

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 1, 2025 vol. 2

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



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 1

MARCH, 2025



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 2, ISSUE 1 MARCH, 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 1 MARCH, 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

The intellectual approaches to data management in transport and freight operations

O.A. Turdiev¹^a, M.M. Rasulmuhamedov¹^b, A.B. Tuxtahodjaev¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: In order to improve the efficiency of freight transportation services on railway networks, there is a need to automate and optimize the document circulation processes. The possibilities of optimizing data flows using artificial intelligence and data analysis methods are being explored.

Keywords: Freight transportation, document circulation, data flow, optimization, intelligent approaches, artificial intelligence

Интеллектуальные подходы к управлению информацией в процессах транспортировки и перевозки грузов

Турдиев О.А.¹^a, Расулмухамедов М.М.¹^b, Тухтаходжаев А.Б.¹^c

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: Для повышения эффективности услуг по перевозке грузов на железных дорогах возникает необходимость в автоматизации и оптимизации процессов документооборота. Изучаются возможности оптимизации потока данных с использованием методов искусственного интеллекта и анализа данных.

Ключевые слова: Перевозка грузов, документооборот, поток данных, оптимизация, интеллектуальные подходы, искусственный интеллект

1. Введение

В результате быстрого развития глобализации и цифровых технологий в логистике и транспорте возникают новые возможности и проблемы. Железнодорожные грузоперевозки имеют стратегическое значение для международной торговли и национальной экономики, и их эффективность во многом зависит от того, как организованы процессы документооборота. Традиционные методы документооборота часто приводят к бумажной волоките, потере времени и ошибкам, что отрицательно влияет на качество транспортных услуг [1].

В условиях высокой конкуренции и роста потребностей клиентов необходимость оптимизации процессов перевозки грузов возрастает. Эффективное управление потоком данных в процессах документооборота не только снижает операционные расходы, но и повышает качество обслуживания. В этой связи важное значение имеет применение интеллектуальных подходов и современных технологий [2].

Искусственный интеллект, анализ больших данных и автоматизированные системы открывают широкие возможности для оптимизации процессов документооборота. С помощью этих технологий становится возможной обработка данных в реальном времени, обнаружение ошибок и их устранение, а также эффективное использование ресурсов [8]. В результате

увеличивается скорость, точность и надежность железнодорожных грузоперевозок.

В данной статье рассматриваются интеллектуальные подходы к оптимизации потока данных в процессах документооборота перевозки грузов. В первой части проводится анализ существующих процессов и их проблем. Во второй части подробно освещаются методы оптимизации потока данных с применением интеллектуальных технологий и их преимущества.

2. Методология исследования

Анализ процессов документооборота в перевозке грузов

Процесс документооборота в перевозке грузов является важной частью транспортных операций. Через документы фиксируются данные о том, откуда и куда доставляется груз, его собственник, транспортное средство и другие важные сведения [3]. В настоящее время процесс документооборота в железнодорожных грузоперевозках включает следующие этапы:

1. Оформление заказа. Компания-отправитель оформляет заказ на перевозку груза. На этом этапе определяются характеристики груза, его количество и адрес доставки [2].

2. Подготовка документов. Подготавливаются документы на груз, включая акт приема груза, путь маршрутного листа и другие необходимые документы [3].

^a <https://orcid.org/0000-0002-1651-5493>

^b <https://orcid.org/0000-0001-8404-3013>

^c <https://orcid.org/0009-0001-0640-559X>



3. Ввод данных. Данные из документов вручную вводятся в систему. На этом этапе могут возникнуть ошибки из-за человеческого фактора.

4. Подтверждение и согласование. Документы утверждаются и согласуются соответствующими органами. Этот процесс может занять время.

5. Архивирование и хранение. Документы архивируются и сохраняются в бумажном или электронном виде [5].

Проблемы традиционного документооборота

Каждый из этих этапов имеет факторы, которые снижают эффективность. В следующей таблице показаны основные проблемы традиционного документооборота и их последствия.

Таблица 1

Проблемы традиционного документооборота

Этап процесса	Проблемы	Последствия
Оформление заказа	Неверный ввод данных	Неправильные планы перевозки груза
Подготовка документов	Потеря или повреждение бумажных документов	Потеря данных, юридические проблемы
Ввод данных	Ошибки из-за ввода вручную	Ошибочные данные, задержки
Подтверждение и согласование	Бюрократические процессы, требующие много времени	Потери времени, снижение качества услуг
Архивирование и хранение	Необходимость большого пространства для хранения бумажных документов	Увеличение расходов, трудности

Традиционные методы документооборота часто осуществляются в бумажной форме, что приводит к следующим проблемам:

1. Потери времени. Подготовка и ввод документов вручную требует много времени [1]. Это увеличивает общее время процесса перевозки груза.

2. Ошибки. Высокая вероятность ошибок из-за человеческого фактора при вводе данных или возникновении других ошибок [4]. Это приводит к неправильному планированию и неэффективному использованию ресурсов.

3. Расходы. Печать, хранение и архивирование бумажных документов требуют дополнительных расходов [2]. Кроме того, восстановление потерянных или поврежденных документов требует дополнительных ресурсов.

4. Низкая гибкость. Из-за традиционности процесса трудно быстро реагировать на изменения. Это затрудняет адаптацию к изменениям рыночных требований.

5. Проблемы обмена данными. Трудности в быстром и точном обмене данными между различными отделами и организациями [3]. Это снижает общую эффективность процесса.

Интеллектуальные подходы для оптимизации потока данных

В процессах документооборота при перевозке грузов возникает необходимость применения интеллектуальных подходов и современных технологий для оптимизации потока данных [1]. Эти подходы позволяют автоматизировать процессы документооборота, повысить их эффективность и уменьшить количество ошибок. Далее подробно рассмотрены основные интеллектуальные подходы и их преимущества.

Искусственный интеллект и машинное обучение

1. Технологии искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) позволяют автоматически обрабатывать и анализировать данные [7]. С помощью этих технологий решаются следующие задачи:

2. Автоматический ввод и обработка данных. С помощью ИИ можно автоматически вводить данные, содержащиеся в документах, в систему. Этот процесс будет быстрее и точнее, чем ввод данных вручную.

3. Обнаружение и исправление ошибок. Алгоритмы МО позволяют выявлять несоответствия в данных и автоматически их исправлять. Например, можно выявить несоответствие между объемом и весом груза.

Прогнозирование и оптимизация. С помощью ИИ осуществляется прогнозирование процессов перевозки и оптимальное планирование для эффективного использования ресурсов.

Анализ больших данных

Анализ больших данных (Big Data) позволяет обрабатывать большие объемы данных в реальном времени и извлекать из них полезную информацию [8]. Этот подход имеет следующие преимущества:

1. Быстрое принятие решений. Быстрая аналитика данных позволяет выявлять проблемы и оперативно реагировать на них.

2. Оптимизация процессов. Анализ больших данных позволяет выявить слабые места в процессах и улучшить их.

Облачные технологии и интеграция

Облачные технологии упрощают хранение, обмен и обработку данных [6]. С помощью облачных систем сотрудники и партнеры организации могут получать доступ к данным из любого места и с любого устройства, а также облачные сервисы позволяют масштабировать ресурсы в зависимости от изменяющихся потребностей.

Цифровые системы документооборота

Цифровые системы документооборота обеспечивают управление и обмен документами в электронном виде [2]. Эти системы позволяют быстро и надежно подтверждать документы с помощью электронной подписи, а также электронные документы шифруются и все изменения фиксируются, что повышает безопасность.

Преимущества интеллектуальных подходов

В следующей таблице показано влияние интеллектуальных подходов на процессы документооборота.



Таблица 2

Преимущества интеллектуальных подходов

Подход	Преимущества
Искусственный интеллект и МО (машинное обучение)	Автоматическая обработка данных, уменьшение ошибок
Анализ больших данных	Быстрый анализ, оптимизация процессов
Облачные технологии	Широкий доступ к данным, гибкость
Системы электронного документооборота	Электронное управление документами, безопасность и отслеживаемость

Практика внедрения интеллектуальных подходов

Для успешного внедрения интеллектуальных подходов необходимо принять следующие практические меры [6]:

Обновление технологической инфраструктуры. Внедрение современного программного обеспечения и аппаратных средств.

1. Обучение сотрудников. Повышение квалификации сотрудников для работы с новыми системами.

2. Пересмотр процессов. Оптимизация и упрощение процессов документооборота.

3. Трудности при внедрении интеллектуальных подходов

При внедрении интеллектуальных подходов могут возникнуть следующие трудности. Инвестиционные затраты, то есть необходимость значительных начальных вложений для внедрения новых технологий [6]. Технологические сложности, то есть возможные трудности при интеграции новых систем с существующими. Проблемы безопасности, то есть необходимость дополнительных мер для обеспечения защиты данных.

Результаты и ожидаемые эффекты

В результате внедрения интеллектуальных подходов можно достичь следующих результатов:

1) Повышение производительности. Ускорение процессов документооборота и снижение числа ошибок.

2) Снижение затрат. Снижение операционных затрат и эффективное использование ресурсов.

3) Улучшение качества обслуживания. Повышение уровня обслуживания клиентов и увеличение их удовлетворенности.

3. Математическая модель оптимизации потока данных

Создание математической модели для оптимизации потока данных имеет большое значение [9]. С помощью этой модели можно эффективно управлять процессами документооборота и оптимально использовать ресурсы.

Модель оптимизации

Задача оптимизации выражается следующим образом:

$$\min_x Z = \sum_{i=1}^n c_i x_i$$

Ограничения:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i \geq b_j, & j = 1, 2, \dots, m \\ x_i \geq 0, & i = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

Здесь:

Z — функция общих затрат;

c_i — единичная стоимость i -го процесса;

x_i — количество ресурсов для i -го процесса;

a_{ij} — коэффициент воздействия i -го процесса на j -е ограничение;

b_j — минимальные требования для j -го ограничения.

Методы решения модели

Для решения этой модели оптимизации можно использовать следующие методы:

Метод симплекса. Широко применяется для решения задач линейного программирования.

Генетические алгоритмы. Позволяют находить эволюционные решения на основе искусственного интеллекта.

Градиентные методы. Эффективны для задач нелинейной оптимизации.

Практическое применение

С помощью математической модели можно достичь следующих результатов:

Оптимальное распределение ресурсов. Эффективное использование ресурсов в процессе управления потоком данных.

Ускорение процессов. Сокращение времени за счет автоматизации процессов документооборота.

Снижение затрат. Минимизация операционных затрат с помощью оптимальных решений.

Пример:

Предположим, компания использует три основных ресурса в процессе документооборота: человеческие ресурсы (x_1), технические средства (x_2) и программное обеспечение (x_3). Их единичные затраты составляют соответственно: $c_1 = 5$, $c_2 = 8$, $c_3 = 10$. Ограничения следующие:

По времени:

$$2x_1 + x_2 + x_3 \geq 100$$

Задача оптимизации:

$$x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 120$$

Решение:

$$\min_x Z = 5x_1 + 8x_2 + 10x_3$$

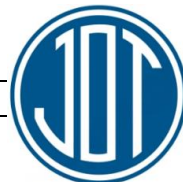
Решение:

Решив эту задачу с помощью метода симплекса или соответствующего программного обеспечения, можно определить оптимальное количество ресурсов [9].

4. Заключение

На основе вышеизложенных исследований и анализов можно сделать вывод, что оптимизация потока данных в процессе документооборота в железнодорожных грузоперевозках является одной из актуальных задач современности. Традиционные методы документооборота приводят к ряду проблем, среди которых:

- Неэффективное расходование времени и ресурсов. Подготовка документов вручную и ввод данных



требуют большого количества времени и человеческих ресурсов.

- Высокий уровень ошибок. Из-за человеческого фактора высока вероятность ошибок при вводе данных или их неверной интерпретации.

- Увеличение затрат. Хранение, печать и обработка бумажных документов требуют дополнительных финансовых затрат.

- Низкая гибкость. Традиционные методы затрудняют адаптацию к быстро меняющимся требованиям рынка.

Применение интеллектуальных подходов и современных технологий позволяет решить эти проблемы. В частности:

- Технологии искусственного интеллекта и машинного обучения позволяют автоматически обрабатывать данные, выявлять и устранять ошибки, что повышает эффективность процессов и снижает влияние человеческого фактора.

- Анализ больших данных позволяет выявить слабые стороны процессов, оптимизировать их и эффективно использовать ресурсы.

- Облачные технологии и системы электронного документооборота обеспечивают широкий доступ к данным, безопасность и гибкость.

В результате внедрения интеллектуальных подходов можно достичь следующих результатов:

- 1) Повышение эффективности. Процессы документооборота ускоряются, экономятся время и ресурсы.
- 2) Снижение количества ошибок. Благодаря автоматической обработке данных ошибки значительно сокращаются.
- 3) Снижение затрат. Применение цифровых документов вместо бумажных сокращает операционные расходы.
- 4) Улучшение качества обслуживания. Быстрое и точное обслуживание повышает удовлетворенность клиентов.
- 5) Быстрое принятие решений. Анализ данных в реальном времени позволяет быстро и точно принимать управленческие решения.

В целом, применение интеллектуальных подходов для оптимизации потока данных в процессе документооборота в железнодорожных грузоперевозках имеет важное значение. Это не только повышает эффективность транспортных услуг, но и оказывает положительное влияние на развитие национальной экономики. Внедрение современных технологий позволит железнодорожному транспорту сохранить свои конкурентные преимущества и развиваться в условиях глобальной конкуренции.

Использованная литература / References

- [1] Abdullayev A. "Logistika tizimlarida ma'lumotlar oqimini boshqarish". Toshkent: Logistika nashriyoti, 2020.
- [2] Karimov B. "Sun'iy intellekt va uning transport sohasidagi qo'llanilishi". Transport va logistika jurnali, 2021, №3, 45-52-betlar.

- [3] Smith J. "Intelligent Approaches to Data Flow Optimization in Freight Transportation". International Journal of Logistics, 2019, Vol. 22, Issue 4, pp. 345-360.

- [4] Lee K., Park S. "Digital Transformation in Railway Freight Documentation". Journal of Transportation Technologies, 2020, Vol. 10, pp. 150-162.

- [5] O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligi rasmiy sayti: www.mintrans.uz

- [6] Chen Y. "Application of Machine Learning in Logistics Data Management". Logistics Research, 2018, Vol. 11, Issue 2, pp. 89-101.

- [7] Ivanov D. "Big Data Analytics in Railway Freight Transportation". Procedia Computer Science, 2019, Vol. 159, pp. 1086-1095.

- [8] Wang L., Zhang X. "Optimizing Data Flow in Supply Chain Management Using AI Techniques". International Journal of Supply Chain Management, 2021, Vol. 6, Issue 3, pp. 23-35.

- [9] Anderson D. "Optimization Techniques in Logistics". Operations Research Journal, 2019, Vol. 16, Issue 2, pp. 100-115

- [10] Turdiev O.A., Smagin V.A., Kustov V.N. Investigation Of The Computational Complexity Of The Formation Of Checksums For The Cyclic Redundancy Code Algorithm Depending On The Width Of The Generating Polynomial. В сборнике: CEUR Workshop Proceedings. Proceedings of the Workshop "Models and Methods for Researching Information Systems in Transport 2020" on the basis of the departments "Information and Computer Systems" and "Higher Mathematics". 2020. С. 129-135.

Информация об авторах/ Information about the authors

Турдиев Одилжан / Odilzhan Turdiev	Ташкентский государственный транспортный университет, в.б. доцент кафедры «Информационные системы и технологии в транспорте», к.т.н., (PhD) E-mail: odiljan.turdiev@mail.ru Tel.: +998974607179 https://orcid.org/0000-0002-1651-5493
---	--

Расулмухаме- дов Мухаммадазиз / Mukhamadaziz Rasulmuhamedov	Ташкентский государственный транспортный университет, заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии в транспорте», доцент, к.ф.м.н., (PhD) E-mail: prof.rasulmukhamedov@gmail.com Tel.: +998901205980 https://orcid.org/0000-0001-8404-3013
--	---

Тухтаходжаев Адхам / Adham Tukhtakhodjaev	Ташкентский государственный транспортный университет, Руководитель «Отдела цифровой трансформации» E-mail: adham.s.dr@gmail.com Tel.: +998903345333 https://orcid.org/0009-0001-0640-559X
--	---



Research of a stochastic optimizer based on a logical probability code converter

O.A. Turdiev¹ ^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: In the modern world, electronic computing devices play an important role, and one of the key factors of their efficiency is high performance, meaning the ability to perform more operations per unit of time. However, complex operations such as multiplication, division, and exponentiation require significant time costs. Stochastic computing devices can be used to speed up these processes. The article discusses the structure of the stochastic optimizer and presents its schematic. It describes the algorithm of the stochastic computing device for solving a stochastic optimization problem. Additionally, an analysis of the performance of the stochastic optimizer is provided, including the dependence of performance on computation accuracy and the dimensionality of the space.

Keywords: Probability Code Converter (LPCV), Stochastic Quasi-Gradient (SQG), Stochastic Theorem, Stochastic Computing Device (StCD), Function

Исследование стохастического оптимизатора на основе логического преобразователя код-вероятности

Турдиев О.А.¹ ^a

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В современном мире электронно-вычислительные устройства играют важную роль, и одним из ключевых факторов их эффективности является высокая производительность, то есть способность выполнять больше операций за единицу времени. Однако сложные операции, такие как умножение, деление и возведение в степень, требуют значительных временных затрат. Для ускорения этих процессов могут быть использованы стохастические вычислительные устройства. В статье рассмотрена структура стохастического оптимизатора и представлена его схема. Описан алгоритм работы стохастического вычислительного устройства для решения задачи стохастической оптимизации. Также проведен анализ быстродействия стохастического оптимизатора, включая зависимость производительности от точности вычислений и размерности пространства.

Ключевые слова: Преобразователь код вероятности (ЛПКВ), стохастический квазиградиент (СКГ), стохастической теоремы, СтВу, функция

1. Введение

В таких областях, как измерительная техника, радиолокация и гидроакустика, часто возникает необходимость решения оптимизационных задач, направленных на нахождение экстремума функции регрессии. Метод оптимизации в данном контексте представляет собой подход, который помогает вычислить минимум или максимум этой функции. На практике, при измерении параметров сигналов, необходимо учитывать влияние случайных помех, которые искажают функцию. Поэтому вместо точной функции в реальных условиях имеется лишь приближенная версия функции или её градиенты.

Стоит отметить, что современные вычислительные устройства обладают высокой производительностью, однако выполнение таких операций, как умножение, деление и возведение в степень, остается достаточно ресурсоемким и времязатратным. Применение стохастического оптимизатора позволяет избежать этих

операций, заменяя их на более простые, такие как сдвиг, сложение и вычитание. Основная цель использования стохастического оптимизатора заключается в сокращении времени работы алгоритма на каждой итерации, что в свою очередь способствует снижению общего времени его выполнения.

2. Методология исследования

Сходимость вычислительного процесса и оценка его производительности

На выходе логический преобразователь код вероятности (ЛПКВ) имеется вектор случайных величин $\beta^s = (\beta_1^s, \dots, \beta_n^s)$, где $\beta_k^s = \text{sig } n(\xi_k^s)u_+(|\xi_k^s| - a^s)$, $k = 1, \dots, n$ и ξ_k^s — составляющие стохастический квазиградиент (СКГ), который является исходной информацией, a^s — равномерно распределённые случайные числа в диапазоне от 0 до $C = 2^1$. Вектор $\gamma^s = c\beta^s$ Будет СКГ. В основу модернизированного алгоритма оптимизации стохастической теоремы в

^a <https://orcid.org/0000-0002-1651-5493>



качестве исходных данных будет СКГ γ^s , основание степени $a=2$ и вместо вещественной степени бётся её целая часть по функции ent . Везде далее рассматриваются случайные события $\omega \in \Omega$, где (Ω, F, P) – вероятное пространство.

Теорема 1.1. пусть $f(x)$ – выпуклая (возможно, негладкая) функция, заданная на выпуклом компактном множестве $X \subset \mathbb{R}^n$ функция удовлетворяет условию Липшица на X .

Если выполняется:

$$\max \|x-y\| = c_1 \quad (1.1)$$

$x, y \in X$

$$|\xi_k^s| \leq 2^l \text{ п.н.}, l \in \mathbb{Z} k=1, \dots, n \quad (1.2)$$

$$M_s \xi^s = f(x^s), \quad (1.3)$$

$$\text{Где } \hat{f}(x^s) \in \delta f(x^s), \xi^s = y^s - \hat{f}(x^s), \quad (1.4)$$

$$\text{Где } y_k^s = \text{csign}(\xi_k^s) u_+ (|\xi_k^s| - a^s), k=1, \dots, n \quad (1.5)$$

$$a^s \in [0, c] \delta > 0^k, \quad (1.6)$$

То с вероятностью 1 все предельные точки последовательности $\{x^s\}$ (задаваемые соотношениями:

$$x^{s+1} = \pi_x(x^s - 2^{\text{ent}(r_s)} y^s) \text{ п.н.} \quad (1.7)$$

$$\text{Где } r_{s+1} = \min\{q_0, r_s - \langle y^{s+1}, \Delta x^{s+1} \rangle - \delta 2^{\text{ent}(r_s)}\} \quad (1.8)$$

$$q_0 > 0, r_0 = 0, \Delta x^{s+1} = x^{s+1} - x^s \quad (1.9)$$

Принадлежат множеству

$$X^* = \left\{ x^* \in X: f(x^*) = \min_{y \in X} f(y) \right\}$$

Для доказательства теоремы необходимо доказать несколько лемм. Следует отметить, что из (1.5) следует, что $\|y^s\| \leq C\sqrt{n} = c_2$ п.н. (1.10)

Обозначим $p_s = 2^{\text{ent}(r_s)}$

Лемма 1.1 выполняется соотношение

$$\sum_{s=0}^{\infty} 2^{\text{ent}(r_s)} = \infty \text{ п.н.}$$

Доказательство. Предположим противное, т.е. существует константа k , для которой вероятность события:

$$A = \{\omega: \sum_{s=0}^{\infty} 2^{\text{ent}(r_s)} \leq k\} \text{ больше } 0, \text{ т.е. } P(A) > 0.$$

Из (2.7, 2.8, 2.9, 2.10) имеем (по неравенству Шварца [6] и свойствам оператора проектирования π_x [7]):

$$r_{s+1} \geq \min(q_0, r_s - \|y^{s+1}\| \|\Delta x^2\| - \delta 2^{\text{ent}(r_s)}) \geq \min(q_0, r_s - c_2^2 2^{\text{ent}(r_s)} - \delta 2^{\text{ent}(r_s)}) \geq \min(q_0, r_s - c_3 2^{\text{ent}(r_s)}) \text{ п.н.,}$$

Где $c_3 = c_2^2 + \delta > 0$. Тогда для элементарных событий $\omega \in A$ имеем (т.к. $r_0 = 0$), что $r_{s+1} \geq \min(q_0, -c_3 k)$ (1.11)

Таким образом получим, что $2^{r_{s+1}} \geq \min(2^{q_0}, 2^{-c_3 k}) > 0$ $2^{r_{s+1}} = 2^{\text{ent}(r_{s+1}) + \Delta_{s+1}}$, где $-1 < \Delta_{s+1} < 1$. Следовательно $2^{\text{ent}(r_{s+1})} \geq 2^{-\Delta_{s+1}} \min(2^{q_0}, 2^{-c_3 k}) \geq 0,5 \min(2^{q_0}, 2^{-c_3 k}) > 0$, что

противоречит соотношению $\sum_{s=0}^{\infty} 2^{\text{ent}(r_s)} \leq k$ о сходимости ряда, т.к. общий член ряда не стремится к 0. Δ

Лемма 1.2. Выполняется соотношение $\sum_{s=0}^{\infty} M 2^{\text{ent}(r_s)} < \infty$ п.н. Доказательство. Покажем, что при фиксированном s значение случайной величины $y_{s+1} = r_{s+1} + f(x^{s+1})$ ограничено на X . По (1.1) и условию Липшица (2) $\exists c_4$ и c_5 такие, что $c_4 \leq f(x^{s+1}) \leq c_5$ для $\forall x \in X$. Из (1.8) следует, что $r_{s+1} \leq q_0$. Из (1.11) $r_{s+1} \leq f(x^{s+1}) \leq c_5$ для $\forall x \in X$. Из (1.8) следует, что $r_{s+1} \leq q_0$. Из (1.11) $\min(q_0, -c_3 \sum_{i=0}^s p_i) \leq r_{s+1}$, что и доказывает это утверждение.

Следовательно, $\exists M r_{s+1}$, по свойству интеграла Стильеса для функции ограниченной вариации [1, 3, 5].

