998999439905



Urazbayev
Talgat/
Talgat
Urazbayev

Toshkent davlat transport universiteti
“Materialshunoslik va mashinasozlik”
kafedrası dotsenti, PhD
E-mail: talgat_1988.26@mail.ru
Tel.: +998974301088

<https://orcid.org/0009-0006-1808-489X>



M. Miralimov, S. Safarov, R. Ospanov, M. Mukimov

The problem statement and the mathematical model of calculation of designs of expansion joints of bridges 5

T. Khasanov

Modern structural solution for bridge and overpass supports using reinforced concrete and composite materials 9

M. Mekhmonov

Development of the construction of the transition part in the zone of connection of the railway land line and the bridge, taking into account the effect of vibrodynamic forces 13

M. Burikhodjaeva, G. Samatov, Sh. Sharapova

A method for assessing the strength of the supply chain 18

**U. Ziyamukhamedova, Sh. Mamaev, J. Nafasov,
E. Turgunaliyev, E. Rakhmatov**

Optimization of the geometric parameters of the vibrating planetary mechanism 22

S. Kucharov

Lines used in mechanical engineering enterprises and their training methodology 28

Z. Yusufkhonov

Selection of optimal forecasting models in road transport freight planning 33

B. Bobobekov

Ways to improve the calculation of current assets based on international standards and accounting 37

R. Mukarramov

Development of the result of geodetic measurements and forecasting accidental movements 40

Sh. Pirnaev, Sh. Khodjaeva, D. Kuchkorov

Scientific basis for increasing the efficiency of milling technologies in road repair processes 44

N. Tursunov, A. Saidirakhimov

Analysis of production technology for 20gl steel grade in an induction crucible furnace 47

M. Umarova

Assessment of the safety of foundry production 51

A. Abduvaliev

Application of geoinformation systems (GIS) in the analysis of transport flows 55

Sh. Murtazov, J. Tolipov

Assessment of the impact of resonance regimes in power supply systems on network voltage quality 58

B. Fattokhjonov, A. Mukhitdinov

Analysis of the impact of eco-driving style on fuel consumption in passenger cars 62

D. Yuldoshev, A. Kunnazarova

Econometric modelling of the relationship between the structural elements of the urban passenger transportation system (the case of Nukus city) 71

N. Tursunov, N. Kodirova, Z. Rakhmatova

Investigation of the desulfurization process for 20GL grade steel...75

K. Rustamov, G. Atabaev, Sh. Khodjaeva

Description of failure processes and technical causes in Liugong excavators 79

Z. Bozorboev

Evaluation of the operational efficiency of Urgench city trolleybus system and recommendations for its improvement city 82

D. Bekmirzaev

Seismic safety of the population and territory of the Republic of Uzbekistan 87

D. Dulobov, Sh. Saidivaliev, D. Abdullaev

Optimization of maneuver movements at railway stations 91

P. Begmatov, Sh. Jonkobilov

Problems arising on metroways and their solutions 95

S. Kholmiraev, A. Akhmedov

Improving the effectiveness of transport services provided to the population through intellectual transport systems 98

A. Abdualimov

Uzbekistan's and foreign experience in ensuring priority movement of urban public transport 102

A. Mukhitdinov, J. Ravshanbekov

Digitalization method for calculating vehicle exhaust emissions...107

Kh. Makhmadaminova

Key factors influencing the mentoring system of executive training 111

A. Adilkhodzhaev, I. Kadirov, D. Tosheva, I. Umarov, M. Rajabov

Development of a new generation of concrete mixtures based on a technogenic microfiller and a polifunctional additive for low and non-heat-free technologies of making reinforced concrete 115

Kh. Makhmadaminova

Problems of implementing the mentoring system in state organizations 124

R. Djuraev, B. Allanazarov, M. Abdikhakimova

Increasing the efficiency of piston compressors by improving their lubrication system 128