Из (1.4), (1.8) учитывая определение градиента выпуклой функции [2] и свойства операции проектирования [4] получим

$$\begin{aligned} r_{s+1} &\leq r_s - \langle y^{s+1}, \Delta x^{s+1} \rangle - \delta p_s \\ &\leq r_s + f(x^s) - f(x^{s+1}) - \\ &\leq \langle \xi^{s+1}, \Delta x^{s+1} \rangle > \delta p_s \end{aligned}$$

Из (1.3), (1.4), (1.7) будет следовать, что $M_{s+1} < \langle \xi^{s+1}, \Delta x^{s+1} \rangle = M_{s+1} < \gamma^{s+1} - \hat{f}(x^{s+1}), \pi_x(x^s - p_s \gamma^s) - x^s > 0$, т.к. γ^{s+1} СКГ.

Следовательно, используя свойства условного матожидания [3],

$$\text{получим } M_{s+1} \gamma^{s+1} \leq y_s - \delta p_s \quad (1.12)$$

Величина $2^{r_{s+1}}/2^{Mr_{s+1}}$ ограничена для $\forall s$. В случае конечного r_{s+1} это утверждение очевидно. По (1.8) $r_{s+1} < q_0$, таким образом остался случай, когда $r_{s+1} \rightarrow \infty$ при $s \rightarrow \infty$. При $r_{s+1} \rightarrow \infty$ для достаточно больших s имеем: $r_{s+1} = r_s - \langle y^{s+1}, \Delta x^{s+1} \rangle - \delta p_s$, где $p_2 = 2^{\text{ent}(r_s)} \rightarrow 0$ при $r_{s+1} \rightarrow \infty$ при $s \rightarrow \infty$. При $r_{s+1} \rightarrow \infty$ для достаточно больших s имеем $r_{s+1} = r_s - \langle y^{s+1}, \Delta x^{s+1} \rangle - \delta p_s$, где $p_s = 2^{\text{ent}(r_s)} \rightarrow 0$ при $r_{s+1} \rightarrow \infty$. Из (1.1, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10), используя неравенство Шварца и свойства оператора проектирования π_x получим, что $r_s |\gamma^{s+1}| |\Delta x^{s+1}| - \delta p_s \leq r_{s+1} \leq r_s + |\gamma^{s+1}| |\Delta x^{s+1}| > -\delta p_s$ или $r_s - c_2^2 p_2 - \delta p_s \leq r_{s+1} \leq r_s + c_2^2 p_2 - \delta p_s$, и $r_s - c_3 p_s \leq r_{s+1} \leq r_s + r_{s+1}$ где $c_3 > 0$. Обозначим $z_s = r_s - c_3 p_s$ и $t_s = r_s - c_3 p_s$. Тогда $z_s - M r_{s+1} \leq r_{s+1} - M r_{s+1} \leq t_s - M r_{s+1}$ п.н.

$M r_{s+1} = \int_{z_s}^{t_s} z dF_{s+1}(z)$, где $F_{s+1}(z)$ – функция распределения случайной величины r_{s+1} . Используя формулу интегрирования по части для интеграла Стильеса и по теореме о среднем, имеем

$$M r_{s+1} = z dF_{s+1}(z) \Big|_{z_s}^{t_s} \int_{z_s}^{t_s} (z) dz = t_s - (t_s - z_s) \mu,$$

Где $0 \leq \mu \leq 1$.

Таким образом:

$$-(t_s - z_s)(1 - \mu) \leq r_{s+1} - M r_{s+1} \leq (t_s - z_s) \mu$$

$t_s - z_s = r_s - c_3 p_s - r_s - c_3 p_s = 2c_3 p_s$ и т.к. предположили, что $p_s \rightarrow 0$ при $s \rightarrow \infty$ по известной теореме из анализа [7] получим $\lim_{s \rightarrow \infty} (r_{s+1} - M r_{s+1}) = 0$ и, следовательно $\lim_{s \rightarrow \infty} (2^{r_{s+1}}/2^{Mr_{s+1}}) = 1$ т.е. величина

$$2^{r_{s+1} - Mr_{s+1}} \text{ Ограничена и для } \forall s \text{ имеем } \varepsilon > 0: \frac{2^{r_2}}{2^{Mr_s \varepsilon}} \leq$$

1. Поскольку $2^{r_s} = 2^{\text{ent}(r_s) + \Delta}$ - где $-1 < \Delta_s < 1$, то получим, что

$$1 \geq \frac{1}{\varepsilon} \frac{p_s 2^{\Delta_s}}{2^{Mr_s}} \geq \frac{0,5 p_s}{\varepsilon 2^{Mr_s}} \quad (1.13)$$

Из (1.12, 1.13) имеем, т.к. $\delta > 0$:

$$M_{s+1} y_{s+1} \leq y_s - \frac{0,5 \delta}{\varepsilon} * \frac{p_s^2}{2^{Mr_s}} \text{ п.н.} \quad (1.14)$$

Берём математическое ожидание от обеих частей неравенства и получаем

$$M y_{s+1} \leq M y_s - \frac{0,5 \delta M p_s^2}{\varepsilon 2^{Mr_s}}. \quad \text{Переходя к экспоненциальной форме записи получаем}$$

$$2^{M y_{s+1}} \leq 2^{M y_s} \cdot 2^{-\frac{0,5 \delta M p_s^2}{\varepsilon 2^{Mr_s}}} \quad (1.15)$$

Пусть, $Z = \frac{0,5 \delta M p_s^2}{\varepsilon 2^{Mr_s}}$, очевидно, $Z > 0$, Так как из (1.8) $p_s = 2^{\text{ent}(r_s)} \leq 2^{\text{ent}(q_0) + \varepsilon} = \bar{p}$ и учитывая (1.13) получим $0 \leq z \leq \delta \bar{p}$. В силу выпуклости функции 2^{-Z} имеем, что для $\beta = \frac{1 - 2^{-\delta \bar{p}}}{\delta \bar{p}}$ выполняется неравенство $1 - \beta z \geq 2^{-Z}$. В этом случае из соотношения (1.15) получим, что



$$2^{My_{s+1}} \leq 2^{My_s} \left(1 - \beta * \frac{0.5\delta M p_s^2}{\varepsilon 2^{Mr_s}} \right) = 2^{My_s} - \frac{0.5\delta c_6 M p_s^2}{\varepsilon}, \quad (1.16)$$

Где $c_5 = \frac{1}{x \in \mathbb{X}} f^{(x)}$, а $y_s = r_s + f(x^s)$

Суммируя неравенство (1.16) при $i = 0, \dots, s$ имеем что

$$2^{My_{s+1}} \leq 2^{My_0} - \frac{0.5\beta\delta c_6}{\varepsilon} \sum_{i=0}^s M p_i^2$$

$0 \leq 2^{My_{s+1}} + 2^{My_{s+1}+Mf(x^{s+1})}$, но $r_{s+1} \leq q_0$, и $c_4 \leq \frac{f(x)}{x \in \mathbb{X}} \leq c_5$ т.е. $2^{My_{s+1}}$ Ограничена.

Константа $c_0 = \frac{0.5\beta\delta c_6}{\varepsilon} > 0$ и окончательно получим, что

$C_0 \sum_{i=0}^s M p_i^2 \leq 2^{My_0} - 2^{My_{s+1}} < +\infty$, что и доказывает лемму 1.2. Δ

Следствие. Выполняется $p_s \rightarrow 0$ и $r_s \rightarrow \infty$ при $s \rightarrow \infty$ п.н.

Лемма 1.3. Выполняется $\lim_{s \rightarrow \infty} (p_{s-1}/p_s) = 1$ п.н.

Доказательство. Из (1.8) следует (т.к. $r_s \rightarrow \infty$ п.н.), что почти для каждого элементарного события $\omega \in \Omega$ найдется такой номер $S(\omega)$, что при $s > S(\omega)$ имеем

$$r_{s+1} = r_s + \Delta r_s - \gamma^{s+1}, \Delta x^{s+1} > \delta p_s \quad (1.17)$$

Из (1.7) имеем, что $\Delta x^{s+1} = x^{s+1} - x^{s+1} - x^s(x^s - p_s y_s) - x_s$. Используя неравенство Шварца и свойства операторов проектирования на выпуклое множество $\mathbb{X}$, получим

$$|\Delta r_s| = |-\langle \gamma^{s+1}, \Delta x^{s+1} \rangle - \delta p_s| \leq \gamma^{s+1} |\pi_x(x^s - p_s y^s) - x^s| + \delta p_s \leq c_2^2 p_s + \delta p_s = c_3 p_s, \quad (1.18)$$

где $c_3 > 0$.

Так как $p_s \rightarrow 0$ при $s \rightarrow \infty$, то для достаточно больших s будет

$$|\Delta r_s| \ll 1, \text{ т.е. } r_s \in \mathbb{R}.$$

$\frac{p_{s-1}}{p_s} = 2^{ent(r_{s-1}-c_3)}$. Из леммы 1.2. следует, что $p_{s-1} \rightarrow 0$ при $s \rightarrow \infty$ и переходя к пределу получим $1 < \lim_{s \rightarrow \infty} (p_{s-1}/p_s) \leq 1$ при $r \in \mathbb{Z}$ (1.19)

Поскольку $r_s = r_{s+1} + \Delta r_{s+1}$ и из (1.18) следует, что $\Delta r_{s-1} \rightarrow 0$, а из Леммы 1.2. $r_{s-1} \rightarrow \infty$ то $r_{s-1} \in \mathbb{R}$ и множество $\mathbb{Z} \subset \mathbb{R}$ будет множеством меры нуль, поэтому получим

$$\lim_{s \rightarrow \infty} (p_{s-1}/p_s) = 1 \text{ п.н. } \Delta$$

Доказательство теоремы 1.1. основывается на доказанных выше леммах 1.1, 1.2, 1.3 и теореме 1.5. (приложение 2). Это доказательство практически не отличается от доказательства теоремы 1.6. и приведено в приложении 3. Δ

Таким образом, теорема 1.1. доказывает сходимость предлагаемого вычислительного процесса применительно к СтВу.

3. Производительность методов вычисления

Производительность методов вычисления зависит от нескольких факторов: вида функции $f(x)$, характеристик случайных процессов на входе оптимизатора, алгоритма обработки, включая возможность параллельной обработки, способа аппретурной репликации. В данном пункте рассматривается асимптотическая оценка скорости сходимости метода для СтВу при заданном

числе шагов итерации (103). Для оценки скорости сходимости необходимо изучить асимптотические свойства последовательности шаговых множителей $p_s = 2^{ent(r_s)}$ из теоремы 1.1.

Лемма 1.4. Для последовательности (x^s) Выполняются все условия теоремы 1.1. и функция $f(x)$ дважды непрерывно дифференцируема на открытом множестве содержащем $\mathbb{X}$, тогда $p_s = 2^{ent(r_s)} = \frac{a}{(1+s)\delta \ln 2} + 0(1/(1+s))$ п.н.

Где $0(1/(1+s))$ – величина бесконечно малая по сравнению с $1/(1+s)$, $a_s \in (0,5; 2)$.

Доказательство леммы приведено в приложении 3.

При оценке скорости сходимости рекуррентных стохастических алгоритмов, в качестве критерия, обычно, принимает значение $M|x^s - x^*$ -точка минимума функции x (f) на множестве X [2]

Теорема 1.2. Для последовательности (x^s) выполняются все условия теоремы 1.1. функция $f(x)$ дважды непрерывно дифференцируема на открытом множестве, содержащем $\mathbb{X}$, $M|\gamma^s|^2 \leq 0_0^2 s = 0,1,2, \dots f(x) \geq f(x^*) + B|x^* - x|^2$,

Где $B > 0$ и

$$x^* \text{ точка минимума } (f^x) \text{ на } \mathbb{X}, \text{ тогда при } \delta_0 B = / (1,25 \ln 2) \text{ имеем } M|x^* - x^{s+1}|^2 \leq \frac{1,560_0^2}{B^2(1+s)} + 0\left(\frac{1}{1+s}\right) \text{ п.н.}$$

Доказательство. Введём функцию вида $w(x^s) = |x^* - x^s|^2$. Из условий теоремы 1.1.

$$\xi^s = \gamma^s - \hat{f}(x^s). \text{ Как следует из (1.18)}$$

$$g_{s-1} = 2^{ent(r_{s-1}-c_3 p_s)} \leq p_s = 2^{ent-(r_{s-1}-\gamma^s, \Delta x^s) > -\delta p_s} \leq 2^{ent-(r_{s-1}+c_2 p_{s-1})} = h_{s-1} \quad (1.20)$$

Из леммы 1.4. имеем, что $p_s = \frac{a_s}{(1+s)\delta \ln 2} + o(1/(1+s))$ п.н., где $a_s \in (0,5; 2)$. Следовательно, с некоторого номера s и $\varepsilon > 0$ имеем:

$$t_s = \frac{a_s - \varepsilon}{(1+s)\delta \ln 2} < p_s < \frac{a_s + \varepsilon}{(1+s)\delta \ln 2} = 1_s \quad (1.21)$$

Далее, используем неравенство Швардца и свойство оператора проектирования на выпуклое множество [7, 8], определение СКГ и получим:

$$\begin{aligned} w(x^{s+1}) &= |x^* - x^{s+1}|^2 \leq |x^* - x^s + p_s \gamma^s|^2 \\ w(x^{s+1}) &\leq w(x^s) + 2p_s < \gamma^s, x^* - x^s > + p_s^2 |\gamma^s|^2 \leq \\ w(x^s) &+ 2p_s (f^* - f(x^s)) + 2p_s < \xi^s, x^* - x^s > \\ &+ 2g_{s-1} < \xi^s, x^* - x^s > 2g_{s-1} < \xi^s, x^* - x^s > \\ &+ p_s^2 |\gamma^s|^2, \end{aligned}$$

Где $f^* = f(x^*)$ и использованы свойства градиента дважды непрерывно дифференцируемой функции, т.к. $\gamma^s = \hat{f} - f(x^s) \xi^s$.

Таким образом, используя соотношения (1.20, 1.21), получим:

$$\begin{aligned} w(x^{s+1}) &\leq w(x^s) + 2p_2 (f^* - f(x^s)) + 2(p_s - g_{s-1}) |\xi^s| |x^* - x^s| + 2g_{s-1} < \xi^s, x^* - x^s > + p_s^2 |\gamma^s|^2 \leq \\ w(x^s) &+ 2t_s (f^* - f(x_s)) + 2(h_{s-1} - g_{s-1}) |\xi^s| |x^* - x^s| + 2g_{s-1} < \xi^s, x^* - x^s > + l_s^2 |\gamma^s|^2 \end{aligned} \quad (1.22)$$

Рассмотрим слагаемое

$$\begin{aligned} 2(h_{s-1} - g_{s-1}) |\xi^s| |x^* - x^s| &= 2(2^{ent(r_{s-1}+c_3 p_{s-1})} - 2^{ent(r_{s-1}+c_3 p_{s-1})}) * |\xi^s| |x^* - x^s| \end{aligned}$$

$|\xi^s|$ Ограничена, $|x^* - x^s| \rightarrow 0$ по теореме 1.1, $p_{s-1} \rightarrow 0$ и $r_{s-1} \rightarrow \infty$ п.н. по следствию леммы 1.2. При достаточно большом s длина интервала $[r_{s-1} -$



$c_3 p_{s-1}, r_{s-1} + c_3 p_{s-1}$ будет $\ll 1$ и тогда в этот интервал может попасть не более чем одно целое число. Учитывая свойства функции ent будем иметь, что $(h_{s-1} - g_{s-1}) \leq 2^{ent(r_{s-1} + c_3 p_{s-1})} - ent^{(r_{s-1} + c_3 p_{s-1})} - 1) 2^{(r_{s-1} + c_3 p_{s-1})} \leq 2^{ent(r_{s-1} + c_3 p_{s-1})} \rightarrow 0$, т.к. $r_{s-1} \rightarrow \infty$ п.н. Функция $ent(y) = const$ в тех промежутках, где $y \in Z$ и поэтому при $s \rightarrow \infty$ $(h_{s-1} - g_{s-1}) = 0$ п.н. за исключением множества меры нуль ($\mathbb{Z} \subset \mathbb{R}$)

Таким образом получаем, что

$$w(x^{s+1}) \leq w(x^s) + 2t_s(f^* - f(x^s)) + 2g_{s-1} < \xi^s, x^* - x^s + l_\xi^2 |\gamma^s|^2$$

По условию теоремы имеем $f(x) \geq f(x^*) + B|x^* - x^s|^2$ и по (1.10) получим

$$w(x^{s+1}) \leq w(x^s) - \frac{2(a_2 - \varepsilon)B}{(1+s)\delta \ln 2} w(x^s) + \frac{(a_2 - \varepsilon)^2}{(1+s)^2 \delta^2 \ln^2 2} |\gamma^s|^2 + 2g_{s-1} < \xi^s, x^* - x^s > \quad (1.23)$$

Величина $\varepsilon > 0$ может быть произвольно малой, поэтому, учитывая, что правая часть неравенств (1.23) выпуклая функция от $a_s \in [0.5; 2]$, то она достигает своего максимума при $a_s = 0.5$ или $a_s = 2$

Введём обозначения: $k = 1 + s, C_k = \frac{B}{\delta \ln 2}$ и $d_k = \frac{0.25|\gamma^k|^2}{\delta^2 \ln^2 2}$ при $a_s = 0.5$ и $C_k = \frac{4B}{\delta \ln 2}, d_k = \frac{4|\gamma^k|^2}{\delta^2 \ln^2 2}$ при $a_s = 2$, $w(x^{s+1}) = u_{k+1}, C_k = 2g_{s-1} < \xi^s, x^* - x^s >$.

Значения C_k и d_k выбираются из условия $\max(\frac{C_k}{k} u_k + \frac{d_k}{k^2})$. Из (1.23) получим, что $u_{k+1} \leq u_k - \frac{C_k}{k} u_k + \frac{d_k}{k^2} + G_k$.

Возьмём $\delta = \frac{B}{1.25 \ln 2}$ и $v_k = ku_k - \frac{(1.25)^2 |\gamma^s|^2}{B^2}$. Тогда имеем:

$$\begin{aligned} v_{k+1} &= (k+1)u_{k+1} - \frac{(1.25)^2 |\gamma^s|^2}{B^2} \\ &\leq k(1+1/k)((1-C_k/k)u_k + G_k + \frac{d_k}{k^2}) - \\ &- \frac{(1.25)^2 |\gamma^s|^2}{B^2} = ku_k(1 - (C_k - 1)/k - C_k/k^2) + d_k(1 + 1/k)G_k - \\ &- \frac{(1.25)^2 |\gamma^s|^2}{B^2} = (V_k + \frac{(1.25)^2 |\gamma^s|^2}{B^2})(1 - (C_k - 1)/k - C_k/k^2) + d_k/k^2 + \\ &- \frac{(1.25)^2 |\gamma^s|^2}{B^2} + k(1+1/k)G_k \\ &= V_k(1 - (C_k - 1)/k - C_k/k^2) - \\ &- \frac{1.25^2 |\gamma^k|^2 (C_k - 1)}{B^2 k} + d_k/k - \frac{C_k(1.25)^2 |\gamma^s|^2}{k^2 B^2} + d_k/k^2 + \\ &k(1+1/k)C_k \quad (1.24) \end{aligned}$$

Рассмотрим слагаемые:

$$\frac{d_k}{k} - \frac{1.25^2 |\gamma^k|^2 (C_k - 1)}{B^2 k} \quad (1.25)$$

При $a_s = 0.5$ $C_k = \frac{B}{\delta \ln 2} = \frac{B}{\frac{B \ln 2}{1.25 \ln 2}} = 1.25$ и $d_k = \frac{0.25|\gamma^k|^2}{\delta^2 \ln^2 2} = \frac{0.25|\gamma^k|^2}{\frac{B^2 \ln^2 2}{1.25^2 \ln^2 2}} = \frac{0.25(1.25)^2 |\gamma^k|^2}{B^2}$ и тогда значение

$$(1.25) \text{ будет равно: } \frac{0.25(1.25)^2 |\gamma^k|^2}{B^2 k} - \frac{0.25(1.25)^2 |\gamma^k|^2}{B^2 k} = 0$$

Аналогично, при $a_s = 2$:

$$\begin{aligned} C_k &= \frac{4B}{\delta \ln 2} = \frac{4B}{\frac{B \ln 2}{1.25 \ln 2}} = 1.25 * 4 \\ -d_k &= \frac{4|\gamma^k|^2}{\delta^2 \ln^2 2} = \frac{4|\gamma^k|^2}{\frac{B^2 \ln^2 2}{(1.25)^2 \ln^2 2}} = \frac{4(1.25)^2 |\gamma^k|^2}{B^2} \quad \text{и тогда} \end{aligned}$$

значение выражения (1.25) будет равно:

$$\frac{4(1.25)^2 |\gamma^k|^2}{B^2 k} - \frac{4(1.25)^2 |\gamma^k|^2}{B^2 k} = 0 \quad \text{Поэтому из (1.24) получаем соотношение:}$$

$$\begin{aligned} V_{k+1} &\leq V_k \left(1 - \frac{C_k - 1}{k} + \frac{d_k - (1.25)^2 C_k |\gamma^k|^2}{k^2}\right) + k(1 + \frac{1}{k})C_k \leq V_k \left(1 - \frac{\min C_k - 1}{k} - \frac{\min 0_k}{k^2} + \frac{\max d_k}{k^2}\right) + k(1 + \frac{1}{k})C_k \quad (1.26) \end{aligned}$$

Учитывая, что $\min C_k = 1.25 > 1$ и что $C_k = 2g_{s-1} < \xi^s, x^* - x^s >$ т.к. $x^s = \pi_x(x^{s-1} - p_{s-1} \gamma^{s-1}), M_s \xi^s = 0$ По определению СКГ, то взяв сначала условное, в потом безусловное математическое ожидание от (1.26) получим

$$\begin{aligned} Mv_{k+1} &\leq Mv_k \left(1 - \frac{0.25}{k} - \frac{1.25}{k^2}\right) + \frac{4(1.25)^2}{B^2 k^2} M|\gamma^k|^2 \leq \\ Mv_k(1 - 0.25/k) &+ \frac{4(1.25)^2 o_0^2}{B^2 k^2}. \end{aligned}$$

По лемме о рекуррентных последовательностях (приложение 2) получим $\lim_{k \rightarrow \infty} Mv_k \leq 0$. Таким образом, учитывая определение V_k имеем

$$Mu_{k+1} \leq \frac{(1.25)^2 o_0^2}{kB^2} + 0 \left(\frac{1}{k}\right) = \frac{1.56 o_0^2}{(1+s)B^2} + 0 \left(\frac{1}{1+s}\right), \text{ что и}$$

доказывает теорему. Δ

Следствие из теоремы 1.2. по (1.10) имеем

$$M|x^* - x^{s+1}|^2 \leq \frac{1.56nc^2}{(s+1)}.$$

Если минимум функции $f(x)$ находится внутри множества X или, если решается задача безусловной оптимизации, то $\nabla f(x^*) = 0$ и тогда, при $s \rightarrow \infty$ имеем $|\nabla f(x^s)| \rightarrow 0$ п.н., т.е. для достаточно больших s будет $|\nabla f(x^s)| \leq \varepsilon_1$, где $\varepsilon_1 > 0$ произвольно малое положительное число. При исследовании вопросов стохастической оптимизации, как правило, задаётся ограничение o^2 на дисперсию компонентов СКГ [4] в виде соотношения $M(\xi_k^s - \hat{f}_k(x^s)) < o^2 k = 1, n, s = 0, 1, \dots$, где n – размерность пространства. Для дифференцируемой функции $f_k(x^s) = \nabla f_k(x^s)$ и в окрестности стационарной точки значение $\nabla f_k(x^s)$ мало.

Поэтому, при асимптотических оценках можно положить $M[(\xi_k^s)^2] < o^2$ начиная с некоторого s . Из (2.5) имеем $(\gamma_k^s)^2 = c^2 u_+ (|\xi_k^s| - a^s), k = \overline{1, n}$.

Далее, берём математическое ожидание и получим (см. п.1.2)

$$M[(\gamma_k^s)^2] = cM|\xi_k^s| = 2^1 M|\xi_k^s|. \quad \text{Используя неравенство Йенсена [8] получим } o^2 > M[(\xi_k^s)^2] \geq [M|\xi_k^s|]^2 = \left\{ \frac{M(\gamma_k^s)^2}{c} \right\}^2. \text{ Следовательно } co > M(\gamma_k^s)^2.$$

По определению евклидовой нормы имеем $M|\gamma^s|^2 = \sum_{k=1}^n M(\gamma_k^s)^2$ и получаем, что $nco > M|\gamma^s|^2$ и тогда можно положить $0_0^2 = nco$. (1.27)

По условию теоремы 2.1. $|\xi_k^s| < c$ п.н. $k = \overline{1, n}, s = 0, 1, \dots$, то воспользовавшись правилом трёх сигма можно считать, что $c = 3o$ и тогда $o_0^2 = 3no^2$ (1.28)

Проведя аналогичные выкладки для метода по теореме 1.6. учитывая, что вместо γ^s там используют СКГ $\xi^s, a_s = 1$ и т.к. $no^2 > M|\xi_k^s|^2$ получим, что

$$\begin{aligned} M|x^* - x^{s+1}|^2 &\leq \frac{no^2}{\delta^2 \ln^2 2 (2B/(\delta^2 \ln 2) - 1)(1+s)} + o(1/(1+s)). \end{aligned}$$

$$\text{Из теоремы 1.2. } \delta = B/(1.25 \ln 2) \quad (1.29)$$

И тогда для исходного метода-аналога будет:



$$M|x^* - x^{s+1}|^2 \leq \frac{no^2}{B^2(1+s)} + 0\left(\frac{1}{1+s}\right).$$

Для исследуемого метода по теореме 2.2. получим оценку:

$$M|x^* - x^{s+1}|^2 \leq \frac{4,7no^2}{B^2(1+s)} + 0\left(\frac{1}{1+s}\right) = \frac{1,56nc\sigma}{B^2(1+s)} + 0\left(\frac{1}{1+s}\right) \quad (1.30)$$

Таким образом, ориентировочно можно сравнить по количеству шагов итерации исследуемый метод и метод аналог.

Пусть S – число итераций для СтВУ с ЛПКВ, а N – число итерации для исходного алгоритма, необходимое для достижения заданной точности вычислений, тогда получим

$$\frac{S}{N} = \frac{1,56c}{\sigma} \quad (1.31)$$

Или, при выполнении соотношения $c = 3\sigma$, будет:

$$\frac{S}{N} = 4,7 = 5 \text{ раз} \quad (1.32)$$

4. Заключение

Время выполнения алгоритма зависит от конкретной задачи оптимизации, то есть от стохастического квазиградиента, а также от структуры вычислительного устройства, времени выполнения базовых операций, таких как сдвиг и сложение, и требуемой точности вычислений. Структура вычислительного устройства, в свою очередь, определяется размерностью задачи и разрядностью регистров, используемых в процессе вычислений, что связано с необходимой точностью расчетов.

Использованная литература / References

[1] Odilzhan A. Turdiev., Vladimir A. Smagin. Investigation of the computational complexity of the formation of checksums for the Cyclic Redundancy Code algorithm depending on the width of the generating polynomial. Международная научно-методическая конференция. Models and Methods for Researching Information Systems in Transport // СПб – 2020. (индексирована в SCOPUS).

[2] Свистунов С. Г. Исследование принципов построения стохастических процессоров, реализующих адаптивные квазиградиентные методы статистической оптимизации: автореф. дис. ... канд. техн. наук / С. Г. Свистунов. – СПб., 1996.

[3] Фёдоров Р. Ф. Стохастические преобразователи информации / Р. Ф. Фёдоров, В. В. Яковлев, Г. В. Добрис. – Л.: Машиностроение, 1978. 304 с.

[4] Турдиев О.А., Хомоненко А.Д., Гофман М.В. Сравнение моделей вероятного кода числа PNC и циклического избыточного кода CRC. // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». №4-1 2021 года.

[5] Соловьёв Г. Н. Схемотехника ЭВМ / Г. Н. Соловьёв. – М.: Высш. шк., 1985. 391 с.

[6] Турдиев О.А., Сейтманбитов Д.А., Кадирова Ш.Ш. Методика снижения вычислительной сложности формирования контрольных сумм вероятного кода числа на основе стохастических вычислений. // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». №4-2. 2021 года.

[7] Яковлев В. В. Стохастические вычислительные машины / В. В. Яковлев, Р. Ф. Фёдоров. – Л.: Наука, 1973. 298 с.

[8] Турдиев Одилжан Акрамович. Исследование вычислительной сложности формирования контрольных сумм для алгоритма CRC в зависимости от разрядности порождающего полинома. // Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики». Серия «Естественные и технические науки». №2. 2022 года.

Информация об авторах / Information about the authors

Турдиев Одилжан / Turdiev Odilzhan
Ташкентский государственный транспортный университет, в.б. доцент кафедры «Информационные системы и технологии в транспорте», к.т.н., (PhD)
E-mail: odiljan.turdiev@mail.ru
Tel.: +998974607179
<https://orcid.org/0000-0002-1651-5493>



Analysis of centralized dispatch systems

S.T. Boltayev¹^a, O.O. Muhiddinov¹^b, E.Sh. Joniulov¹^c, B.B. Raxmonov¹^d¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This scientific article provides an analysis of the systems that manage and control the movement of trains on railway sections and additional recommendations for the existing systems of JSC "Uzbekistan Railways". The article provides an analysis of Jlyч, Heba, Dialog systems. There are also proposals to reduce the load on the train dispatcher when organizing the movement of high-speed trains on railway sections.

Keywords: train, station, section, haul, dispatch centering, train dispatcher

Markazlashtirilgan dispetcherlik tizimlarining tahlil qilish

Boltayev S.T.¹^a, Muhiddinov O.O.¹^b, Joniulov E.Sh.¹^c, Raxmonov B.B.¹^d¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Bu ilmiy maqolada temir yo'l uchastkalarida poyezdlar harakatini boshqaruvchi va nazorat qiluvchi tizimlar tahlili va "O'zbekiston temir yo'llari" AJda mavjud tizimlarga qo'shimcha takliflar keltirilgan. Maqolada Jlyч, Heba, Dialog tizimlarining tahlili berilgan. Shuningdek hozirgi kunda temir yo'l uchastkalarida yuqori tezlikda harakatlanuvchi poyezdlar harakatini tashkil qilishda poyezd dispetcherining yuklamalarini kamaytirish uchun takliflar keltirilgan.

Kalit so'zlar: poyezd, stansiya, uchastka, peregon, markazlashtirilgan dispetcherlik, poyezd dispetcheri

1. Kirish

Temir yo'l transportining asosiy vazifasi yo'lovchi va yuklarni belgilangan manziliga xavfsiz yetkazish. Temir yo'l transportida harakat havfsizligi avtomatika va telemexanika qurilmalari, hamda tizimlari yordamida ta'minlanadi. Ushbu tizimlar hatolikka yo'l qo'yishi mumkin emas. Kichik hatoliklar ham iqsodiy jihatdan ko'p yo'qotishlarga va ba'zi holatlarda esa o'lim bilan tugovchi halokatli baxtsiz hodisalarga olib kelishi mumkin.

2. Tadqiqot metodikasi

Markazlashtirilgan dispetcherlik tizimlarining tahlil qilish

Hozirgi kunda mamlakatimiz temir yo'l tuzilmasiga markazlashtirilgan dispetcherlik tizimlarining asosini, mikroprotessor va hisoblash texnikasi qurilmalari tashkil etuvchi yangi avlodi kirib kelmoqda. Markazlashtirilgan dispetcherlikni tarkibi releli va yarim o'tkazgichli qurilmalardan tashkil topgan tizimlardan, mikroprotessorli va kompyuterli tizimlarga almashtirilishi, birinchi navbatda iqtisodiy ko'rsatkichlar bilan belgilanadi[1,6]. Poyezdlar harakatini avtomatlashtirilgan boshqarish qurilmalarini loyihalab, hayotga tadbiiq qilish jarayonida, eski avloddagi dispetcherlik boshqaruv tizimlarida katta miqdordagi xarajatlarni talab qilar edi. Asosiy elementlarini relelar tashkil qiluvchi tizimlarning funksional imkoniyatlarini kengaytirishda, hamda markazlashtirilgan dispetcherlik tizimini ishlatishda uskunlar joylashgan binolarning

maydonini kengaytirish talab qilinardi. Bu esa o'z navbatida qurilmalarning ishonchligining pasayishiga, shuningdek, ularning energiya iste'molini, gabaritlarini va ularga xizmat ko'rsatish narxini oshishiga olib kelgan[5-9].

"O'zbekiston temir yo'llari" aksiyadorlik jamiyati ("O'TY" AJ) tarkibida hozirgi kunda 278 ta stansiyalar mavjud bo'lib, ular "Yagona dispetcherlik markazida" 14 ta uchastkaga bo'lingan holda nazorat qilinadi va boshqariladi[2, 5, 6, 9].

"O'TY" AJ tarkibida hozirgi kunda releli "Heba", "Jlyч", "ЧДК" dispetcherlik markazlashtirish (DM) tizimlaridan foydalanib kelinmoqda.

"Heba" DM tizimi kodli qurilmalarining teleboshqaruv (TB) ko'p takrorlanuvchi signallari va telesignallashtirish (TS) ko'p takrorlanuvchi davriy uzatishlarini ta'minlaydi. Bunday signallarni uzatish uchun chastotali impuls modulyatsiyasidan foydalaniladi. "TB" va "TS" chastotali kanal spektri, olis masofadagi aloqa uskunasi, oddiy telefon kanali spektri bilan mos keladi va bu uskunadan uzoqda joylashgan stansiyalarni boshqarish uchun foydalanish mumkin.

Tizimning qurilmalari "TB" va "TS" signallarini beshta chastota kanallari orqali uzatish imkoniyatini beradi: bitta "TB" kanali (400÷900 Hz) va to'rtta "TS" kanali (900÷3150 Hz).

"TB" (1-jadval) signalini yuborish uchun quyidagi to'rtta ishchi chastotadan foydalaniladi: juft impulsarni yuborish uchun $f_1=500$ Hz va $f_2=600$ Hz, toq impulsar uchun esa $f_3=700$ Hz va $f_4=800$ Hz. Shunday qilib har bir "TB" signali ikkita mantiqiy qiymatni qabul qilishi mumkin

^a <https://orcid.org/0000-0001-7289-7820>^b <https://orcid.org/0000-0003-2352-7473>^c <https://orcid.org/0000-0002-1130-0522>^d <https://orcid.org/0000-0002-3666-6600>

(1 yoki 0). Quyi chastotalarda (f_1, f_3) – aktiv (A) qiymatlarni, ya'ni mantiqiy 1, yuqori chastotalarda (f_2, f_4) esa – passiv (P), ya'ni mantiqiy 0 ni qabul qiladi.

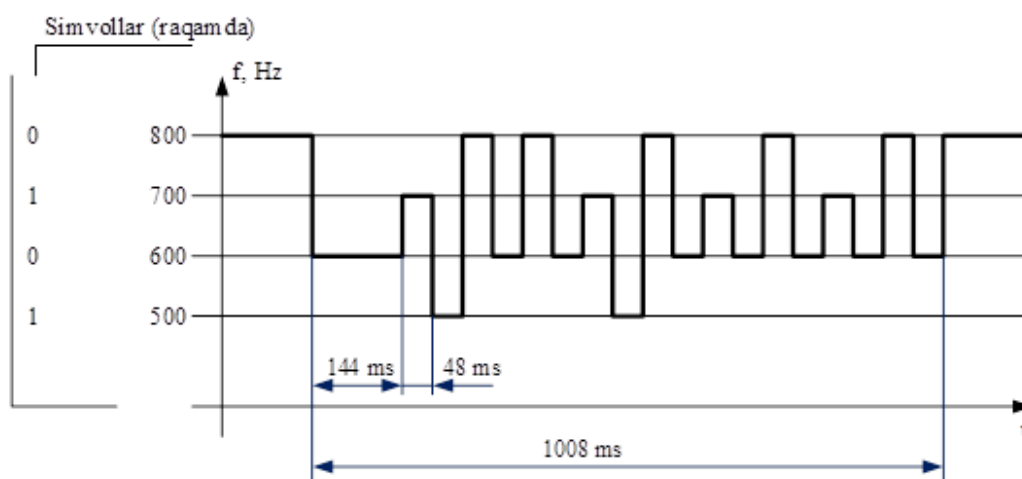
1-jadval “TB” kodi shakllantiruvchi impulsning qiymatlari

impuls Simvollar	Chastota, Hz	
	1	0
Juft	500	600
Toq	700	800

Agar ko'p taktli “TB” signali uzatilmay qolsa, u holatda “TB” kanalidan aktiv to'xtalishlar (API) bilan ajratilgan davriy signal (DS) uzatiladi. API chastotasi $f_4 = 800$ Hz bo'lgan o'zgaruvchan tok orqali uzatiladi, maxsus adabiyotlarda bu aktiv to'xtalishlar “tinchlik chastotasi” deyiladi. Ushbu tokni barcha chiziqli punktlar qabul qiladi, hamda chiziqli zanjirning sozligini tekshirishga xizmat qiladi. Chiziqli zanjirda “TB” signali paydo bo'lganda f_4 chastota f_2 ga o'zgaradi.

“TB” signali nolinchi va 18 ta ishchi, jami 19 ta impulsdan iborat. “TB” ko'p taktli signalning tuzilishi 1-rasmda ko'rsatilgan.

N takt		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
N impuls		0		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Nomlanishi	API	CJ1	AC					AT		AO						AT	API										
Kod				1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0						



1-rasm. “Heba” DM tizimida “TB” signalning shakllanish diagrammasi

“CJI1” deb belgilangan nolinchi tartibdagi va uch baravar oshirilgan davomiylikka ega bo'lgan xizmat impulsi chiziqli zanjirga jo'natilgach “TB” ko'p taktli signalini uzatish boshlanadi. Bu impuls qabul qilish punktlarida “DS” signalini ajratish tugunlarini o'chirib qo'yish uchun kerak bo'ladi.

Chiziqli punktdagi qurilmalarni ishchi holatga o'tkazish uchun mo'ljallangan 0-impuls f_2 chastota bilan yuboriladi. Ishchi impuls quyi qatdagi uch bosqichda tanlanadi: stansiyaning tanlash (AC); stansiya guruhini tanlash (AT); guruhdagi obyektning tanlash (AO).

“Heba” DM tizimidan hozirgi kunda “O'TY” AJ tarkibidagi Qo'ng'iroq mintaqaviy temir yo'l uzeli (MTU) va Buxoro MTU tasarrufidagi uchashtalarda foydalanilmoqda.

“Jlyq” DM kodli qurilmasi “Heba” DM tizimining, bazasida markazlashtirilgan dispetcherlikdan foydalanish tajribasini xisobga olgan holda ishlab chiqilgan, shuningdek “Heba” DMdan yaxshilangan tavsiflariga ega.

“Jlyq” DM tizimi xam “Heba” DM tizimi kabi, “TB” ko'p taktli signallarini tartibli uzatishni va “TS” ko'p taktli signallarini davriy uzatish usulini ta'minlaydi.

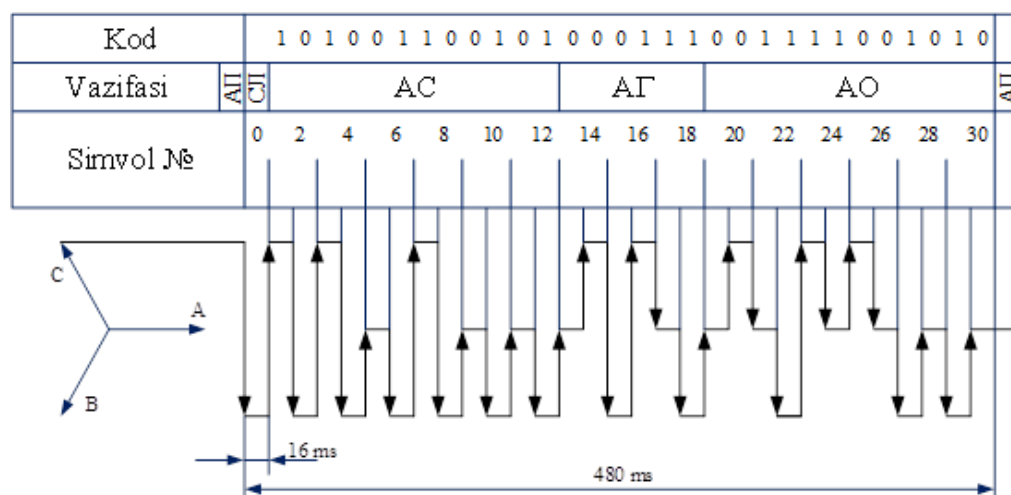
“Jlyq” DM va “Heba” DM tizimlarining texnik xarakterlari va tuzilishlariga ko'ra, uzatish va ko'p taktli signallarini qabul qilish qurilmalari butunlay bir xildir, ammo quyidagilar bilan farqlanadi:

- qurilmaning prinsipial sxemasida kontaktsiz mantiqiy elementlardan foydalaniladi, ular yarim o'tkazgichning kremniyli elementlari diod va tranzistorlar yordamida bajariladi, bu atrof muhit xaroratini kengroq diapazonda o'zgariganida ham to'g'ri ishlashini ta'minlaydi.

“Jlyq” DM tizimi “TB” ko'p taktli signallarni uzatish va qabul qilish qurilmasi “Heba” DM tizimidagi shunday qurilmalardan tubdan farqlanadi. Tizim qurilmalarida asosan kontaktsiz mantiqiy elementlar ishlatiladi. Kontaktsiz elementlarni ishlatish, xabar deshifratori va qabul qilish registri takrorlagichlari bilan chegaralangan. Bundan tashqari qurilma javobgar buyruqlarni uzatish uchun mo'ljallangan bo'lib, bularga; yo'nalishni favqulotda o'zgartirish, marshrutlarni sun'iy ajratish va taklif qiluvchi signallarni boshqarish.

“TB” ko'p taktli signallarini va “DS” signalini uzatish uchun chastotasi 500 Hz bo'lgan o'zgaruvchan tokdan foydalaniladi. “TB” kanali 400÷600 Hz spektrida joylashtiriladi. “TB” ko'p taktli signallari va “DS” signallarining “0” va “1” belgilarini uzatish uchun nisbiy fazali modulyatsiya tamoyilidan foydalaniladi. “TB” ko'p taktli signali 30 taktidan iborat bo'lib, unda “TB” kanaliga 31 ta belgi uzatiladi. Bu signalning tuzilishi 2-rasmda ko'rsatilgan.





2-rasm. “Лыч” tizimida TB signalini tuzilishi

“TB” ko‘p taktli signali belgilari 0 dan 30 gacha raqamlangan. Agar “TB” signali uzatilmasa, u holatda “TB” kanaliga AII tushadi, u fazaning erkin belgilariga yega bo‘lishi mumkin. 2-rasmda uning belgilari $\varphi_c = 120^\circ$ deb qabul qilingan.

“TB” signalining boshlang‘ich impulsi har doim mantiqiy “0” belgisi bilan uzatiladi. Bu ko‘p taktli “TB” signalining xizmat qismi bo‘lib, u qabul qilish punktida “TB” kanalidan “DS” signali chiqish tugunini o‘chirib qo‘yish uchun zarur.

Mantiqiy “1” belgisini yuborish uchun musbat, mantiqiy “0” uchun esa manfiy fazalar farqi ishlatiladi. Har bir signalning ishchi takti 16 ms davom etadi. Takt boshlanishidagi fazalar farqiga qarab “0” yoki “1” qiymatga erishadi. “TB” signalining oxirgi takti yakuniy fazalar farqi ko‘rinishida chegaralanmagan. “TB” signalini qabul qilishning oxiri ma‘lum belgilangan vaqt (34 ms) oralig‘ida faza o‘zgarishining yo‘qligi bilan xarakterlanadi.

“Лыч” DM tizimidan hozirgi O‘zbekiston temir yo‘llaridagi Toshkent, Buxoro va Qarshi MTuning tasarrufidagi uchastkalarda foydalanilmoqda.

Mikroelektron va kompyuter texnologiyalarini ishlatib, dispetcherlik markazlarini yaratish orqali, zamonaviy avtomatika va telemexanika tizimlarini, jumladan tashish jarayonini boshqarishning avtomatlashtirish tizimlarini joriy etish imkonini beradi. Ushbu tizimlarning asosini uskunalar sifatida, markaziy postda kompyuterlardan, chiziqli punktlarda esa mikrokontrollerlardan, telemexanik ma‘lumotlarni uzatish uchun kanallarini tashkil qilishda zamonaviy modemlardan, poyezdlar xolatini aks ettirishda rangli grafik monitorlar yoki plazma panellardan foydalaniladi[3].

Zamonaviy markazlashtirilgan dispetcherlik tizimlari stansiya yoki peregon qurilmalarini bilvosita yoki bevosita boshqarishga bog‘liq minimal talab qilinadigan funksiyalar to‘plamini bajaribgina qolmasdan, balki dasturiy ta‘minot orqali ularning imkoniyatini sezilarli darajada kengaytiradi.

Dasturiy ta‘minot darajasida bir qator yangi imkoniyatlar amalga oshirish mumkin, masalan: poyezdlar harakat grafisini avtomatlashtirilgan holda kiritish; prognoz jadvalini ishlab chiqish va poyezdlar harakat grafisini jarayonga muvofiqlashtirish bo‘yicha tavsiyalar berish; har xil tipdagi ma‘lumotlarni taqdim qilish va boshqa servislarni bajarish.

“O‘zbekiston temir yo‘llari” AJ tarkibida hozirgi kunda mikroprotsessorli “Dialog”, “Ebilock-950” DM tizimlaridan foydalanib kelinmoqda.

“Dialog” DM tizimi temir yo‘l uchastkasida poyezdlar harakatini xavfsizlik talablariga muvofiq avtomatlashtirilgan boshqarish uchun mo‘ljallangan.

“Dialog” DM tizimida foydalanish uchun cheklovlar yo‘q: avtonom yoki elektr tortqli uchastkalarda, bir yoki ko‘p yo‘lli poyezdlar harakati mavjud bo‘lgan temir yo‘l tugunlari va bo‘limlarida, tezyurar poyezdlar harakatida, metro liniyalari tizimni qo‘llash mumkin bo‘lgan sohalardir.

“Dialog” DM tizimi qurilmalari markaziy post va chiziqli (ijro etuvchi yoki nazorat) punktlari o‘rtasida dupleks yoki yarim dupleks tezkor axborot almashajigan zamonaviy telemexanika tizimini o‘z ichiga oladi.

“Dialog” DM tizimi boshqa tizimlar bilan birgalikda ishlash qobiliyatiga ega va quyidagi asosiy funksiyalarni bajaradi:

- yo‘l obyektlarining, energiya ta‘minot manbalarining holatini va harakat tarkibining hajmini aniqlash;
- poyezdlarning harakatini boshqarish, hamda stansiya va peregonidagi signallashtirish, markazlashtirish va blokirovka (SMB) obyektlarining holatini;
- chiziqli punktlarga javobgar buyruqlarni shakllantirish va uzatish;
- “Dialog” DM tizimidan hozirgi “O‘TY” AJ tarkibida bo‘lgan, “Yagona dispetcherlik markazidagi” 11 ta dispetcherlik uchastkalarida foydalanilmoqda.

“Yagona dispetcherlik markazidagi” uchastkalarni boshqarish konsentratsiyasida ma‘lumotlar bazalari, poyezd holatidagi mumkin bo‘lgan o‘zgarishlarni modellashtirish va bashorat qilish vositalari, turli xil tezkor xizmatlar dispetcherlarining avtomatlashtirilgan ish o‘rinlari (AIO‘), shu jumladan ma‘lumotlarni uzatish, uni qayta ishlash va taqdim etishning yuqori unumdorli va samarali vositalaridan foydalanish kerak. Markazlashtirilgan dispetcherlik uchun boshqarish va nazorat qilish obyektlari sifatida, chiziqli punktlarning qurilmalariga bevosita yoki bilvosita bog‘liq bo‘lgan stansiyalar va peregonlardagi mahalliy avtomatika tizimlari hisoblanadi. Ushbu tizimni ierarxik tuzilmaga asoslangan holda qurishda, funksiyalarni boshqarish darajalari o‘rtasidagi texnik vositalarning yuklamalari mezonlari bo‘yicha oqilona taqsimlash, ularning yuqori

ishonchliligi va samaradorligini, boshqaruv tizimining funksiyalari bo'yicha turg'un qolishini ta'minlash imkoniyati yaratiladi.