S. Razzakov, A. Martazaev, I. Egamberdiev, A. Akhmedov <i>Strength calculation of reinforced concrete beam reinforced with glass fibers.....</i>	133
O. Kopytenkova, L. Levanchuk, Z. Tursunov <i>Modern methodological approaches to assessing health risks of the working population.....</i>	139
O. Kopytenkova, L. Levanchuk, Z. Tursunov <i>Methodological approaches to organizing control of acoustic load from railway transport.....</i>	144
Z. Mirzaeva, Sh. Temirova <i>Promising directions for the development of automation of geodetic survey in the construction of the metropoliten.....</i>	147
E. Khidirov <i>Determination of the reliability of rolling stock derailment control devices.....</i>	152
J. Tolipov, A. Saidov, S. Makhamadjonov <i>Operating modes and control challenges of microgrids based on distributed generation.....</i>	156
J. Tolipov, Sh. Murtazov <i>Improving power quality using filtered compensation devices.....</i>	160
R. Djuraev, B. Allanazarov <i>On the possibility of transitioning opposite piston compressors to the cylinder-piston group lubrication operation mode.....</i>	165
M. Muzaffarova <i>Assessment of factor significance in minimizing sand encroachment.....</i>	169
Z. Rakhmatova, N. Kodirova, N. Tursunov <i>Comprehensive analysis of the chemical composition, mechanical properties, and microstructure of cast iron types.....</i>	172

R. Mavlonov, S. Numanova

Strength and crack resistance of steel and bfrp hybrid reinforced concrete beams.....176

I. Yuldashev, Sh. Yuldashev

On another method for assessing effectiveness indicators of emergency response.....182

Sh. Yuldashev, Kh. Makhmudov

Analysis of the material composition and structural properties of road milling machine teeth.....185

B. Khasanov

Analysis of the development and structural structure of the electric vehicle market.....189

Z. Alimova, G. Niyazova

Oil quality studies of hydraulic systems of agricultural machinery in conditions of dusty air.....194

R. Dadaboev

Developing a mathematical model of the fuel supply system for injection engines.....198

O. Chulponov, B. Mamadov

Method of abrasive grinding and reduction of centrifugal two-way "D" type pumps.....202

Z. Kholboev

Study of the stress-strain state of the Varzyk dam, taking into account its own weight, hydrostatic pressure and soil moisture content.....205

M. Valiev, B. Sobirov

Emergency notification system for road traffic accidents.....209

D. Tuychieva, O. Obidov

Disinfection of grain from pests under the influence of ultra-high frequency radiation.....212

D. Tuychieva, O. Obidov

Wear resistance of the active working components of a rotary-cultivator and its impact on agrotechnical performance indicators.....219

A. Raxmonberdiev

Impact of overvoltages on the railway automation and remote control equipment of “Uzbekistan railways” joint stock company.....223

A. Dadasheva

Characteristics of public control in Uzbekistan: problems and their solutions.....232

N. Hojiev

The influence of hot dry climate on volumetric deformations of concrete.....237

E. Khidirov

Development of mathematical models for monitoring and control of train derailment.....240

Z. Mukhamedova , O. Ignatenko, Sh. Fayzibaev,**T. Tursunov, T. Urazbaev, Sh. Mamaev**

Structural analysis of the W-Cu-Co-C system composite by the synthesis method at high pressure and temperature.....246

Z. Mukhamedova , O. Ignatenko, Sh. Fayzibaev,**T. Tursunov, T. Urazbaev, Sh. Mamaev**

Mechanical and electrophysical properties of a composite obtained by high thermobaric treatment of W-Cu-Co-C material.....252

B. Farmonov

The significance of the digital economy in the higher education system: human capital, digital governance, and financial efficiency (Uzbekistan's experience).....258

A. Kayumov

Experimental evaluation of the use of crushed concrete rock in the structures of bicycle paths in the city of Tashkent.....262

N. Tursunov, N. Kodirova, Z. Rakhmatova, T. Urazbaev

Thermodynamic analysis of the processes of deoxidation and desulfurization of 20GL grade steel.....268