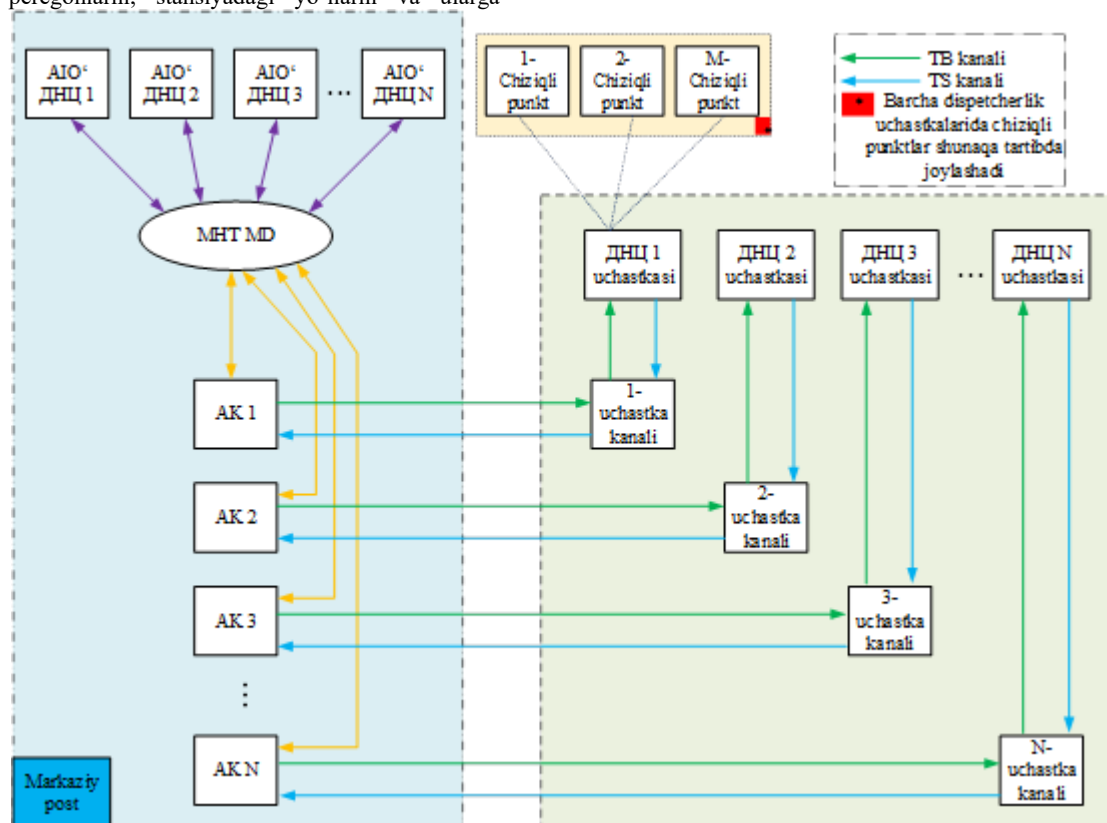
O'zbekiston Respublikasi temir yo'llaridan texnikaviy foydalanish qoidalariga muvofiq markazlashtirilgan dispetcherlik qurilmalari quyidagilarni ta'minlashi kerak:

- markaziy postdan ya'ni, "Yagona dispetcherlik markazidan" strelkalarni, signallarni va elektr markazlashtirish (EM), avtoblokirovka (AB), ajratish punkti va peregonlarning boshqa obyektlarini boshqarish;
- boshqaruv apparatida strelkali va strelkasiz uchastkalarning holatini va bandligini, peregonlarni, stansiyadagi yo'llarni va ularga

yondosh blok-uchastkalarining bandligini, bir yoʻlli peregonlarda harakat yoʻnalishini, shuningdek kirish, chiqish va marshrut svetaforlarining koʻrsatkichlarini, kesishmalarning holatini nazorat qilishini taʼminlashi;

- peregonidagi rels zanjirlarining yolgʻondan band boʻlganida, poyezd dispetcheri AIOʻdan harakat yoʻnalishini oʻzgartirish qobiliyatiga ega boʻlishi kerak.

3-rasmda markazlashtirilgan dispetcherlik tizimlarida poyezd dispetcherining (ДПЦ) uchashtasida bo'lgan stansiyalar uchun ma'lumotlarni uzatish tarmog'ining tuzilmaviy sxemasi ko'rsatilgan.



3-rasm. Markazlashgan dispetcherlik tizimining namunaviy tuzilishi

Poyezd dispetcheri tomonidan quyidagi nazoratlar amalga oshirilishi zarur:

- strelkalar holati;
- izolyatsiyalangan uchastka va stansiya yo‘llarining bandligini;
- stansiyalarda svetaforlarning ruxsat beruvchi ko‘rsatkichini;
- marshrutlarni o‘rnatilishini;
- o‘rnatilgan marshrutlarni bekor qilinishini;
- strelkalarni mahalliy boshqaruvga o‘tkazishni;
- uchastkadagi stansiyalarni xazira, mavsumiy yoki avtonom boshqaruvga o‘tkazishni;
- seksiyani sun‘iy ajratishni va boshqalar.

DHIQning ishi quyida keltirilgan muammolarni hal qilish jarayoni hisoblanadi:

- uchastkadagi poyezd ishlarining joriy holatini baholash va prognoz qilish. DHIQ navbatchilikni qabul qilish vaqtida hal qilinadi, keyin uchastkada sodir boʻladigan turli vaziyatlarga, texnik vositalarning soz yoki nosozligiga, poyezdlar

haqida va ularning haqiqiy vaziyatiga, lokomotivlar va lokomotiv brigadasining ishlash qobiliyatiga, mahalliy ishlar nng bajarilishiga qarab o'zgaradi. ДНЦ dastlab nizoli vaziyatlarni hal qilishning optimal usulini tanlaydi, transport hajmini aniqlaydi va poyezdlarning yondashuvlarini rejalashtiradi;

- uchastka bo'ylab poyezdlarning o'tishini rejalashtirish. ДНЦ qo'shni uchastkalarining ДНЦlaridan, o'zining uchastkasidagi stansiya navbatchilaridan (ДСП), tortish dispetcheri va MTU navbatchisidan olinadigan ma'lumotlardan hulosal qiladi. ДНЦ harakat jadvalidan og'adigan poyezdni belgilaydi, uchastkadan poyezd o'tish rejasini tuzadi, poyezdlar harakat jadvalida belgilaydi, ДСПlarning ishini to'g'rilaydi;
- mahalliy ishlarni tashkil etish. ДНЦ uchastka bo'ylab mahalliy poyezdlar va lokomotivlarning o'tishi uchun ilgari tuzilgan rejani amalga oshiradi.



Zamonaviy markazlashtirilgan dispetcherlik tizimlarining tarkibi, o'zaro ma'lumotlar almashinish orqali bog'langan va bir-birini to'ldiradigan bir qator quyi tizimlar bilan boyitilgan bo'lishi kerak. Yuqori darajadagi axborotlarni yetkazuvchi va himoyalangan ma'lumotlarga ega bo'lgan telemexanika quyi tizimi dispetcherlik boshqaruvni avtomatlashtirishning eng muhim qismi sanaladigan texnik asosidir. Markazlashtirilgan dispetcherlik tizimlarida telemexanik qurilmalarni qurish uchun turlicha tamoyillar va tuzilmalardan, ma'lumotlarni almashish uchun esa, turli xil ko'rinishdagi protokollardan va uni kodlash usullaridan foydalanadi. Yakdil yondashuvni shakllantirish va har hil ko'rinishdagi markazlashtirilgan dispetcherlik tizimlari bilan barqaror ishlashini ta'minlash uchun markaziy postdagi va chiziqli punktdagi qurilmalar o'rtasida standartlashtirilgan xabar almashish protokollaridan foydalanish talab qilinadi.

Yuqoridagi talablarni amalga oshirish uchun chiziqli punkt qurilmasi sifatida foydalaniladigan mikroprotessorli kontroller poyezdlar harakat xavfsizligi talablariga javob berishi, diskret signallarning holatini nazorat qilish uchun yetarlicha boshqariladigan kirish va chiqishlarni mavjud bo'lishi, kerakli xotiraga va yuqori tezlikka ega bo'lishi kerak. Bundan tashqari, EM tizimi bilan markazlashtirilgan dispetcherlik tizimini bog'lash uchun portlarga ega bo'lishi, kengayish va integratsiya qilish imkoniyatini ta'minlashi kerak. Avtomatlashtirilgan dispetcherlik boshqaruv tizimlarida poyezdlar harakati xavfsizligini ta'minlash alohida quyi tizimga ajratilmagan, lekin har bir funksional, texnik va dasturiy ta'minot quyi tizimi tomonidan bajariladigan majburiy vazifadir[3]. Markazlashtirilgan dispetcherlik tizimlarida xavfsizlikni ta'minlash metodlari alohida uch qismdan iborat bo'ladi: markaziy post uskunolari, axborot uzatish kanallari, chiziqli punkt qurilmalari.

3. Xulosa

Markazlashtirilgan dispetcherlikning releli va yarimo'tkazgichli elementlardan tashkil topgan tizimlaridan, mikroprotessorli tizimlarga o'tishi dastlab iqtisodiy ko'rsatkilarni yaxshilaydi. Releli tizimlarning imkoniyatlarini oshiradi. Mikroelektron va kompyuter texnologiyalaridan foydalanish natijasida xavfsizlik oshiriladi. EM va avtoblokirovka qurilmalaridagi xavfsiz nosozliklar sodir bo'lganida, xavfsizlik qisman ta'minlanadi. Markazlashtirilgan dispetcherlikning mikroprotessorli tizimlari stansiya va peregon obyektlarini bevosita yoki bilvosita boshqarish bilan bog'liq bo'lgan minimal zarur funksiyalar to'plamini amalga oshiradi, shuningdek dasturiy ta'minot yordamida ularni sezilarli darajada kengaytiradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] G. J. Kuepper, "150 Years of Train-Disasters - Practical Approaches for Emergency Responders," in 9-1-1 Magazine, September/October issue, 1999, pp. 30-33.
- [2] Никитин А.Б., Болтаев С.Т., Глыбовский А.М. Особенности реализации функций электрической централизации для высокоскоростных поездов на

линиях смешанного движения. Известия ПГУПС - Санкт-Петербург: ПГУПС, 2016. – № 2. – С. 215-228.

[3] Абдрасов, С. С., & Кушекова, А. Е. Анализ систем диспетчерской централизации. ГЫЛЫМИ ХАБАРШЫСЫ ВЕСТНИК НАУКИ - Костанай: КСТУ, 2011. – № 3. – С. 8-15.

[4] Никитин А. Б., Манаков А. Д., Болтаев С.Т. Модернизация перегонных систем для организации высокоскоростного движения на основе RFID-технологии. Бюллетень результатов научных исследований ПГУПС, - Санкт-Петербург: ПГУПС, 2018. – № 1. – С. 132-142.

[5] Muhiddinov, O., & Boltayev, S. (2023). Route management modeling of high-speed trains on the train dispatcher section. In E3S Web of Conferences (Vol. 376). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337604033>.

[6] Болтаев С.Т., Мухиддинов О.О., Хокимжонов М.Ю. (2023). "Ўзбекистон темир йўллари" АЖ таркибидаги диспетчерлик марказлаштириш тизимларининг таҳлили. Транспортда ресурс тежамкор технологиялар, - Тошкент: ТДТУ, 2021. – С. 368-373.

[7] Baratov, D., Aripov, N., Muhiddinov, O., & Jumanov, X. (2022). A Model of Electronic Document Management of Technical Documentation for Railway Automation. In Lecture Notes in Mechanical Engineering (pp. 481–492). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9_40.

[8] Baratov, D., Aripov, N., Mukhiddinov, O., & Jumanov, K. (2022). Automating the Process of Accounting and Control Devices of Railway Automatics and Telemechanics. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2432). American Institute of Physics Inc. <https://doi.org/10.1063/5.0089758>.

[9] Muhiddinov O.O. Dispetcherlik boshqaruvdagi oraliq stansiyalarda marshrutlarni avtomatik sozlash. Transportda resurs tejamkor технологиялар, - Тошкент: ТДТУ, 2021. – С. 368-373.

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

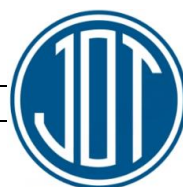
Boltayev Sunnatillo	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomatika va telemexanika"
Tuymurodovich /	kafedra mudiri. t.f.n. professor. E-mail: sunnat_3112@list.ru
Boltayev Sunnatillo	Tel.: +998909571088
Tuymurodovich	https://orcid.org/0000-0001-7289-7820
Muhiddinov Obidjon	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomatika va telemexanika"
Omonjon o'g'li /	kafedra tayanch doktoranti. E-mail: muhiddinovobidjon@gmail.com
Muhiddinov Obidjon	Tel.: +998919229393
Omonjon ugli	https://orcid.org/0000-0003-2352-7473
Jonikulov Egamberdi	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomatika va telemexanika"
Shavkat o'g'li /	kafedra tayanch doktoranti. E-mail: egamberdijonikulov@gmail.com



Jonikulov	Tel.: +998911022797
Egamberdi	https://orcid.org/0000-0002-1130-0522
Shavkat ugli	

Raxmonov	Toshkent davlat transport universiteti
Bobomurod	“Avtomatika va telemexanika”
Baxtiyorovich /	

Rakhmonov	kafedrası	v.b.	dotsenti
Bobomurod	E-mail: bbrakhmonov@inbox.ru		
Bakhtiyorovich	Tel.: +998935032563		
	https://orcid.org/0000-0002-3666-6600		



Development of a traffic flow prediction and analysis model based on the Kolmogorov-Arnold Network (KAN) architecture

K. SH. Tashmetov¹^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This research study examines architectures and models for predicting and analyzing road traffic flows, with a focus on the Kolmogorov-Arnold KAN architecture. The study highlights the differences between this architecture and traditional machine learning architectures and compares their effectiveness. The main theorems and formulas of the KAN architecture are presented, and their theoretical foundations are explained. The results obtained based on the KAN model are reviewed during the study, and conclusions are drawn from these results. During the training process, the model showed 87% accuracy, while its accuracy in real-world predictions was found to be in the range of 87–90%. As a result, the researchers put forward the issue of further improving the KAN model and identified future development directions.

Keywords: Traffic flow, traffic intensity, transportation system, predictive model, artificial intelligence, Kolmogorov-Arnold network, machine learning, deep machine learning, multilayer perceptron

Kolmogorov-Arnold Network (KAN) arxitekturasida transport oqimining bashorat va tahlil modelini ishlab chiqish

Tashmetov K. SH.¹^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot ishida yo'l transport oqimlarini bashorat qilish va tahlil etishga oid arxitekturalar va modellar o'rganilgan bo'lib, bunda asosiy urg'u Kolmogorov-Arnoldning KAN arxitekturasiga qaratilgan. Tadqiqotda ushbu arxitekturaning an'anaviy mashinani o'qitish arxitekturasidan farqlari keltirilib, ularning samaradorligi taqqoslangan. KAN arxitekturasining asosiy teoremlari va formulalari keltirilib, ularning nazariy asoslari yoritilgan. Tadqiqot davomida KAN modeli asosida olingan natijalar ko'rib chiqilgan va ushbu natijalarning xulosalari keltirilgan. O'qitish jarayonida model 87% aniqlikni ko'rsatgan bo'lsa, haqiqiy sharoitdagi bashoratlarda uning aniqligi 87–90% oralig'ida aniqlangan. Natijada, tadqiqotchilar tomonidan KAN modelini yanada takomillashtirish masalasi ilgari surilgan va kelgusidagi rivojlantirish yo'nalishlari belgilangan.

Kalit so'zlar: Transport oqimi, transport intensivligi, transport tizimi, bashorat modeli, sun'iy intellekt, Kolmogorov-Arnold tarmog'i, mashinani o'qitish, mashinani chuqur o'qitish, ko'p qatlamli perseptron

1. Kirish

O'zbekistonda transport infratuzilmasi mamlakatning iqtisodiy va ijtimoiy rivojlanishida muhim rol o'ynaydi. Shaharlardagi aholining ortib borishi va transport vositalarining ko'payishi natijasida yo'llardagi tirbandliklar va transport oqimlarini samarali boshqarish muammosi dolzarb masalaga aylandi. Buning oqibatida nafaqat iqtisodiy zararlar, balki ekologik muammolar va insonlarning hayot sifati ham yomonlashmoqda [1].

Mamlakatda transport oqimlarini boshqarish masalasi yo'llarni kengaytirish yoki yangi yo'llar qurish bilan cheklanmaydi. Zamonaviy sharoitlarda intellektual transport tizimlarini joriy etish orqali transport oqimlarini boshqarish samaradorligini oshirish lozim. Bu borada sun'iy intellekt (SI) texnologiyalari yangi imkoniyatlar eshigini ochmoqda [1,2].

O'zbekistonda hozirgi kunda mavjud transport boshqaruvi tizimlari asosan an'anaviy uslublarga tayanadi. Ammo rivojlanayotgan shaharlardagi tirbandliklarni samarali boshqarish uchun SI asosidagi yechimlarga ehtiyoj

kuchaymoqda. Sun'iy intellekt asosida transport tizimlarini avtomatlashtirish va yo'l harakati oqimlarini real vaqt rejimida boshqarish orqali yo'l transport hodisalarini kamaytirish, harakatlanish vaqtini qisqartirish va yonilg'i sarfini optimallashtirishga erishish mumkin.

O'zbekiston hukumati va transport sohasidagi mas'ul tashkilotlar ilg'or texnologiyalarni joriy etish va xalqaro tajribalardan foydalanish orqali transport tizimlarini rivojlantirishga e'tibor qaratmoqda. Bu borada yo'llarga o'rnatilgan aqlli svetoforlar, transport datchiklari, va yo'lovchi oqimlarini kuzatish tizimlari kabi elementlar bosqichma-bosqich kiritilmoqda. Ushbu qadamlar, shubhasiz, mamlakat transport infratuzilmasining raqobatbardoshligini oshiradi va xalqning turmush darajasini yaxshilaydi.

Jahon miqyosida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, transport boshqaruvida SI texnologiyalarining qo'llanilishi harakatning dinamikasini oldindan bashorat qilish va optimal marshrutlarni aniqlashda katta imkoniyatlar yaratadi. Mashinani o'qitish (Machine Learning) va chuqur o'rganish (Deep Learning)

^a <https://orcid.org/0000-0001-9793-8836>



texnologiyalari real vaqtda ma'lumotlarini tahlil qilish orqali transport oqimlarini nazorat qilish, tirbandliklar vaqtini kamaytirish va yo'llardagi xavfsizlikni oshirish uchun ishlatiladi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Adabiyotlar sharhida ko'plab model va arxitekturalar tahlil qilinadi, jumladan, sun'iy neyron tarmoqlari (Artificial Neural Networks – ANN) [3,4], vaqt ketma-ketligi modellar RNN (Recurrent Neural Networks) [5], LSTM (Long Short-Term Memory) va GRU (Gated Recurrent Unit) kabi ilg'or arxitekturalar [6–8]. Ushbu model va arxitekturalar transport oqimlaridagi murakkab belgilarini aniqlash va bashorat uchun ishlatiladi.

Shuningdek, transport oqimlarini bashorat etishda va boshqarishda Kolmogorov-Arnold tarmog'i (KAN) kabi innovatsion yondashuv paydo bo'ldi [9–11]. Ushbu arxitekturaning afzalliklari uning oddiy strukturada kuchli hisoblash imkoniyatlarini ta'minlashidadir. KAN arxitekturasida murakkab ma'lumotlarni qayta ishlash va bashoratda yuqori aniqlik ko'rsatkichlariga ega bo'lib, transport oqimlarini samarali boshqarish uchun o'ziga xos yechim hisoblanadi. KAN sun'iy intellekt va matematik tahlilning yangi yondashuvlaridan biri sifatida namoyon bo'lmoqda. Ushbu arxitekturaning asosiy g'oyasi murakkab funksiyalarni oddiy funksiyalar yig'indisi sifatida ifodalashdir.

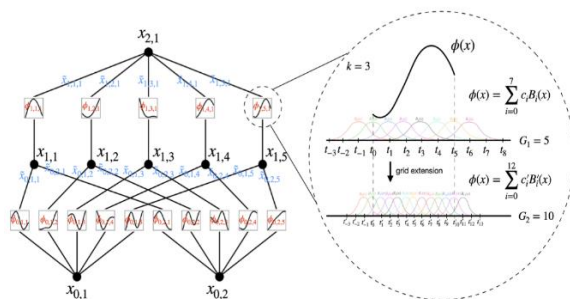
KAN arxitekturasida A. N. Kolmogorovning murakkab funksiyalarni bir nechta oddiy funksiyalar yig'indisi sifatida ifodalash mumkinligi haqidagi teoremasiga asoslanadi. V. I. Arnold esa bu yondashuvni yanada rivojlantirib, uni amaliy jihatdan qo'llashga oid natijalarni keltirib chiqardi. Ushbu teorema quyida (1) ifodada keltirilgan.

$$f(\mathbf{X}) = f(x_1, \dots, x_n) = \sum_{q=1}^{2n+1} \Phi_q \left(\sum_{p=1}^n \Phi_{q,p}(x_p) \right) \quad (1)$$

bu yerda $f(\mathbf{X})$ - maqsadli ko'p o'lchovli funksiya, $\Phi_{q,p}: [0, 1] \rightarrow \mathbb{R}$ - bir o'lchovli funksiyalar, $\Phi_q: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ - $\Phi_{q,p}(x_p)$ ning natijalariga qo'llaniladigan funksiyalar.

KAN arxitekturasida asosan, ilmiy tadqiqotlarda murakkab funksiyalarni tushunish va ularning ta'sirini o'rganishda foydalaniladi. Uning transport yoki boshqa sohalaridagi qo'llanilishi esa keyinchalik paydo bo'lgan qo'shimcha tadqiqotlar va yondashuvlar natijasida kengaydi.

Kolmogorov-Arnold teorema asosida qurilgan, ikkita kirish parametriga ega neyron tarmog'i quyida keltirilgan arxitekturaning xosil qiladi (1-rasm).



1-rasm. KAN neyron tarmog'ining arxitekturasida [9]

Tadqiqotchilar bu yerda perseptron modeliga o'xshash tarzda, har bir qatlamda o'rgatiladigan obyektning matritsasini qurish mumkinligini ta'kidladilar. Faqat bu holatda bu sonlar emas, balki funktsiyalar bo'ladi. Buning asosida quyida keltirilgan ifoda ishlab chiqilgan (2).

$$\text{KAN}(\mathbf{X}) = \Phi_{L-1} \circ \dots \circ \Phi_1 \circ \Phi_0 \circ \mathbf{X} \quad (2)$$

Bu yerda Φ - KAN tarmog'ining L - qatlamga mos keladigan funktsiya matritsasi.

Yuqoridagi (2) ifodani (1) ifodaga o'xshash ko'rinishda yozishimiz mumkin, buning uchun chiqish o'lchami $n_L = 1$ va $f(\mathbf{x}) \equiv \text{KAN}(\mathbf{x})$ deb aniqlasak (3) ifodani hosil qilamiz.

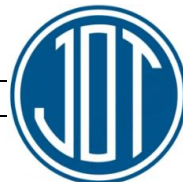
$$f(\mathbf{x}) = \sum_{i_{L-1}=1}^{n_{L-1}} \Phi_{L-1, i_{L-1}} \left(\sum_{i_{L-2}=1}^{n_{L-2}} \dots \left(\sum_{i_2=1}^{n_2} \Phi_{2, i_2} \cdot \left(\sum_{i_1=1}^{n_1} \Phi_{1, i_1} \cdot \left(\sum_{i_0=1}^{n_0} \Phi_{0, i_0}(x_{i_0}) \right) \right) \right) \right) \quad (3)$$

Bu yerda boshqa masala vujudga keladi ushbu arxitekturani an'anaviy ko'p qatlamli perseptron (MLP) dan qanday afzalliklari va kamchiliklar borligi ko'pchilik izlanuvchilarda ushbu arxitekturaga qiziqish uyg'otdi va tadqiqotlar natijasi shuni ko'rsatdi:

- KAN arxitekturasida MLPga nisbatan ma'lumotlarni umumlashtirishda yaxshiroq natijalarni berdi.
- KAN da parametrlar (sonlarni) emas balki funksiyalarni o'rgatganimiz uchun uning aniqligini oshirish uchun yaqinlashish panjarasini o'zgartirish yo'li bilan yaxshilash mumkinligi va bu modelni qaytadan o'qitish talab etmasligi aniqlandi. MLPda esa neyron tarmog'ini har gal boshidan o'qitish talab etilgan bo'lar edi.
- KAN arxitekturasida MLP nisbatan soda va tushunishga oson. Bu hozirgi kunda neyron tarmoqlarini tushunishda katta ahamiyat kasb etadi.
- KAN murakkab matematik funksiyalarni yaqinlashtirishda yaxshiroq ishlaydi. Tadqiqotlar KANning differensial tenglamalarni samaraliroq hal qilishini va fizika va matematikaning qonunlarini qayta "kashf etishini" ko'rsatdi.
- KAN arxitekturasining asosiy kamchiligi u, MLPga nisbatan taxminan 10 marta sekinroq o'qitiladi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatmoqdaki, KAN arxitekturasida an'anaviy MLP arxitekturasiga nisbatan muayyan ustunliklarga ega. Buning sababi shundaki, KAN arxitekturasida o'ziga xos strukturadan foydalanib, kiruvchi ma'lumotlarni chuqurroq va aniq tarzda o'rganishga qodir. Uning differensial tenglamalarni yechishdagi ustunligi ilmiy muammolarni hal qilishda kengroq qo'llanilish imkonini beradi. Bu esa ilm-fanning turli sohalarida, masalan, transport oqimlarini bashorat etishda, muhandislik hisob-kitoblari va tabiiy tizimlarni modellashda samarali qo'llaniladi.

Biroq, KANning resurslarga talabchanligi va o'qitish tezligining sekinligi uni katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlashda cheklab qo'yishi mumkin. Shuning uchun, ushbu arxitektura va MLP o'rtasidagi tanlov muayyan amaliy vazifalarga bog'liq: yuqori aniqlik va murakkab vazifalar



uchun KAN afzalroq, oddiy, lekin tez natijalar uchun esa MLP ko'proq mos keladi.

KAN va MLP arxitekturalarining ushbu farqlari ularni turli kontekstlarda tadqiq qilish va tanlashda muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

Masalaning qo'yilishi

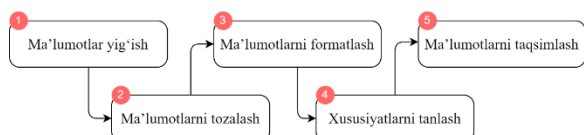
Ushbu ishda bizning tadqiqot obyektimiz sifatida transport harakat oqimi olingan bo'lib, bu oqimning intensivligini bashorat etish masalasi qo'yilgan. Masalada mashinani o'qitishning ustoz bilan o'qitish usuli qo'llanilgan bo'lib, $\{x_i, y_i\}$ berilgan bundan shunday f ni topish kerakki $y_i = f(x_i)$ har bir nuqtasida qanoatlantirishi kerak. (1) ifodadan shu ma'lumki agar $\Phi_{q,p}$ va Φ_q bir o'lchovli funksiyani topsak shuning o'zi kifoya [9].

Ma'lumotlarni shakllantirish jarayoni

KAN modelidan samarali foydalanishda ma'lumotlarni shakllantirish jarayoni juda muhim. Ma'lumotlar tayyorlash jarayoni quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi (2-rasm).

Ushbu jarayon transport oqimini bashorat qilish uchun KAN modelining muvaffaqiyatli qo'llanilishini ta'minlaydi. Ma'lumotlarni to'g'ri shakllantirish modelning aniqligini va umumiy ishlash samaradorligini oshiradi.

Transport oqimlari haqida ma'lumotlarni shakllantirishda statistik usullardan foydalangan holda, ma'lumotlar sanash orqali yo'ldan yig'ildi.



2-rasm. Ma'lumotlarni shakllantirish bosqichlari

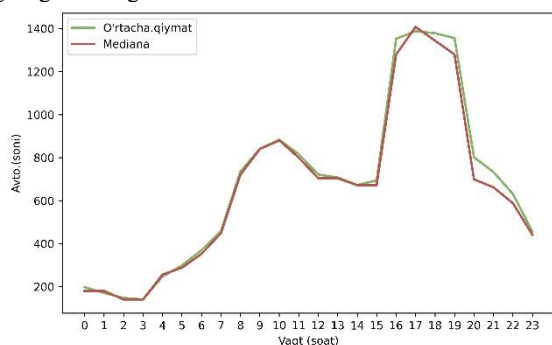
Shakllangan ma'lumotlarni quyida keltirilgan 1-jadvaldan ko'rish mumkin.

1-jadval

Jamlangan ma'lumotlar

index	veh.	day	week	month	hour
0	362	1	7	1	0
1	345	1	7	1	1
2	332	1	7	1	2
3	280	1	7	1	3
...	...	..	..	..	..

Yuqorida keltirilgan 1-jadvaldagi ma'lumotlarni grafik ko'rinishda namoyon qiladigan bo'lsak, 3-rasmga keltirilgan chizmani hosil qilamiz. Ushbu chizmada 6 oy davomida harakatlangan mashinalarni o'rtachasi va medianasining grafigi keltirilgan.



3-rasm. Mashinalar intensivligi grafigi

3. Tadqiqot jarayoni va natijasi

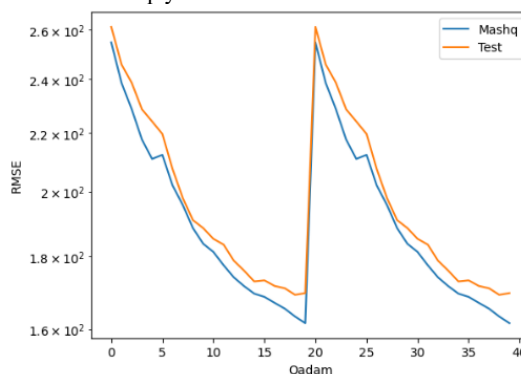
Ma'lumotlar kerakli ko'rinishda va aniqlikda shakllangandan so'ng, KAN arxitekturasida bashorat modeli ishlab chiqiladi. KAN modleni qurish ham bir necha bosqichlardan iborat bo'lib ular quyida, 4-rasmga keltirilgan.



4-rasm. KAN modelni shakllantirish va tekshirish bosqichlari

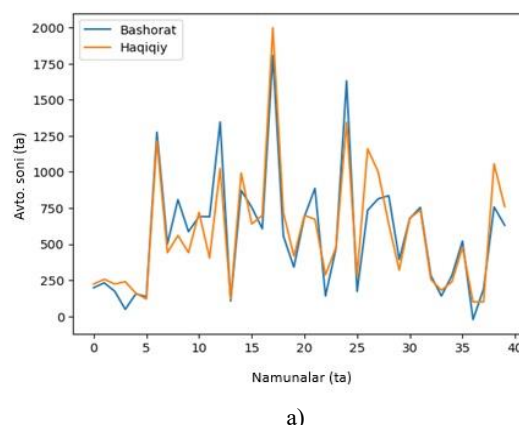
Modelni o'qitish bosqichida modelning arxitekturasini shakllantirilib, bunda qatlamlar soni, neyronlar soni va funksiyalar tanladi. Bizning ishimizda tanlangan qatlamlar soni $\{4, 17, 1\}$ ko'rinishida tanlandi. Tanlangan arxitekturada modelimizning o'qitish jarayonidagi aniqligi 87% ni tashkil etdi. Bu bashorat modeli uchun yaxshi ko'rsatkich bo'lib, uni modelni validatsiya jarayonida va o'qitish jarayonida qo'llanilmagan ma'lumotlar yordamida tekshirilganda ushbu modelning aniqligi 87-90% tashkil etdi.

Modelimizni `train_losses` va `test_losses` o'rganish ko'rsatkichlarni quyida 5-rasmga ko'rish mumkin.

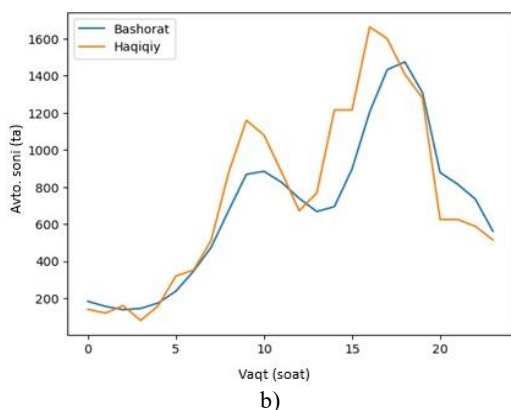


5-rasm. Modelni o'qitish jarayonida `train_losses` va `test_losses` ko'rsatkichlari grafigi.

Modelimizning bashorat grafiglarini quyida keltirilgan 6-rasmga ko'rish mumkin.



a)



6-rasm. Modelning bashorat grafigi. a-validatsion ma'lumotlar yordamida olingan bashorat grafigi. b – modelni o'qitishda qo'llanilmagan ma'lumotda olingan bashorat grafigi

4. Xulosa

Ushbu tadqiqotda Kolmogorov-Arnold Networks (KAN) modeli transport oqimlarini bashorat qilishda yuqori samaradorlikka ega ekanini aniqlandi, chunki u murakkab, noaniq va yuqori o'lovli ma'lumotlar samarali tahlil qilib, ishonchli natijalar ko'rsatdi.

Tadqiqot davomida ishlab chiqilgan KAN modeli o'quv jarayonida bashoratni 87% aniqlikda ko'rsatgan bo'lsa, haqiqiy ma'lumotlar asosida tekshirilganda bu ko'rsatkich 87-90% oralig'ida bo'lgan. Ushbu natijalar bashoratning yuqori sifatli ekanini tasdiqlaydi va KAN modelining transport oqimlarini tahlil va bashorat qilishda samarali model ekanini ko'rsatadi.

Tadqiqot natijalariga asoslanib, KAN modelining natija aniqligini boshqa bashorat modellari bilan taqqoslash orqali uning afzalliklari va kamchiliklarini aniqlash kerakligini ko'rsatdi. Bu esa KAN modelining transport oqimlarini bashorat qilishdagi ustun jihatlari ochib berishga va uni yanada takomillashtirish uchun zaruriy yo'nalishlarni belgilashga yordam beradi.

Ushbu modelni yanada rivojlantirish maqsadida o'qitish parametrlarini optimallashtirish, ma'lumotlar to'plamlarini kengaytirish va arxitekturasini qayta ko'rib chiqish zarur. Shunday o'zgartirishlar transport oqimlarini bashorat qilish jarayonini yanada aniq va samarali qilishi mumkin degan xulosalarga kelindi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Jamoliddin o'g'li N.N., Sodiqovich Y.S. RESPUBLIKAMIZDA TRANSPORT OQIMINI TASHKIL ETISHDA INTELLEKTUAL TRANSPORT TIZIMLARINING QO'LLANILISHI // ZAMONAVIY ILM-FAN VA TADQIQOTLAR: MUAMMO VA YECHIMLAR. 2024. Vol. 1, № 1. P. 25–30.
- [2] Ibrohimjonovna D.M. TRANSPORT TIZIMIDA INTELLEKTUAL BILIMLARNI QO'LLASH SALOHİYATI // Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. 2024. Vol. 12, № 2. P. 160–164.
- [3] Chen C. et al. Traffic Flow Prediction Based on Deep Learning in Internet of Vehicles // IEEE Trans. Intell. Transport. Syst. 2021. Vol. 22, № 6. P. 3776–3789.
- [4] Boukerche A., Tao Y., Sun P. Artificial intelligence-based vehicular traffic flow prediction methods for supporting intelligent transportation systems // Computer Networks. 2020. Vol. 182. P. 107484.
- [5] Belhadi A. et al. A recurrent neural network for urban long-term traffic flow forecasting // Appl Intell. 2020. Vol. 50, № 10. P. 3252–3265.
- [6] Oliveira D.D. et al. Forecasting vehicular traffic flow using MLP and LSTM // Neural Comput & Applic. 2021. Vol. 33, № 24. P. 17245–17256.
- [7] Hussain B. et al. Intelligent Traffic Flow Prediction Using Optimized GRU Model // IEEE Access. 2021. Vol. 9. P. 100736–100746.
- [8] Wang S. et al. Truck Traffic Flow Prediction Based on LSTM and GRU Methods With Sampled GPS Data // IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 208158–208169.
- [9] Liu Z. et al. KAN: Kolmogorov-Arnold Networks: arXiv:2404.19756. arXiv, 2024.
- [10] Vaca-Rubio C.J. et al. Kolmogorov-Arnold Networks (KANs) for Time Series Analysis: arXiv:2405.08790. arXiv, 2024.
- [11] Genet R., Inzirillo H. TKAN: Temporal Kolmogorov-Arnold Networks: arXiv:2405.07344. arXiv, 2024.

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

Tashmetov Komoliddin Shuxrat o'g'li / Tashmetov Komoliddin Shukhrat ugli	Toshkent davlat transport universiteti "Transportda axborot tizimlari va texnologiyalari" kafedrası PhD tayanch doktranti. E-mail: tashmetov1993@gmail.com Tel.: +998(90) 929 80 69 https://orcid.org/0000-0001-9793-8836
--	--



Modeling of fluid leakage processes from channels

A.J. Obidjonov¹^a, A. Ibadullaev¹^b, A.R. Babaev¹^c, U.R. Chorshanbiev¹^d

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: Liquid leakage through channels is one of the urgent problems of hydraulics and hydraulic engineering, modeling this process is important for determining the liquid flow, optimizing the coating of the channel walls, reducing environmental and economic losses. This review analyzes studies based on various approaches and methods. Modern studies suggest analyzing these factors through mathematical and numerical modeling. In particular, creating equations that accurately reflect filtration processes and solving them using numerical methods opens up new opportunities in this area. This article discusses the main aspects of modeling the processes of liquid outflow from channels.

Keywords: Channel, hydraulics, hydraulic engineering, Darcy, liquid seepage, filtration, filtration rate in soils

Kanallardan suyuqlikni sizib chiqish jarayonlarini modellashtirish

Obidjonov A.J.¹^a, Ibadullayev A.¹^b, Babayev A.R.¹^c, Chorshanbiyev U.R.¹^d

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Suyuqlikning kanal devorlar orqali sizib chiqishi gidravlik va gidrotexnikaning dolzarb muammolaridan biri bo'lib, bu jarayonni model qilish suyuqlikning harakatini aniqlash, kanal devorlarining qoplamalarini optimallashtirish, hamda ekologik va iqtisodiy yo'qotishlarni kamaytirish uchun muhim ahamiyatga ega. Ushbu sharhda turli yondashuvlar va usullar asosida olib borilgan tadqiqotlar tahlil qilindi. Zamonaviy tadqiqotlar ushbu omillarni matematik va raqamli modellashtirish orqali tahlil qilishni taklif etmoqda. Ayniqsa, filtratsion jarayonlarni aniq ifodalovchi tenglamalarni tuzish va ularni sonli usullar yordamida yechish bu sohada yangi imkoniyatlarni ochmoqda. Mazkur maqola kanal devorlaridan suyuqlikning sizib chiqish jarayonlarini modellashtirishning asosiy jihatlarini ko'rib chiqadi.

Kalit so'zlar: Kanal, gidravlika, gidrotexnika, Darsi, suyuqlikni sizishi, filtratsiya, filtratsiya tezligi

1. Kirish

Jahonda aholi sonining o'sib borishi, sanoatning barcha sohalari jadal suratlarida rivojlanishi, iqlim o'zgarishi kabi omillar suvga bo'lgan talabni keskin ortishiga va ayni paytda mavjud suv resurslaridan oqilona foydalanish masalalarini o'rta qo'yadi. Qishloq xo'jaligida suv resurslaridan oqilona foydalanish va yo'qotishlarni kamaytirish bugungi kunda dunyo hamjamiyati va mamlakatimizda muhim vazifalar qilib belgilangan.

Bugungi kunda mamlakatimizda suv xo'jaligida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan suv tanqisligining oldini olish, suvdan oqilona foydalanish maqsadida turli xil qonunlar, farmonlar va chora tadbirlar ishlab chiqilmoqda [1, 2]. Masalan, O'zbekiston Respublikasining "Suv va suvdan foydalanish to'g'risida"gi qonuni, quyi bo'g'inda suv resurslarini boshqarish tizimini takomillashtirish hamda suv resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish chora-tadbirlari prezident qarori, "O'zbekiston-2030" strategiyasi prezidenti farmonida suv xo'jaligiga katta e'tibor berilgan [1, 2].

"O'zbekiston-2030" strategiyasida 18,7 ming km yoki 66 % tuproq o'zanli bo'lgan magistral va xo'jaliklararo kanallarning beton qoplamali ulushini 13,1 ming kmga yoki 46 % ga yetkazish ko'zda tutilgan. Suvning behuda yo'qolishini oldini olish maqsadida turli xil usullar mavjud:

beton, temir-beton, geomembrana, tuproq zichlash, tosh yotqizish, polimer plyonkalar va boshqalar [2, 3].

Dunyo tajribasida an'anaviy usullarni o'rni anavatsiyon usullardan foydalanish keng ko'lamda rivojlanib bormoqda chunki ular kanallarining samaradorligini 0,97-0,98 gacha oshirishni ta'minlaydi. Zamonaviy innovatsiyon materiallarni fizik mexanik xossalardan kelib chiqib kanallarda qoplama sifatida foydalanishda suvning gidravlik parametrlari natijasida vujudga keladigan normal va urinma kuchlanishlarni aniqlash metodlarini yanada chuquroq o'rganish zarurati dolzarb masalalar hisoblanadi [4, 5, 6].

Kanallardan suyuqlikning sizib chiqishi muhandislik gidravlikasi va gidrotexnik inshootlar sohasida muhim muammolardan biri hisoblanadi [6, 7]. Ushbu jarayon, bir tomondan, suv resurslarining yo'qotilishiga, boshqa tomondan esa, kanal devorlarining buzilishiga va tuproqning sho'rlanishiga olib keladi. Bu salbiy oqibatlar nafaqat iqtisodiy yo'qotishlar, balki ekologik muvozanatga ham jiddiy zarar yetkazadi. Shu sababli, sizib chiqish jarayonlarini to'g'ri modellashtirish va nazorat qilish gidrotexnik inshootlarning samaradorligini oshirishda dolzarb vazifa hisoblanadi [2, 3].

Kanallar devorlarida polimer qoplamalardan foydalanish so'nggi yillarda samarali usul sifatida keng e'tirof etilmoqda. Ushbu qoplamalar gidravlik yo'qotishlarni

^a  <https://orcid.org/0000-0002-6604-0289>

^b  <https://orcid.org/0000-0002-8089-2592>

^c  <https://orcid.org/0000-0001-5045-8288>

^d  <https://orcid.org/0000-0002-6604-0289>

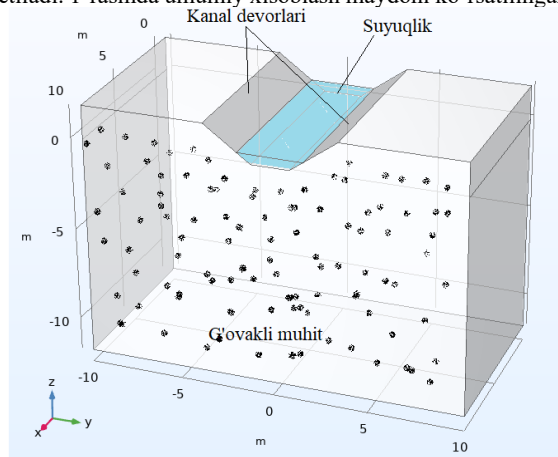


kamaytirish va suyuqlikning sizib chiqishiga qarshi chidamliligini oshirish orqali iqtisodiy va ekologik foyda keltiradi. Shu bilan birga, filtratsiya jarayonlarini sonli simulyatsiya qilish va laboratoriya sharoitida eksperimental tahlil qilish usullari bu muammoni o'rganishda yangi yondashuvlarni taklif qilmoqda.

2. Tadqiqot metodikasi

Suyuqlikning kanal devorlari orqali sizib chiqishi turli omillarga bog'liq bo'lib, bular orasida kanal devorlarining materiali, geometriyasi, gidravlik parametrlar va tashqi sharoitlar muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqotda filtratsiya jarayonlarini matematik modellash, polimer qoplamalarning samaradorligini baholash va raqamli simulyatsiya natijalari o'rtasidagi bog'liqlik tahlil qilinadi. Shu orqali sizib chiqishni kamaytirish uchun yangi texnologik yondashuvlar taklif etiladi. 1-rasmda umumiy xisoblash maydoni ko'rsatilgan.



1-rasm. Hisoblash maydoni

Birinci bo'lib oddiy turpoqdan suvni sizib chiqishini o'rganamiz (1-rasm). Kanalidagi filtratsiya masalasini o'rganish uchun Darsi qonunidan foydalanamiz.

Darsi qonuni - bu g'ovak muhit orqali suyuqlikning harakatini tavsiflovchi fundamental qonun bo'lib, u 1856-yilda fransuz muhandisi Anri Darsi tomonidan kashf etilgan [8, 9]. Ushbu qonun g'ovak materiallardan suyuqlik oqimi tezligini (yoki filtratsiya tezligini) aniqlash uchun ishlatiladi va gidrologiya, gidrogeologiya, neft qazib olish va boshqa ko'plab sohalarida keng qo'llaniladi.

Darsi qonunining matematik ifodasi. Darsi qonuni suyuqlik oqimining tezligi va gidravlik gradienti o'rtasidagi bog'liqlikni quyidagicha ifodalaydi [8, 9]:

$$u = -\frac{\kappa}{\mu}(\nabla p - \rho g) \quad (1)$$

Bu yerda:

u - filtratsion tezlik (m/s yoki boshqa birliklarda), ya'ni birlik yuzadan oqib o'tuvchi suyuqlik tezligi;

κ - g'ovak muhitning o'tkazuvchanlik koeffitsienti (m/s);

μ - suyuqlikning dinamik qovushqoqligi.

p - bosim gradienti,

ρ - suyuqlikning zichligi,

g - erkin tushish tezlanishi.

Darsi qonunining asosiy xususiyati shundaki, u suyuqlikning laminar (tartibli) harakatiga tegishli va Reynolds soni kichik bo'lgan holatlarda qo'llanadi.

3. Tadqiqot natijalari

Kanal gidravlik parametrlarini aniqlash uchun mavjud kanalda dala tadqiqotlar olib borildi. Tadqiqot davomida asosiy kattaliklar o'rganildi.

Geometriya. Kanalning balandligi: $H_{kanal}=2$ m, Suv chuqurligi: $H_{suv}=0.5$ m, Kanal ostki kengligi: $B_{ostki}=2$ m, Suvning ustki kengligi: $B_{ustki}=3.4$ m. Tuproq devorlarini va kanal tubini ham geometrik soha sifatida belgilandi, chunki filtratsiya tuproq orqali sodir bo'ladi.

Material xossalari. Tuproqning filtratsiya xossalarini hisobga olish uchun kerakli parametrlarni kiritildi: O'tkazuvchanlik (Permeability): κ (masalan, qumoq tuproq uchun $\kappa=10^{-5}$ m², gil tuproq uchun $\kappa=10^{-6}$ m²). Suvning zichligi: $\rho=1000$ kg/m³, Suvning dinamik qovushqoqligi: $\mu=0.001$ Pa/s.

Chegaraviy shartlar. Filtratsiyani modellash uchun quyidagi chegaraviy shartlar qo'yildi:

a) Kanal ichidagi suv yuzasi: Suvning bosimi erkin yuzadan pastga tuproq orqali o'tadi. Suv yuzasida bosim sharti sifatida: $p=\rho gh$, bu yerda: h - suvning chuqurligi ($h=0.5$ m), Bu qiymat suv yuzasi bilan aloqa qiluvchi tuproq chegaralariga bosim sharti sifatida o'rnatildi.

b) Tuproqning tashqi chegaralari: Tuproqning tashqi chegaralari uchun suv oqishi yo'qligi shartini qo'yildi: $u_n=0$, bu yerda n - tashqi chegara uchun normal vektor.

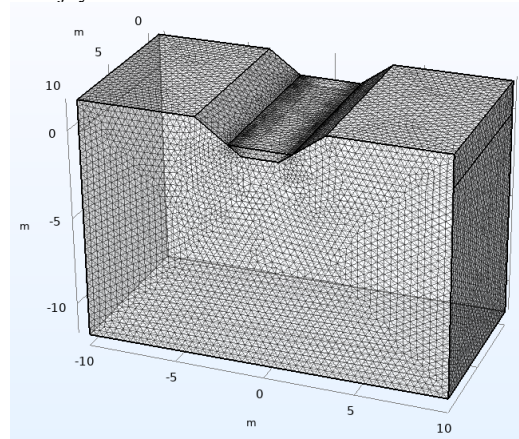
c) Kanalning tub qismi: Tuproqning filtratsiya qismi kanalning tubida ham ishlaydi. Bosim sharti kanal tubidagi suv bosimi balandligi asosida belgilandi: $p=\rho gh_{tub}$

d) Tuproq ichidagi filtratsiya: Filtratsiya tuproqning g'ovakli muhitida sodir bo'ladi. Bu hodisa (Darsi Law) orqali tavsiflanadi:

$$u = -\frac{\kappa}{\mu}(\nabla p) \quad (2)$$

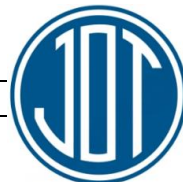
bu yerda: ∇p - bosim gradienti, u - tuproq ichidagi filtratsiya tezligi.

Boshlang'ich shartlar. Filtratsiya masalasi uchun boshlang'ich shart sifatida tuproq ichida boshlang'ich bosimni nol sifatida belgilash mumkin: $p=0$ tuproqning hamma joyida.



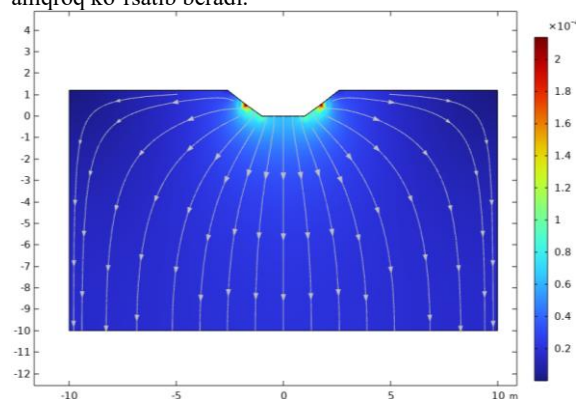
2-rasm. Hisoblash to'ri 716 425 ta tugun

Hisoblash to'ri. 2-rasmda hisoblash to'ri tasvirlangan bo'lib, u modellash jarayonida qo'llaniladigan asosiy elementlardan biridir. Hisoblash to'ri sonli simulyatsiyalarda geometrik modelni mayda elementlarga bo'lish orqali fizikaviy jarayonlarni aniqroq va batafsil tahlil qilish imkonini beradi [8, 9]. Ushbu to'ring tuzilishi va sifat darajasi hisoblash natijalarining aniqligi va ishonchligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli, hisoblash to'rini

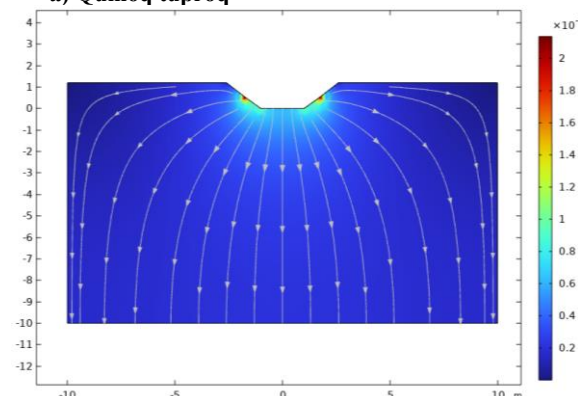


loyihalashda uning tuzilishi, o'lchami va shakllari ehtiyotkorlik bilan tanlanadi, chunki noto'g'ri qurilgan to'r hisoblash xatoliklariga yoki ortiqcha vaqt sarflanishiga olib kelishi mumkin.

Kanal oddiy tuproq bo'lgan xolda olingan natijalar tahlili. 3a,b-rasmda qumoq tuproq va gil tuproq orqali suvning sizib chiqish tezligining o'zgarishi izolinialari tasvirlangan. Ushbu rasmda suvning filtratsiya jarayoni har xil tuproq turlari uchun qanday farqlanishi vizual ravishda ko'rsatilgan. Qumoq tuproqning yuqori o'tkazuvchanligi tufayli suvning sizib chiqish tezligi yuqori bo'lib, bu tuproqning nisbatan katta g'ovakligi va kamroq zichligi bilan bog'liq. Aksincha, gil tuproq juda past o'tkazuvchanlikka ega bo'lib, suvning sizib chiqish tezligi sezilarli darajada cheklangan. Rasmda izolinialar har bir tuproq turidagi suv oqimining yo'nalishi va intensivligini aniqroq ko'rsatib beradi.



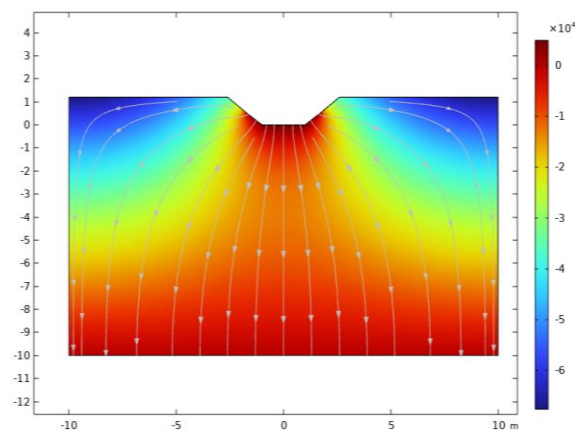
a) Qumoq tuproq



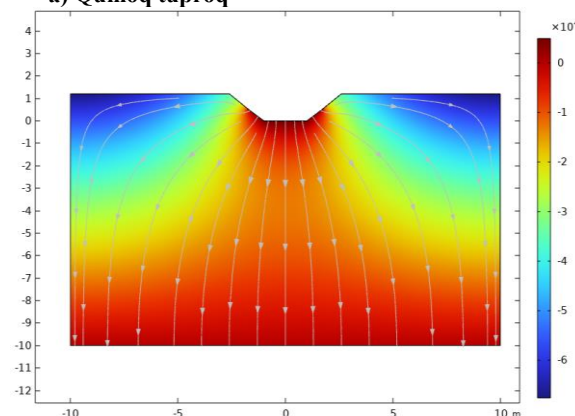
b) Gil tuproq

3-rasm. Qumoq tuproq va gil tuproq orqali suvning sizib chiqish tezligi

Ushbu natijalar suvning filtratsiya jarayoniga tuproqning tuzilishi va fizik xususiyatlari qanday ta'sir ko'rsatishini tahlil qilish imkonini beradi. 4-rasmda qumoq tuproq va gil tuproq orqali suvning sizib chiqish bosimining o'zgarishi izolinialari tasvirlangan.



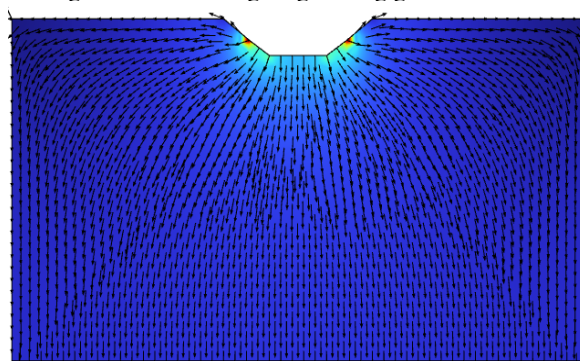
a) Qumoq tuproq



b) Gil tuproq

4-rasm. Qumoq tuproq va gil tuproq orqali suvning sizib chiqish bosimining o'zgarishi

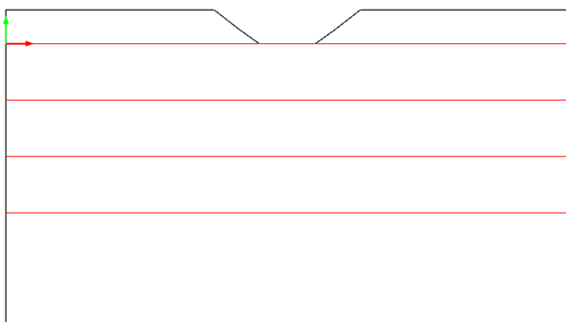
5-rasmda suyuqlikning harakati davomida tezlik vektorlarining yo'nalishlari tasvirlangan. Ushbu tasvirda tezlik vektorlarining kattaligi va yo'nalishlari harakat jarayonining turli sohalarida qanday o'zgarishini vizualizatsiya qilish mumkin. Tezlik vektorlarining yo'nalishi harakatning asosiy yo'nalishini ko'rsatadi, vektor uzunligi esa harakat tezligining kattaligiga mos keladi.



5-rasm. Suyuqlikning harakati davomida tezlik vektorlarining yo'nalishlari

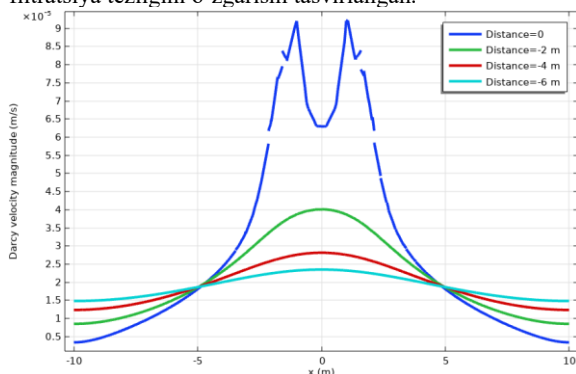
5-rasmda oqimning turbulent yoki laminar harakatiga xos xususiyatlar, oqimning turli chegaraviy shartlar yoki to'siqlar ta'sirida qanday burilishi yoki yo'nalishi o'zgarishi aniq ko'rsatilgan. Bu ma'lumot suyuqlikning kinetik xususiyatlarini, jumladan, harakat yo'nalishini tahlil qilish va oqimni boshqarish uchun muhim ahamiyatga ega. Rasm yordamida tezlik maydonining muhim hududlari, masalan, oqimning tezlashish yoki sekinlashish zonalarini aniqlanadi.

Turli xil tuproqlarda filtratsiya tezligini kesimlarda farqini bilish uchun 6-rasmda gorizontaal 4 ta kesmani ajratib olingan. Bu kesmalarni birinchisi kanalning tubidan boshlab xar 2 metr chuqurlikda olingan.

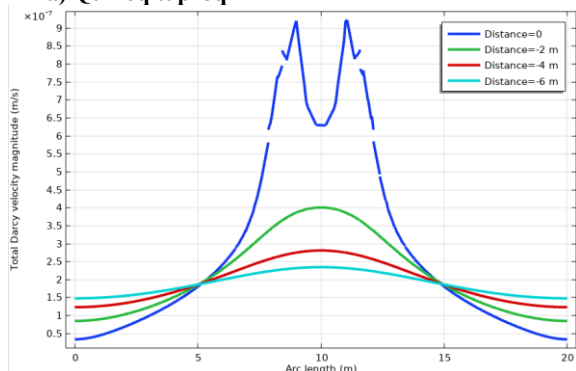


6-rasm. Ajratib olingan kesmalar

7-rasmda yuqoridagi kesmalardagi turli xil tuproqlarda filtratsiya tezligini o'zgarishi tasvirlangan.



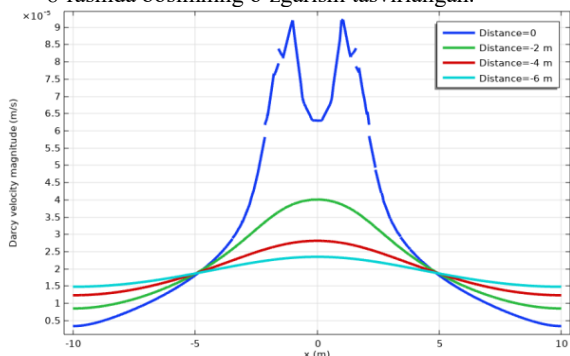
a) Qumoq tuproq



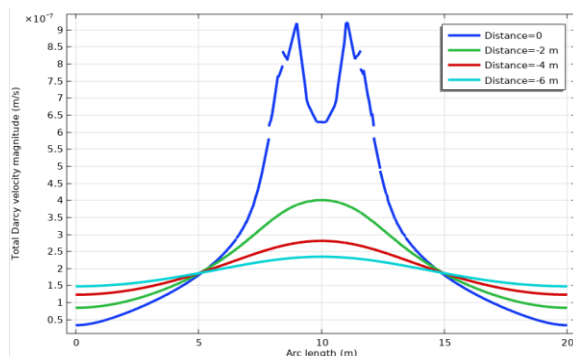
b) Gil tuproq

7-rasm. Qumoq tuproq va gil tuproq orqali suvning sizib chiqish tezligi

8-rasmda bosimning o'zgarishi tasvirlangan.



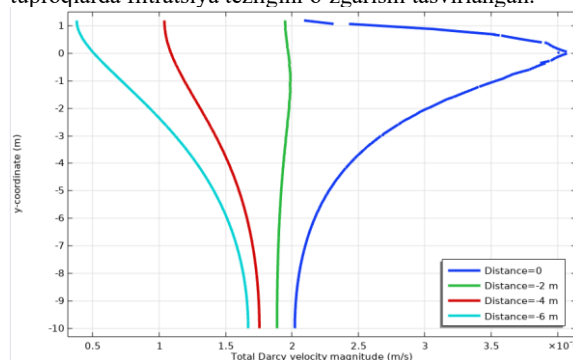
a) Qumoq tuproq



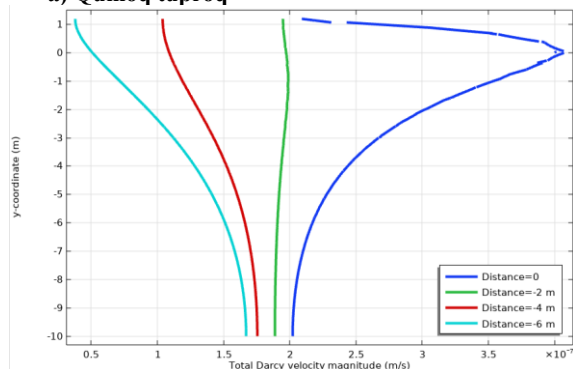
b) Gil tuproq

8-rasm. Bosimning turli kesimlarda o'zgarishi

9-rasmda yuqoridagi 4 ta vertikal kesmalardagi turli xil tuproqlarda filtratsiya tezligini o'zgarishi tasvirlangan.



a) Qumoq tuproq



b) Gil tuproq

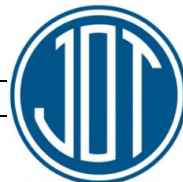
9-rasm. 4ta vertikal kesmalardagi turli xil tuproqlarda filtratsiya tezligini o'zgarishi

Yuqoridagi rasmlardan ko'rinib turibdiki filtratsiya tezligi muxitning o'tkazuvchanligiga bog'liq o'zgarar ekan.

4. Xulosa

O'lchov natijalarida kanal sizib chiqish jarayonlari modellashirilgan. Tadqiqotda filtratsiya jarayonlarini matematik modellashirish, qoplamalarning samaradorligini baholash va raqamli simulyatsiya natijalari o'rtasidagi bog'liqlik tahlil qilindi. Shu bilan birga, filtratsiya jarayonlarini sonli simulyatsiya qilish va laboratoriya sharoitida eksperimental tahlil qilish usullari bu muammoni o'rganishda yangi yondashuvlarni taklif qilindi.

Filtratsiyani modellashirish uchun quyidagi chegaraviy shartlar aniqlandi. Suyuqlik harakatining tezlik vektorlarini tahlil qilish oqimning yo'nalishi va intensivligini aniqlashga yordam berdi. Bu oqimning turli hududlarida tezlashish va



sekinlashish zonalarini ko'rsatib, suyuqlikning dinamikasini chuqurroq tushunish imkonini berdi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, 10.07.2020 yildagi PF-6024-son. O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030-yillarga mo'ljallangan konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida.
- [2] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, 11.09.2023 yildagi PF-158-son. "O'zbekiston - 2030" strategiyasi to'g'risida
- [3] Obidzhonov, A., & Babaev, A. (2023). HYDRAULIC EFFICIENCY OF COATED AND UNCOATED OPEN CHANNELS. Universum: технические науки, (10-6 (115)), 64-68.
- [4] Зайцев А.В., Пеленко Ф.В. Моделирование течения вязкой жидкости в трубе // Научный журнал СПбГУНиПТ. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств (электронный журнал) / СПбГУНиПТ. – № 1. – Март. 2012.
- [5] Скурин Л.И. Итерационно-маршевый метод решения задач механики жидкости и газа // Сиб. журн. вычисл. математики / РАН. Сиб. отд.-ние. — Новосибирск, 1998. — Т. 1, № 2. — С. 171-181.
- [6] Duc B., Wenka T., and Rodi W. Numerical Modeling of Bed Deformation in Laboratory Channels. Journal of Hydraulic Engineering, September 2004, vol. 9, pp. 894–904. 12.
- [7] Есин, А. И. (2004). Развитие теории и методов расчета стационарных и нестационарных движений воды (Doctoral dissertation, [Моск. гос. ун-т природообустройства]).
- [8] Сираев, Р. Р. (2013). Фильтрация жидкости в неоднородной пористой среде. Фундаментальные исследования, (11-3), 451-455.

[9] Пастухова, С. Е. (1998). Обоснование закона Дарси для пористой среды с условием неполного прилипания. Математический сборник, 189(12), 135-153.

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

Obidjonov Axror Jo'raboy o'g'li / Obidjonov Akhror Juraboy ugli	Toshkent davlat transport universiteti tayanch doktranti, E-mail: obidjonov0777@mail.ru Tel.: +998977103306 https://orcid.org/0000-0002-6604-0289
Ibadullayev Axmadjon / Ibadullaev Akhmadjon	Toshkent davlat transport universiteti "Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari" kafedrası professori. T.f.d. E-mail: ibadullaev1957@bk.ru Tel.: +998974805057 https://orcid.org/0000-0002-8089-2592
Babayev Askar Ruzibadalovich / Babaev Askar Ruzibadalovich	Toshkent davlat transport universiteti "Qurilish muhandisligi" fakulteti dekani. T.f.f.d. (PhD) E-mail: askar.babayev@mail.ru Tel.: +998946403792 https://orcid.org/0000-0001-5045-8288
Chorshanbiyev Umar Ravshan o'g'li / Chorshanbiyev Umar Ravshan ugli	Toshkent davlat transport universiteti "Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari" kafedrası dotsent v.b., T.f.f.d. (PhD) E-mail: umartymiq25@gmail.com Tel.: +998977103306 https://orcid.org/0000-0002-6604-0289



Possibilities of using the MPU 6050 sensor device in detecting weaknesses in railway installations

Kh.Q. Zukhrudinov ¹^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article uses the MPU 6050 sensor device to predict potential emergencies by identifying weak points in railway structures located in mountainous areas. The operating principles and characteristics of the MPU 6050 sensor device are analyzed.

Keywords: railway structure, emergency prediction, local system, structural parameter, MPU 6050 sensor, gyroscope, accelerometer

Temir yo'l inshootlaridagi zaiflik nuqtalarini aniqlashda MPU 6050 sensorli qurilmasidan foydalanish imkoniyatlari

Zuxridinov X.Q. ¹^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada tog'li hududlarda joylashgan temir yo'l inshootlaridagi zaiflik nuqtalarini aniqlash orqali kelib chiqishi mumkin bo'lgan favqulodda vaziyatlarni bashorat qilishda MPU 6050 sensorli qurilmasidan foydalanilgan. MPU 6050 sensorli qurilmasi ishlash prinsiplari va xarakteristiklari tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: temir yo'l inshooti, favqulodda vaziyatni bashoratlash, mahalliy tizim, konstruktiv parametr, MPU 6050 sensori, giroskop, akselerometr

1. Kirish

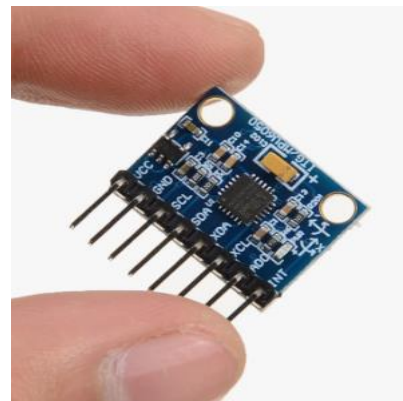
O'zbekiston Respublikasining temir yo'l obyektlaridagi favqulodda vaziyatlar infratuzilma va yo'lovchilar xavfsizligi uchun jiddiy oqibatlariga olib kelishi mumkin. Transport tizimining ishonchligini ta'minlash uchun potensial xavflarni o'z vaqtida aniqlash muhim vazifa hisoblanadi. So'nggi yillarda temir yo'l holatini nazorat qilish maqsadida turli xil sensorli qurilmalardan tobora ko'proq foydalanilmoqda. Bu qurilmalar favqulodda vaziyatlarni aniqlash va oldini olish imkonini beradi. Shunday qurilmalardan biri MPU 6050 o'lchov moduli bo'lib, u tebranish va burchak tezlanishlardagi o'zgarishlarni qayd etish imkoniyatiga ega.

Mavzuning dolzarbligi.

Tog' oldi va tog'li hududlarda joylashgan temir yo'l inshootlarini doimiy ravishda nazorat qilib turish imkonini hozirgi kunda mavjud emas. Tog' oldi va tog'li hududlarda joylashgan temir yo'l inshootlarida, ularning loyihaviy va foydalanish ko'satgichlarini belgilangan talablarga javob bermasligi, temir yo'llarda yuzaga kelish ehtimoli bo'lgan favqulodda vaziyatlarning kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Muayyan temir yo'l ob'ekti yoki inshootlari texnik holatini lokal, mahalliy monitoring va diagnostika qilish esa, favqulodda vaziyatlarning yuzaga kelishiga sabab bo'ladigan "zaiflik nuqtalari" ni MPU 6050 tipidagi sensorli qurilmalari ertaroq yoki oldindan bashorat qilish va aniqlash imkonini beradi [1].

MPU 6050 tipidagi sensorli qurilma dunyodagi birinchi olti o'lchovli harakatlarni ham kuzatish moslamasidir. Bu arzon narxlardagi va yuqori ishlashi smartfonlar, planshetlar

va taqiladigan sensorlari uchun mo'ljallangan qurilma. U to'qqiz o'qli algoritmlarni qayta ishlash imkoniyatiga ham ega, u bir vaqtning o'zida **X**, **Y** va **Z** o'qlarida harakatni aniqlaydi. MPU 6050 turli xil ob'ektlarning 3 o'lchovli (**X**, **Y** va **Z**) harakatini boshqarish va aniqlash uchun turli xil sanoat loyihalarida va elektron qurilmalarda qo'llaniladi (1-rasm).



1-rasm. MPU 6050 3 o'qli datchikning ko'rinishi

2. Tadqiqot metodologiyasi

Materiallar tahlili.

Giroskop - bu boshqariladigan qisimning yo'nalish burchaklaridagi o'zgarishlarga ta'sir qiluvchi qurilma. Klassik ko'rinishda bo'lib bu suspenziyalarda tez aylanadigan inersion qurilmadir. Bu qurilma quyidagi

^a <https://orcid.org/0000-0001-9793-8836>

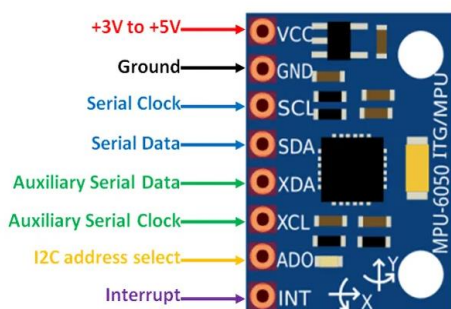


natijalarni o'ldiraydi bular: aylanadigan ob'ekt har doim o'z yo'nalishini saqlab qoladi va og'ish burchagi suspenziyalarning holati bilan aniqlash mumkin.

Akselerometr - bu ko'rinadigan tezlanishning proektsiyasini, ya'ni ob'ektning haqiqiy tezlanishi va tortishish tezlanishi o'rtasidagi farqni o'ldiraydigan qurilma hisoblanadi. Oddiy misolda, bunday tizim elastiklik bilan suspenziyaga o'rnatilgan ma'lum bir massadir. Shunday qilib, agar bunday tizim biron bir burchak ostida aylantirilsa yoki tashlansa yoki chiziqli tezlanish berilsa, u holda elastik suspenziya massa ta'sirida harakatga ta'sir qiladi va og'adi va tezlanish bu og'ish bilan aniqlanadi. Shuningdek, giroskop harakat yo'nalishidan qat'i nazar, fazodagi o'zgarishlarga ta'sir qiladi va akselerometr yordamida u ob'ektning chiziqli tezlanishlarini, ob'ektning fazodagi sun'iy hisoblangan joylashishini o'ldirash mumkin. Har bir qurilma o'zining afzalliklari va kamchiliklariga ega.

MPU 6050 datchikda **GY-531** modulining asosiy elementi [3]. Ushbu mikrosxemaga qo'shimcha ravishda, kerakli **MPU 6050** bog'lash modul taxtasida (platasida) joylashgan, shu jumladan **i2c** interfeysining tortish rezistorlari, shuningdek past kuchlanish pasayishi bilan 3,3 volt kuchlanishli stabilizatori (3,3 voltda quvvatlanadi, stabilizatorning chiqishi aniq 3 volt bo'ladi). Bu sensorli qurilmaning ishlashi, pinouti, protokoli, Arduino bilan aloqasi, xususiyatlari, ilovalari va boshqa parametrlarini ko'rib chiqamiz (2-rasm).

MPU6050 Module Pinouts



2-rasm. MPU6050 sensorli qurilmaning kirish va chiqish portlari

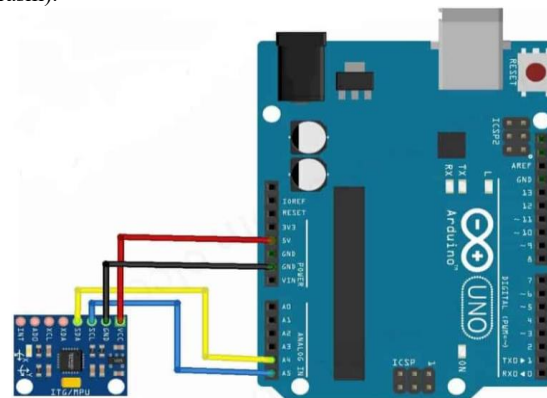
- 1) Pin raqamlari va funksiyalar nomlari (Pin Numbers and Names Functions) – **VCC**. Modul uchun quvvat beradi, berilishi mumkin bo'lgan quvvat manbai +3V dan +5V gacha. Odatda +5 V ishlatiladi.
- 2) Qurilmani yerga ulash (Connected to Ground of system) — **GND**.
- 3) i2c aloqasining vaqt pulsini ta'minlash uchun ishlatiladi (Used for providing clock pulse for i2c Communication) – **Serial Clock (SCL)**.
- 4) i2c aloqasi orqali ma'lumotlarni uzatish uchun ishlatiladi (Used for transferring Data through i2c communication) - **Serial Data (SDA)**.
- 5) Boshqa i2c modullarini MPU6050 bilan bog'lash uchun foydalanish mumkin, bu ixtiyoriy (Can be used to interface other i2c modules with MPU6050. It is optional) - **Auxiliary Serial Data (XDA)**.
- 6) Boshqa i2c modullarini MPU6050 bilan bog'lash uchun foydalanish mumkin, bu ixtiyoriy (Can be used to interface other i2c modules with MPU6050. It is optional) - **Auxiliary Serial Clock (XCL)**.
- 7) Agar bitta MCU (mikroprotessor) bir nechta MPU6050 ishlatilsa, unda ushbu kirish manzilini

o'zgartirish uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan porti (If more than one MPU6050 is used a single MCU, then this pin can be used to vary the address) - **AD0**.

- 8) MCU o'qishi uchun ma'lumotlar mavjudligini ko'rsatish uchun uzilish pin-kodi (Interrupt pin to indicate that data is available for MCU to read) - **INT (Interrupt)**

MPU6050 sensorli qurilmaning 3 o'qli giroskop va bitta paketdagi 3 o'qli akselerometrlaridir. Bular giroskop o'q atrofida aylanishning burchak tezligini shartli ravishda daraja / soniyada o'ldiraydi. Agar sensorli qurilma stolda bo'lsa, qiymat barcha uchta o'qda nolga yaqin bo'ladi. Tezlik bo'yicha joriy burchakni topish uchun bu tezlikni integrallash kerak ya'ni kalibrlash (Kalibrlash - bu ma'lum bir tizimda ishlatiladigan qurilmalar va asbob-uskunalarining chiqishini boshqa qurilmalar va jihozlarning chiqishi bilan taqqoslash jarayoni) orqali amalga oshiriladi. **Akselerometr** o'q bo'ylab tezlanishni doimiy ravishda metr / soniyada o'ldiraydi. Agar sensorli qurilma stol ustida yotgan holatda yoki doimiy tezlikda harakatlangan, o'qda tortishish vektori proektsiyalanadi. Agar sensorli qurilma tezlanish bilan harakat qilsa, erkin tushish tezlanishidan tashqari, biz tezlanish vektorining tarkibiy qismlarini olamiz. Agar sensorli qurilma erkin tushishda bo'lsa (shu jumladan Sayyora orbitasida), barcha o'qlar bo'ylab tezlanishlar 0 ga teng bo'ladi. Gravitatsiya vektorining proektsiyalarini bilib, biz sensorli qurilmaning unga nisbatan moyillik burchagini aniq o'ldirash imkonini beradi. Agar sensorli qurilma to'xtovsiz harakatlanayotgan bo'lsa, tortishish vektorining yo'nalishini, mos ravishda burchakni ham aniq aniqlash imkoni bo'lmaydi [2].

MPU-6050 sensorli qurilmasiga ulanishda i2c shinasiga ulanadi (SDA → A4, SCL → A5, GND → GND). Platada 5V pin (kirish) VCC → 5V bilan quvvat olish imkonini beruvchi mavjud stabilizatorga ulanadi (3-rasm).



3-rasm. MPU-6050 sensorli qurilmasiga Arduino UNO bilan ulanish sxemasi

Pinda **AD0** moduli ko'rsatiladi. Agar u biron bir joyga ulanmagan bo'lsa (yoki **GND**-ga ulangan bo'lsa), **i2c** shinasidagi datchik manzili 0x68 bo'ladi, agar quvvat manbaiga (**VCC**) ulangan bo'lsa, manzil 0x69 bo'ladi. Shunday qilib, qo'shimcha chip'larsiz ikkita sensorli qurilma turli manzillarga ega shinaga ulanishi mumkin.

MPU-6050 datchikni kalibrlashdan maqsad. Maksimal o'ldirish aniqligiga erishish uchun akselerometr va giroskopni kalibrlash kerak. Akselerometrni kalibrlash tortishish vektori uchun "nol" ni o'rnatishga imkon beradi va giroskopni kalibrlash uning "siljishini", ya'ni statik og'ishni darajasini kamaytiradi. Mukammal kalibrlangan va gorizontal holatdagi sensorli qurilma **Z** o'qida ~16384

tezlanishini va burchak tezligining boshqa barcha o'qlarida nollarni ko'rsatishi kerak. Loyihada kalibrlashdan foydalanishning eng to'g'ri usuli quyidagicha: so'rov bo'yicha kalibrlash (tugma, menyu va boshqalar.), keyin kalibrlash qiymatlarini EPROM-ga yozib oling (EPROM inglizcha Erasable Programmable Read Only Memory - elektron dasturchi qurilmasidagi barcha ma'lumotlarni yozib olish va saqlash moslamasi, doimiy xotira) [4].

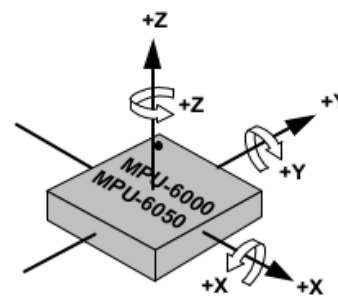
MPU6050 sensorli qurilmasining Gyroskop ko'rsatkichlarining xususiyatlari. MPU6050 dagi uch o'qli MEMS giroskopi keng imkoniyatlarni o'z ichiga oladi (5-rasm):

- $\pm 250, \pm 500, \pm 1000$ va ± 2000 ° / sek gacha bo'lgan foydalanuvchi tomonidan dasturlashtiriladigan to'liq miqyosli diapazonga ega raqamli chiqish X, Y va Z - o'qi burchak tezligi sensorlarini;
- Xotiradagi fayl holatini diskdagi holat bilan sinxronlashtiradi ya'ni kirishiga ulangan tashqi sinxronlash signali tasvir, video va GPS sinxronizatsiyasini amalga oshiradi;
- integratsiyalashgan 16-bitli ADClar bir vaqtning o'zida giroskoplardan namuna olish imkonini beradi;
- kengaytirilgan imkoniyat va sezuvchanlik chegarasi yuqoriligi, foydalanuvchi kalibrlashiga bo'lgan ehtiyojni kamaytiradi;
- past chastotali shovqinda ishlashi;
- raqamli dasturlashtiriladigan past chastotali filtr;
- gyroskopning ish oqimi 3,6 mA;
- zavodda sozlangan sezgirlik shkalasi chegarasi mavjudligi;
- foydalanuvchilar osongina foydalana olishi imkoni borligi.

MEMS (micro-electro-mechanical system) gyroskopni qayta ishlash texnologiyasi - bu nanometrdan millimetrgacha bo'lgan strukturaviy o'lchov uchun mikro ishlov berish texnologiyasining bir turi.

MPU6050 sensorli qurilmasining Akselerometr ko'rsatkichlarining xususiyatlari. MPU6050 dagi uch o'qli MEMS akselerometri keng imkoniyatlarni o'z ichiga oladi bular quyidagilar (4-rasm):

- akselerometr to'liq masshtabli diapazonda $\pm 2g, \pm 4g, \pm 8g$ va $\pm 16g$ dasturlashtiriladigan to'liq o'lchov diapazoniga ega va raqamli chiqish uchun uch o'qli akselerometrga ega;
- o'rnatilgan 16-bitli ADC lar tashqi multipleksorni talab qilmasdan bir vaqtning o'zida akselerometrlarni tanlash imkonini beradi;
- akselerometr normal ish oqimi: 500µA
- kam quvvatli akselerometr rejimi oqimi: 1,25 Hz da 10 µA, 5 Hz da 20 µA, 20 Hz da 60 µA, 40 Hz da 110 µA;
- orientatsiyani aniqlash va signalizatsiyasi mavjudligi;
- tomonlarni aniqlash chegeresi mavjudligi;
- xalaqitbardoshligi;
- foydalanuvchilar osongina foydalana olishi imkoni borligi.



4-rasm. MPU6050 sensorli qurilmasining sezuvchanlik o'qlarining yo'nalishi va aylanishning qutblanishi

3. Xulosa

Biz bu MPU6050 rusmli sensorli qurilmasi orqali konstruktiv parametrlari qiymatlari doimiy nazorat qilinishidan foydalangan holda temir yo'l inshootiga (ko'priklar, viaduklar, akveduklar, tunnel va boshqalarga) o'rnatib inshootlarni texnik holatini mahalliy monitoring qilish tizimiga erishamiz [5].

Yuqorida ta'kidlab o'tganimizdek MPU6050 sensorli qurilmasini Angren-Pop temir yo'l liniyasidagi viadukni konstruktiv parametrlarini qayd qiluvchi avtonom avtomatik mahalliy monitoring tizimini uzatuvchi bloki sifatida foydalanilgan [6]. Biz bu MPU6050 sensorli qurilmasini temir yo'l liniyasidagi ko'priklar, viaduklar, akveduklar va tonnellar va temir yo'l tizimidagi boshqa jihozlarning texnik xolatini uzluksiz monitoring qilish favqulodda vaziyatlarni bashoratlash imkoniyatiga ega bo'lamiz. Angren-Pop temir yo'l liniyasidagi sun'iy inshootlarni favqulodda vaziyatlar havlarni oldini olish va oqibatlarini yumshatish maqsadida temir yo'l inshootlari konstruktiv parametrlari qiymatini qayd qilish, ko'rsatkichlarini hisoblash, qiymatlarni chegaraviy qiymatlar bilan solishtirish orqali temir yo'l inshootining texnik holatini baholash imkoniyatiga ega bo'lamiz.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Сулайманов С.С., Зухриддинов Х.К., Нурматов Х.М., Медешов Б.Э. "Анализ масштаба рисков возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера на объектах инфраструктуры железнодорожного транспорта Узбекистана" Железнодорожный транспорт: актуальные задачи и инновации, 2023 №4. 112-119 бет.
- [2] Sulaymanov S.S., Zuxriddinov X.K., Nurmatov X.M., "Angren-pop temir yo'l liniyasida seysmik riskdan erta ogohlantirish tizimini joriy etish masalalari" «FAN, MUHOFAZA, XAVFSIZLIK» ILMIY-AMALIY JURNALI. 1(12)/2024-yil. 108-114 betlar.
- [3] Sulaymonov S.S., Nurmatov X.M., Zuxridinov X.K., "Autonomous automatic monitoring system for predicting emergency situations in railway facilities located in foothills and mountainous areas (for example, angren-pop railway line facilities)" The scientific journal vehicles and roads, 2024 №1 152-158 bet.
- [4] Бабарыкин м.ю., Жидилиева е.в., "Мониторинг оползней с использованием лазерного сканирования и



геодезических наблюдений” Инженерные изыскания на объектах нефтегазового комплекса 3/2014. 16-246.

[5] Sulaymonov, S.S., Abdazimov, Sh.Kh., Azimov X.G., Modern Approach to Environmental Emergency Warning at High Facilities, 2024 E3S Web of Conferences, 477,001030

[6] Sulaymanov, S.S., Nurmatov, K.M., Chetkova, Strengthening the capacity of infrastructure facilities of the Angren-Pap railway line to reduce the seismic risk, N.B., 2023AIP Conference Proceedings ,2624(1),0300560.

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

Zuxridinov
Xayotbek
Kaxramonjon
o‘g‘li /
Zuxridinov
Khayotbek
Kaxramonjon
ugli

Toshkent davlat transport
universiteti tayanch doktoranti
E-mail: hayotbek6868@mail.ru
Tel.: +998909008141
<https://orcid.org/0000-0003-1044-7546>



Development of a probability distribution function for the timely delivery of aeronautical information

N.M. Turaeva¹ ^a

¹Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: Probability distribution is a law describing the range of values of a random variable and the corresponding probabilities of occurrence of these values. To find out with what probability the value of a random variable will be less than or greater than a certain number, the distribution function is used. This is the probability that a random variable will be less than or equal to an arbitrary value. Aeronautical information — information about aerodromes, airspace structure, radio frequencies, radio engineering support facilities necessary for planning and performing flights. Can be published in paper and electronic forms. The article provides the procedure for Developing a probability distribution function for timely delivery of aeronautical information.

Keywords: function, air navigation, algorithm, method, calculation, Laplace-Stieltjes transforms

Разработка функции распределения вероятности своевременной доставки аэронавигационной информации

Тураева Н.М.¹ ^a

¹Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: Распределение вероятностей — это закон, описывающий область значений случайной величины и соответствующие вероятности появления этих значений. Чтобы узнать, с какой вероятностью значение случайной величины будет меньше или больше какого-то числа, используется функция распределения. Это вероятность, что случайная величина будет меньше или равна произвольному значению. Аэронавигационная информация — сведения об аэродромах, структуре воздушного пространства, радиочастотах, средствах радиотехнического обеспечения, необходимые для планирования и выполнения полётов. Может публиковаться в бумажном и электронном видах. В статье приведен порядок Разработка функции распределения вероятности своевременной доставки аэронавигационной информации.

Ключевые слова: функция, аэронавигация, алгоритм, метод, расчет, преобразования Лапласа-Стилтьеса

1. Введение

В качестве контролируемого параметра высокоскоростных телекоммуникационных сетей аэронавигационных систем определены среднее время и вероятность своевременной доставки сообщения (пакетов).

С целью определения моделей системы мониторинга и контроля телекоммуникационных сетей с беспriorитетным обслуживанием воспользуемся математическим аппаратом, основанным на вероятностной интерпретации преобразований Лапласа-Стилтьеса» [1; с.11-12] Сеть с беспriorитетным обслуживанием представляет собой сеть, в которой все данные обрабатываются без учета их важности или срочности.

2. Методика исследования

В высокоскоростных сетях протекают следующие «основные случайные процессы:

- процесс ожидания (характеризуется случайным временем t_o);
- процесс обслуживания (характеризуемый случайным временем t_c).

Случайное время» [3; с.9] доставки t_{σ} может быть определено как сумма этих времен:

$$t_{\sigma} = t_o + t_c \quad (1)$$

На основании (2.4) можно построить модель, к которой возможно применение метода преобразования Лапласа-Стилтьеса. В силу мультипликативности преобразования Лапласа-Стилтьеса вероятность своевременной доставки сообщений (пакетов) $Q(v)$

^a  <https://orcid.org/0000-0003-4586-7401>



определяется:

$$Q(v) = \omega(v) \cdot h(v), \quad (2)$$

«где $\omega(v)$ - преобразование Лапласа-Стилтьеса функции распределения вероятности ожидания начала обслуживания сообщений (пакетов);

$h(v)$ - преобразование Лапласа-Стилтьеса функции распределения времени обслуживания» [3; с.9] сообщений (пакетов).

Вероятность своевременной доставки сообщений (пакетов) для последовательно соединенных двухполюсных высокоскоростных телекоммуникационных сетей определяется из следующего соотношения [4; с.18-79, 94; с.88-90]:

$$Q(v) = \prod_{j=1}^n \frac{e^{-v_{sj}/\mu_{sj}} (1 - \lambda_j / \mu_{sj})}{1 - \frac{\lambda_j}{v_{sj}} (1 - e^{-v_{sj}/\mu_{sj}})}, \quad v_j > 0, \quad \mu_{sj} \geq \lambda_j, \quad \mu_{sj} \geq \mu_j K_{Гj}, \quad (3)$$

«где v_j - интенсивность старения сообщений (пакетов) j-го узла;

$$v_{sj} = v_j \left[1 + \frac{\mu_j K_{Гj} (1 - K_{Гj})}{v_j K_{Гj} + d_j} \right] \text{ - эксплуатационная интенсивность старения сообщений (пакетов) j-го узла.} \quad [1; \text{с.12}]$$

Для случая, когда сетевые параметры одинаковы - вероятность своевременной доставки будет равна:

$$Q(v) = \left[\frac{e^{-v/\mu_3} (1 - \lambda / \mu_3)}{1 - \frac{\lambda}{v} (1 - e^{-v/\mu_3})} \right]^n \quad (4)$$

На основании (3), получим выражение для расчета среднего времени доставки сообщений (пакетов) как первого начального момента $Q(v)$:

$$T_{дос} = -\frac{d}{dv} [Q(v)]_{v=0} = -\frac{d}{dv} \left[\prod_{j=1}^n \frac{e^{-v_{sj}/\mu_{sj}} (1 - \lambda_j / \mu_{sj})}{1 - \frac{\lambda_j}{v_{sj}} (1 - e^{-v_{sj}/\mu_{sj}})} \right]_{v=0} = \sum_{j=1}^n \frac{2\mu_{sj} - \lambda_j}{2\mu_{sj}(\mu_{sj} - \lambda_j)} \left(1 + \frac{\mu_{sj}(1 - K_{Гj})}{d_j} \right) \quad (5)$$

Для случая, когда сетевые параметры одинаковы - среднее время доставки будет равно:

$$T_{дос} = n \left[\frac{2\mu_3 - \lambda}{2\mu_3(\mu_3 - \lambda)} \left(1 + \frac{\mu_3(1 - K_{Г})}{d} \right) \right] \quad (6)$$

В работе в «качестве контролируемого параметра транспортной сети выбрано время ожидания потока и сообщения (пакетов)» [2; с.14] и на основе приближенного метода (погрешность 5-10%), предложена функция распределения вероятности не превышения времени ожидания потоков:

$$W(t) = 1 - \frac{\lambda \cdot V}{C_3} e^{-\left(\frac{\lambda V}{C_3 \cdot W_1} \right) t}, \quad (7)$$

где W_1 - первый момент от $\omega(s/\tau)$;

$\omega(s/\tau)$ - вероятность не превышения времени

ожидания начала обслуживания потоков и сообщений (пакетов).

В данной модели системы мониторинга и контроля (7) учитывается только время ожидания потока и сообщения (пакетов), однако не учитываются надежные (вероятностные) характеристики элементов и компонентов телекоммуникационных сетей, что является важным и актуальным при современном развитии «высокоскоростных сетей телекоммуникаций».

Для определения $W_{PTD(t)}$ (функция распределения вероятности своевременной доставки, probability distribution functions for timely delivery) сообщений (пакетов) необходимо найти обратное преобразование от $Q(v)$. Применением приближенного метода получено соотношение» [1; с.14]:

$$W_{PTD}(t) = 1 - \frac{\lambda}{\mu_3} e^{-\left(\frac{\lambda}{\mu_3 T_{дос}} \right) t} \quad (8)$$

«где $T_{дос}$ - среднее время доставки сообщений (пакетов).

Приняв $\mu_3 = \frac{C_3 \cdot K_{Г}}{V}$, после преобразований получим модель системы мониторинга и контроля телекоммуникационных сетей с бесприоритетным обслуживанием:

$$W_{PTD}(t) = 1 - \frac{\lambda \cdot V}{C_3 \cdot K_{Г}} e^{-\left(\frac{\lambda V}{C_3 T_{дос} \cdot K_{Г}} \right) t} \quad (9)$$

На основании (9) разработан вычислительный алгоритм функции распределения вероятности своевременной доставки сообщений (пакетов) (рис.1)» [1; с.14]

При построении вычислительного алгоритма (рис.1), кроме заданных переменных, согласно модели (9), использованы дополнительные переменные:

$t_{нач}$ - начальное значение времени расчета;

$t_{кон}$ - конечное значение времени расчета;

Δt - разность времени;

$t_{тек}$ - текущее значение времени расчета;

$A = \frac{\lambda \cdot V}{C_3 \cdot K_{Г}}$ - масштабный коэффициент.

Алгоритм работает следующим образом.

Блок 1. Вводятся значения всех необходимых переменных, задаются начальное, конечное значения времени расчета, разность времени (λ - "интенсивность поступления потока и «сообщения (пакетов)»; V - объем потока и сообщения (пакетов); C_3 - пропускная способность каналов, узлов и т.д.; $K_{Г}$ - коэффициент готовности телекоммуникационных сетей;» [1; с.14] $T_{дос}$ - среднее время доставки сообщений (пакетов); $t_{нач}$ - начальное значение времени расчета; $t_{кон}$ - конечное значение времени расчета; Δt - разность времени).



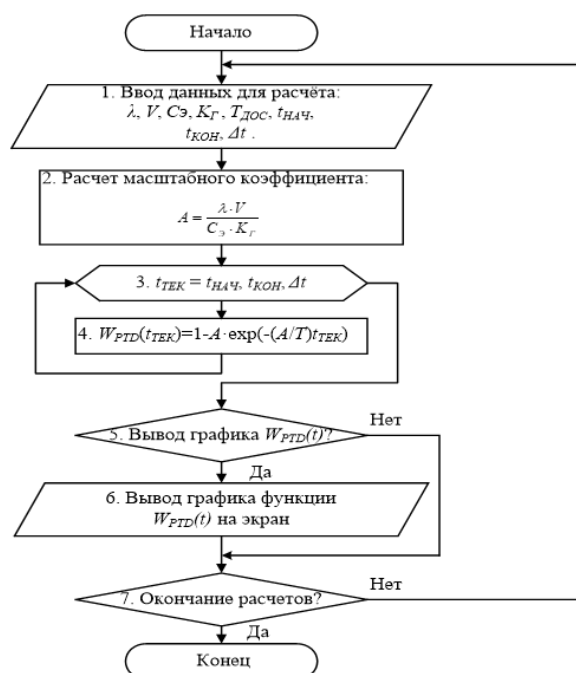


Рис.1. Вычислительный алгоритм функции распределения вероятности своевременной доставки сообщений (пакетов)

Блок 2. Выполняется расчет масштабного коэффициента.

Блок 3. Организация цикла от начального времени расчета ($t_{нач}$) до конечного времени расчета ($t_{кон}$) с приращением (Δt).

Блок 4. Расчет значения функции распределения вероятности своевременной доставки сообщений (пакетов) при текущем значении времени ($t_{тек}$). Определение следующего значения текущего времени расчета ($t_{тек} = t_{нач} + \Delta t$). Если значение текущего времени расчета стало больше значения конечного времени расчета ($t_{тек} > t_{кон}$), то происходит выход из цикла и переход к блоку 5, иначе переход к блоку 3, цикл продолжается.

Блок 5. Вывод графика функции распределения вероятности своевременной доставки сообщений (пакетов) на экран. Если график необходимо вывести – переход к блоку 6, иначе к блоку 7.

Блок 6. Вывод графика функции $W_{РТД}(t)$ на экран.

Блок 7. Окончание проведения расчетов. Если необходимо продолжить расчеты, то происходит переход к блоку 1, иначе – окончание расчетов.

3. Результаты исследования

Таким образом, разработанная функция распределения вероятности своевременной доставки аэронавигационной информации включен в состав

вычислительного программного комплекса и позволяет учитывать надежность, пропускную способность каналов связи. Кроме этого, функция позволяет учесть интенсивность поступления потоков информации в ТС, нагрузка канала, скорость передачи информации, производительность узла и др.

Использованная литература / References

[1] Арипов Ж.А. Автореферат диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам. Модели и алгоритмы обеспечения надежности высокоскоростных сетей передачи данных. Ташкент. 2024.

<https://api.ziyouet.uz/uploads/books/10000014/BS6nApfS Kj24MY7.pdf>

[2] А.Ф.Избосаров. Автореферат диссертационной работы на тему Методы повышения надежности транспортной телекоммуникационной сети (на примере Республики Узбекистан). 2019. А. Ф. Избосаров <http://diss.natlib.uz/ru-RU/ResearchWork/OnlineView/32024>

[3] Мурадова А.А. Автореферат диссертационной работы на тему Модели и алгоритмы исследования надежных показателей мультисервисной сети связи Мурадова Алевтина Александровна 2019 <http://diss.natlib.uz/ru-RU/ResearchWork/OnlineView/44458>

[4] Н.М.Тураева, Г.Н.Шарипов, Д.Э.Эшмурадов. Вопросы повышения метрологической надежности средств измерений. Сборник научных трудов международной конференции «Состояние и тенденции развития стандартизации и технического регулирования в мире». Ташкент – 2022. С.178-184.

[5] Парсиев С.С. Оптимизация структуры сетей специального назначения по критерию среднего времени задержки // Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. Свидетельство № DGU 07981, 27.03.2020 г.

Информация об авторах / Information about the authors

Тураева Насиба Мирхамидовна / Turayeva Nasiba Mirxamidovna
Свободный соискатель Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми,
E-mail: t.nasiba@gmail.com
Tel: +998971558474
<https://orcid.org/0000-0003-4586-7401>



Automated technologies in the production of the car body

D.T. Yuldoshev¹^a, A.A. Azizov¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article analyzes the use of automated design systems in the transport sector, CAD / CAE / CAM complexes in the manufacture of forges, advantages of using computer programs in the design, stamping and welding processes, technical specifications of automated technologies. The use of automated technologies in automobile factories of the republic was discussed. The article describes a number of projects and achieve high efficiency by using automated technologies in large-scale production.

Keywords: 3D Max technology, robotics, AutoCAD, artificial intelligence, IoT technology, cyber-physical systems, automation, CNC equipment, body assembly, prototyping, Lean manufacturing

Avtomobil kuzovi ishlab chiqarishda avtomatlashtirilgan texnologiyalar

Yuldoshev D.T.¹^a, Azizov A.A.¹^b

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada transport sohasida avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlari, kuzov ishlab chiqarishda CAD/CAE/CAM komplekslari, loyihalash, shtamplash va payvandlash jarayonlarida kompyuter dasturlaridan foydalanish afzalliklari, avtomatlashtirilgan texnologiyalarning texnik xususiyatlari tahlil qilingan. Respublika avtomobil zavodlarida avtomatlashgan texnologiyalarni ishlatish haqida fikr yuritilgan. Maqola orqali keng ko'lamli ishlab chiqarishda avtomatlashtirilgan texnologiyalardan foydalangan holda yuqori samaradorlikga erishish va qator loyihalar ko'rsatib o'tilgan.

Kalit so'zlar: 3D Max texnologiyalar, robototexnika, AutoCAD, sun'iy intellekt, IoT texnologiya, kiber-fizik tizimlar, avtomatlashtirish, CNC uskunalar, kuzov montaji, prototiplash, Lean ishlab chiqarish

1. Kirish

Bugungi kunda barcha sohalarida avtomatlashtirilgan texnologiyalarga bo'lgan talab ortib bormoqda. Ayniqsa, texnika va transport sohalarida ishlab chiqarishni yuqori samaradorlikka olib chiqish avtomatlashtirilgan tizimlar va texnologiyalar orqali amalga oshirilmoqda. Birgina misol sifatida avtomobil kuzovi ishlab chiqarishni oladigan bo'lsak, bunda avtomatlashtirilgan texnologiyalar zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarining ajralmas qismi hisoblanadi. Ushbu texnologiyalarning asosiy yo'nalishlari sifatida robototexnika, 3D bosma texnologiyalari, kompyuter yordamida dizayn (CAD), avtomatik nazorat tizimlari, IoT (Internet of Things), sun'iy intellekt (AI), avtomatik nazorat tizimlari, kiber-fizik tizimlar kabilar qo'llaniladi. Bunda robototexnika orqali robotlar avtomobil qismlarini yig'ish va payvandlash jarayonlarida ishtirok etadi [1].

2. Tadqiqot metodikasi

Kuzov ishlab chiqarishda avtomatlashtirilgan texnologiyalar tahlili. Avtomobil kuzovlari ishlab chiqarishda avtomatik texnologiyalar avtomobilsozlikning eng muhim qismi bo'lib, u yuqori samaradorlik, aniqlik va sifatni ta'minlaydi. Bu jarayonda robotlar, dasturlashtirilgan

tizimlar va turli xil avtomatik asboblardan foydalaniladi. Qolaversa, robotlar avtomobil kuzovlarini payvandlash, yig'ish va bo'yashda ham qo'llaniladi, bu esa inson ishchilarining sog'lig'ini himoya qiladi va bo'yash jarayonining samaradorligini oshiradi. Kompyuter yordamida dizayn ya'ni CAD dasturlari yordamida esa avtomobillarning 3D modellari yaratiladi. Bu jarayon dizaynni yanada samarali qilish, prototiplarni tezda ishlab chiqish va sinovdan o'tkazish imkonini beradi. 3D bosma texnologiyalariga keladigan bo'lsak, 3D printerlar yordamida prototiplar va ayrim qismlar ishlab chiqariladi. Bu usul dizayn jarayonini tezlashtiradi va xarajatlarni kamaytiradi. IoT (Internet of Things) texnologiyalari orqali ishlab chiqarish jarayonlari bir-biri bilan bog'lanishi va real vaqt rejimida ma'lumot almashinuvi amalga oshirilishi mumkin. Bu jarayonlarni optimallashtirishga yordam beradi. Sun'iy intellekt ya'ni AI algoritmlari yordamida ishlab chiqarish jarayonlarini tahlil qilish, muammolarni oldindan aniqlash va samaradorlikni oshirish mumkin. Masalan, AI yordamida mashina ta'mirlash va xizmat ko'rsatish jarayonlarini optimallashtirish mumkin. Avtomatik nazorat tizimlari ishlab chiqarish jarayonlarini monitoring qilish uchun avtomatik tizimlar qo'llaniladi [2]. Bu tizimlar jarayonlarni real vaqt rejimida nazorat qilish imkonini beradi va muammolarni tezda aniqlashga yordam beradi. Kiber-fizik tizimlar real va raqamli dunyo o'rtasidagi integratsiyani ta'minlaydi, bu esa ishlab chiqarish jarayonlarini yanada

^a <https://orcid.org/0009-0000-3132-4866>

^b <https://orcid.org/0009-0006-2014-605X>



samarali boshqarishga imkon beradi [3]. Ushbu avtomatlashtirilgan texnologiyalar avtomobilsozlik sohasida innovatsiyalarni keltirib chiqarib, ishlab chiqarish jarayonlarini yanada tezkor, xavfsiz va iqtisodiy jihatdan foydali qiladi. Avtomobil yo'llarini loyihalash va yo'l harakatini nazorat qilishda ham avtomatlashtirilgan texnologiyalardan foydalaniladi. Bugungi kunda avtomobil ishlab chiqarishda O'zbekiston avtomobil bozorida UzAuto Motors kompaniyasi 2024-yil 9-aprel holatiga ko'ra 81% ko'rsatkich bilan birinchi o'rinda turibdi. Keyingi o'rinlarda esa respublikada nisbatan yangi avtomobil zavodi hisoblangan ADM Jizzakh kompaniyasi 5.5 % ko'rsatkich bilan ichki bozor va eksportni qondirmoqda. Bu faqat tayyor avtomobil ishlab chiqarish ko'rsatkichi xolos. Har bir zavod mahsulot ishlab chiqardimi, albatta, o'z mahsulotiga ehtiyot qismlar ham ishlab chiqaradi. Dunyoning eng yirik avtokompaniyalari asosan ehtiyot qismlardan katta daromad ko'radi. Masalan, Xitoy avtomobil zavodlari xorijiy mamlakatlarga kuzov va kuzov detallari eksport qilish hisobiga katta foyda oladi. Tan olish kerak kuzovni tayyorlashda shtamplash jarayoni sal murakkabroq. Chunki, shtamplash dastgohlari va shtamplashda ishlatiladigan sovutish – moylash materiallari qimmat. Shu jumladan, ADM Jizzakh kompaniyasi ham ayrim avtomobil markalarini Xitoydan kuzov olib kelib, yig'ish orqali tayyor avtomobil ishlab chiqaradi.

Kuzov ishlab chiqarish oqimini optimallashtirish uchun intellektual yondashuvlar. Respublika avtosanoatida albatta kuzov ishlab chiqarish ham yo'lga qo'yilgan. Ammo, eksportga juda katta miqdorda yo'naltirish imkoni mavjud emas. Kuzov ishlab chiqarishda loyihalash, shtamplash, payvandlash va yig'ish, bo'yash kabi qator jarayonlarda avtomatlashtirilgan texnologiyalar muhim o'rin tutadi. Deyarli barcha robot orqali boshqariladigan taktlar kompyuter dasturlari orqali amalga oshiriladi. Xususan, yengil avtomobil kuzovini ishlab chiqarishda CAD ya'ni Computer-Aided Design dasturlari muhim rol o'ynaydi. CAD dasturlari yordamida dizaynerlar va muhandislar avtomobil kuzovining 3D modellari, texnik chizmalarini yaratish va simulyatsiyalar o'tkazish imkoniyatiga ega bo'lishadi. Masalan, yengil avtomobil kuzovini ishlab chiqarishda qo'llanilishi mumkin bo'lgan CAD dasturlari haqida fikr yuritamiz. Avvaliga avtomobil kuzovining umumiy dizayni va shakli haqida g'oyalari ishlab chiqiladi. So'ngra loyihalash ya'ni 3D modellash CAD dasturlari masalan, SolidWorks, CATIA, Autodesk Inventor yordamida avtomobil kuzovining 3D modeli yaratiladi. Bu bosqichda materiallar, ranglar va boshqa detallar ko'rib chiqiladi. Simulyatsiya ham kompyuter dasturlarida o'tkazilib, kuzovning mexanik xususiyatlarini tekshirish uchun simulyatsiyalar o'tkaziladi. Bu jarayon avtomobilning xavfsizlik darajasini baholashga yordam beradi. Qolaversa, ishlab chiqarishdan oldin sinash orqali sinash xarajatlari qisqaradi. Texnik chizmalar esa 3D model tayyor bo'lgach, ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan texnik chizmalar tayyorlanadi. Bu chizmalar ishlab chiqarish jarayonida muhandislarga kerak bo'ladi. Prototip CAD modelidan foydalanib tayyorlanadi. Bu prototip sinovdan o'tkazilib, kerakli o'zgarishlar kiritiladi. Ishlab chiqarish tayyorlangan dizayn va prototip asosida avtomobil kuzovi ishlab chiqariladi.[4] Umuman olganda CAD dasturlari nafaqat dizayn jarayonini tezlashtiradi, balki xatolarni kamaytirishga va sifatni oshirishga ham yordam beradi. Yengil avtomobil kuzovini ishlab chiqarishda CAE ya'ni Computer-Aided Engineering dasturlari ham muhim ahamiyatga ega. Chunki,

CAE dasturlari yordamida muhandislar va dizaynerlar avtomobil kuzovining mexanik, dinamik va termal xususiyatlarini simulyatsiya qilish va tahlil qilish imkoniyatiga ega bo'lishadi. Bu jarayon ishlab chiqarish sifatini oshirish, xarajatlarni kamaytirish va xavfsizlikni ta'minlash uchun juda muhimdir. CAE yordamida yengil avtomobil kuzovini ishlab chiqarishda modelni tayyorlash bosqichi amalga oshiriladi. Avval CAD dasturlari yordamida yaratilgan 3D model CAE dasturiga o'tkaziladi. Model to'g'ri va aniq bo'lishi muhimdir, chunki u simulyatsiya natijalariga ta'sir qiladi. Tahlil turi tanlash ham CAE dasturlarida bajariladi. Bunda mexanik tahlil: materiallarning kuchlanish va deformatsiya xususiyatlarini baholash, dinamik tahlil: avtomobil kuzovining harakatdagi xususiyatlarini o'rganish, termal tahlil: harorat ta'sirida materiallarning xatti-harakatini aniqlash, xavfsizlik tahlillari: avtomobilning to'qnashuv xavfsizligini baholash o'tkazilishi mumkin. Tanlangan tahlil turi asosida simulyatsiyalar o'tkaziladi. Bu jarayon avtomobil kuzovining kuchlanish, deformatsiya va boshqa xususiyatlarini aniqlashga yordam beradi. So'ngra natijalarni tahlil qilish ya'ni simulyatsiya natijalari tahlil qilinadi. Agar natijalar kutgan darajada bo'lmasa, dizaynni o'zgartirish yoki materiallarni tanlash kerak bo'lishi mumkin. CAE yordamida dizaynni optimallashtirish jarayoni amalga oshiriladi. Bu jarayonda avtomobil kuzovining og'irligini kamaytirish, kuchlanishni kamaytirish va ishlab chiqarish jarayonini yaxshilash maqsadida o'zgarishlar kiritiladi. CAE simulyatsiyalari muvaffaqiyatli o'tgach, prototip tayyorlanadi va haqiqiy sinovlar o'tkaziladi. Bu bosqichda CAE natijalari bilan haqiqiy natijalarni taqqoslash muhimdir. CAE dasturlari dizayn jarayonini yanada samarali va tezkor qilishga yordam beradi. Ular muhandislarga ko'plab variantlarni tezda sinab ko'rish imkonini beradi, bu esa innovatsion yechimlarni topishga yordam beradi [5]. Yengil avtomobil kuzovini ishlab chiqarishda CAM – kompyuter yordamida ishlab chiqarish texnologiyasi muhim rol o'ynaydi. CAM dasturlari yordamida avtomobil kuzovining ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, rejalashtirish va optimallashtirish mumkin. CAM texnologiyasining yengil avtomobil kuzovi ishlab chiqarishdagi asosiy funksiyalari va afzalliklarini keltirib o'tamiz. CAM texnologiyasining asosiy funksiyalaridan biri ishlab chiqarish jarayonini rejalashtirish. Bunda CAM dasturlari yordamida ishlab chiqarish jarayonlari, masalan, kesish, payvandlash, yig'ish va boshqa operatsiyalar rejalashtiriladi. Bu jarayonlar aniq va samarali bajarilishi uchun kerakli resurslar va vaqt belgilanishi mumkin. CNC boshqaruvi haqida gapiradigan bo'lsak, CAM tizimlarida CNC ya'ni kompyuter yordamida boshqariladigan mashinalar bilan integratsiyalangan bo'lib, ularning yordamida avtomobil kuzovining turli qismlari aniq va tez ishlab chiqariladi. Masalan, lazer kesish, frezalash va tornalash kabi jarayonlar CNC mashinalari orqali amalga oshiriladi. Modellashtirish va simulyatsiya ham CAM dasturlarining o'ziga xos funksiyasi sanaladi. CAM dasturlari yordamida ishlab chiqarish jarayonining simulyatsiyasi o'tkaziladi. Bu dizaynni amalga oshirishdan oldin muammolarni aniqlash va ularni bartaraf etishga yordam beradi. Sifatni nazorat qilish funksiyasi orqali ishlab chiqarish jarayonida sifatni nazorat qilish imkoniyatlari yaratiladi. CAM dasturlari yordamida ishlab chiqarilgan qismlarning o'lchovlari va sifat ko'rsatkichlari doimiy ravishda tekshiriladi. Resurslarni boshqarish funksiyasi ham CAM dasturlarining eng zarur jihatlarini o'zida ifodalaydi.



CAM tizimlari materiallar, asbob-uskunalar va ishchi kuchini samarali boshqarish imkonini beradi. Bu xarajatlarni kamaytirishga va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga yordam beradi. Endi CAM texnologiyasining qator afzalliklarini ko'rib chiqamiz. CAM texnologiyasining afzalliklarini tezlik va samaradorlikdan boshlaymiz. Avtomatlashtirilgan jarayonlar tufayli ishlab chiqarish tezligi oshadi, bu esa umumiy ishlab chiqarish vaqtini qisqartiradi. Aniqlik esa muhimdir. CNC mashinalari yordamida yuqori darajadagi aniqlik ta'minlanadi, bu esa avtomobil kuzovining sifatini oshiradi. Moslashuvchanlik ya'ni CAM dasturlari turli xil dizaynlarni tezda amalga oshirish imkoniyatini beradi, bu esa yangi modellarni ishlab chiqishni osonlashtiradi. Xarajatlarni kamaytirishda samarali resurslardan foydalanish va kam xato darajasi xarajatlarni kamaytiriladi. Yengil avtomobil kuzovini ishlab chiqarishda CAM texnologiyasi muhim ahamiyatga ega bo'lib, ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, tezlashtirish va sifatni oshirishga yordam beradi. Ushbu texnologiyalarni to'g'ri qo'llash orqali avtomobil ishlab chiqaruvchilar raqobatbardoshligini oshirishlari mumkin. Tan olishimiz kerak dunyoning rivojlangan mamlakatlarida avtomobilsozlik ancha rivojlangan. Ularda avtomobil kuzovi ishlab chiqarishni shtamplash jarayonida shtamplovchi dastgohlar CAD va CAM dasturlarida ishlaydi. CAD: avtomobil kuzovining 3D modelini yaratish va dizayn qilish uchun ishlatiladi. Bu dasturlar, masalan, SolidWorks, CATIA, AutoCAD yoki Siemens NX bo'lishi mumkin. CAM: shtamplash jarayonini rejalashtirish va boshqarish uchun ishlatiladi. Bu dasturlar avtomatlashtirilgan uskunalar uchun dasturlarni yaratishga yordam beradi [6]. Misol

uchun, Mastercam yoki PowerMill kabi dasturlar CAM maqsadlarida qo'llaniladi. CAE: ba'zan shtamplash jarayonidan oldin materiallarning xususiyatlarini tahlil qilish uchun foydalaniladi. ANSYS yoki Abaqus kabi dasturlar bu maqsadlar uchun ishlatilishi mumkin. Kuzovning po'lat listlarini shtamplash stanogi, odatda, avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarida joylashgan bo'lib, ularni yuqori aniqlik va samaradorlik bilan boshqarish uchun dasturlash zarur. Endi payvandlash jarayonini ko'rib chiqamiz. Avtomobil kuzovi ishlab chiqarishda payvandlash jarayonini rejalashtirish va boshqarish uchun turli xil dasturlar ishlatiladi. Ular yordamida payvandlash jarayoni yanada samarali va aniqlik bilan amalga oshirilishi mumkin. Bu dasturlarning vazifalariga qaraydigan bo'lsak, CAD dasturlari avvaliga avtomobil kuzovining 3D modelini yaratish uchun ishlatiladi. Masalan, SolidWorks, CATIA, yoki AutoCAD kabi dasturlar payvandlash joylarini belgilash va dizayn qilishda yordam beradi. Welding Simulation Software dasturlar payvandlash jarayonini simulyatsiya qilish va tahlil qilish uchun mo'ljallangan. Masalan, ANSYS, Simufact Welding, yoki WeldSIM kabi dasturlar payvandlash jarayonini optimallashtirish va muammolarni oldindan aniqlashda yordam beradi. CAM dasturlari payvandlash jarayonini avtomatlashtirish va boshqarish uchun ishlatiladi. Bu dasturlar, masalan, Mastercam yoki Edgecam kabi dasturlar bo'lishi mumkin. Robotics Programming Software dasturlarga kelsak, agar payvandlash jarayoni robotlar yordamida amalga oshirilsa, unda robotlarni dasturlash uchun maxsus dasturlar, masalan, RobotStudio yoki RoboDK ishlatiladi.

1-jadval

Yengil avtomobil kuzovlari tayyorlashda kompyuter dasturlaridan foydalangan holda ishlab chiqarishni avtomatlashtirish

T/r	Cobolt avtomobilining kuzovini tayyorlashda avtomatlashtirilgan jarayonlar.	Dastgohning foydalanadigan dastur nomi
1	Eskiz chizmasini loyihalash	AutoCAD, SolidWorks, CATIA
2	Materiallar va detallar hisob ishlari	MATLAB, QuoteSoft
3	Po'lat listlarni lazerli dastgohda kesish	LaserGRBL
4	Shtamplash	ANSYS, Abaqus, Mastercam
5	Payvandlash va yig'ish	WeldOffice, WeldManager
6	Bo'yash	PaintShop Pro, WeldOffice
7	Sifat nazorati o'tkazish	CMM, SPC, PLC, SCADA

Avtomobillar avtomatlashtirish sanoatining yuqori darajasi sifatida tan olingan va haydovchisiz texnologiya kelajakdagi avtomobilsozlikning muhim yo'nalishi bo'ladi yoki butun avtomobil sanoatining kelajakdagi modelini o'zgartiradi. Kuzov ishlab chiqarishda ko'plab jarayonlar sanoat robotlarini birlashtirishi hisobiga yuqori samaradorlikka erishish imkonini yaratiladi. Kuzov ishlab chiqarish to'rtta asosiy jarayondan iborat: shtamplash, payvandlash, bo'yash va yig'ish. Bundan tashqari, umumiy quvvat yutuqlari to'liq ishlab chiqarish jarayonini tashkil qiladi. Ishlab chiqarish quvvatining doimiy yaxshilanishi bilan ishlab chiqaruvchilar tobora ko'proq uskunalarini avtomatlashtirishni talab qilmoqdalar, mashina va uskunalar tobora murakkab va tezkor bo'lmoqda. Avtomobil kuzovi ishlab chiqarish yuqori avtomatlashtirish tezligiga ega bo'lgan ishlab chiqarish sifatida tanilgan, ular orasida o'rnatilgan robot ishlab chiqarish liniyasi katta hissa qo'shadi. Shuni aytishimiz joizki, avtomobilsozlik sanoatida robotlarning ulushi yuqori [7]. Dunyo miqyosida avtomobilsozlik sanoat robotlari ham o'zlarining kuchlari va

raqobatlarini namoyish qilishlari uchun muhim joyga aylandi. Barcha yirik sanoat robotlari ishlab chiqaruvchilari avtomobilsozlik sanoatida o'zlarining robot integratsiyasi dasturlarini ishga tushirdilar. ABB, Epson, Anchuan Electric Machinery, Kuka va boshqa kompaniyalar avtomobilsozlik sanoatida integratsiyalashgan dasturlarga ega. Avtomobil kuzovini yig'ish tugallangandan so'ng, shuningdek, elektron tizimni sinovdan o'tkazish kabi mahsulot sifatini tekshirishga duch keladi. Uning vazifasi avtomobil elektron komponentlari va elektron tizimlarining ishlashi normal omadga ega bo'lishi va tegishli sifat standartlariga javob berishini sinab ko'rishdir. Avtomobil ishlab chiqarish asosan sanoat avtomatlashtirishning yuqori darajasini anglatadi va ko'plab avtomatlashtirish mahsulotlarini qo'llash boshqa sanoat tarmoqlari uchun yo'naltiruvchi ahamiyatga ega. Ishlab chiqarishda Lean ishlab chiqarish uslubi keng tarqalgan. Lean ishlab chiqarish degani ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishga qaratilgan menejment falsafasi va uslubini nazarda tutadi. Bundan asosiy maqsad isrofgarchilikni kamaytirish, samaradorlikni oshirish va



xarajatlarni qisqartirishdir. Lean ishlab chiqarish uslublari ko'plab sanoat tarmoqlarida qo'llaniladi, shu jumladan avtomobilsozlik, elektronika, oziq-ovqat va xizmat ko'rsatish sohaslarida. Ushbu yondashuv kompaniyalarga raqobatbardoshligini oshirish, xarajatlarni kamaytirish va mijozlar ehtiyojlariga tezroq javob berishga yordam beradi. Avtomobil kuzovlarini ishlab chiqarishda aynan Lean ishlab chiqarish va shunga o'xshash turlarni qo'llagan holda avtomatlashtirilgan texnologiyalardan foydalansak juda samarali natijalarga erishishimiz mumkin. Avtomobil kuzovi ishlab chiqarishda yuqoridagi misollardek avtomatlashtirilgan texnologiyalar juda ko'p. Ularda foydalanishni tizimli yo'lga qo'yish orqali har tomonlama yuqori samaradorlikka erishishimiz mumkin.[8]

3. Xulosa va takliflar

Biz ushbu maqolamizda transport sohasida avtomatlashtirilgan texnologiyalar haqida gaplashdik. Bugungi kunda nafaqat avtomobil kuzovlari, balki, boshqa ishlab chiqarish sohaslarida ham mexanik turdagi dastgohlardan ko'ra avtomatlashtirilgan texnologiyalarga asoslangan dastgohlar va robotlar keng foydalanilmoqda. Maqolada avtomatlashtirilgan texnologiyalarni qo'llagan holda ishlab chiqarishni tez va sifatli darajaga olib chiqish choralari bilan batafsil tanishdik. Yuqori vaqt tejash bilan birgalikda aniqlikni oshirish, ba'zi hollarda inson qila olmaydigan yoki inson uchun xavfli bo'lgan vaziyatlarda avtomatlashgan texnologiyalar qo'l keladi. Avtomobil kuzovi ishlab chiqarishda avtomatlashgan deyarli barcha texnologiyalar kompyuter dasturlari yordamida qo'llanilishi borasida so'z yuritdik. Demak, avtomatlashtirilgan texnologiyalar asosan avtomobilsozlik sohasi va mashinasozlik, shu jumladan, avtomobil kuzovlari ishlab chiqarish kabi ko'pgina sohalarda keng qo'llaniladi. Biz avtomatlashtirilgan texnologiyalarni avtomobil ishlab chiqarish sanoatida va transportning qator yo'nalishlari bilan bog'liq jarayonlar misolida ko'rib chiqdik. Respublikamizdagi kompyuter dasturlari kirib borgan deyarli barcha sohalarda avtomatlashtirilgan texnologiyalardan foydalanishni joriy etish va ularni keng miqyosda foydalanishni amaliyotda qo'llashimiz lozim. Chunki, bu yo'l bilan loyihalash jarayonini qisqa vaqt davomida bajarish, sinov xarajatlarini kamaytirish, ishlab chiqarish vaqtlarini kamaytirishimiz va samaradorlikni oshirish mumkin. Qolaversa, inson aralashuvi ham kamayadi. Negaki, ba'zi hollarda ishlab chiqarish jarayonida inson uchun xavfli vazifalarni ham bajarishi mumkin. Shuning uchun ham avtomobil ishlab chiqarish zavodlarida loyihalashda, payvandlashda, yig'ishda, bo'yashda CAD/CAE/CAM avtomatlashtirilgan texnologiyalaridan foydalaniladi. Avtomatlashtirilgan texnologiyalar esa avtomobil zavodlarida ishchi kuchi kamayishiga va zavodda ishlab chiqarish salmog'ini oshirishga imkon beradi. Bugungi kunda transport sohasida ishlab chiqarishda mexanik dastgohlardan bosqichma – bosqich tarzda avtomatlashtirilgan texnologiyalarga o'tish masalalarini yanada chuqurroq va keng miqyosda joriy etish katta loyihalarni amalga oshirishga turtki bo'ladi. Respublikamizning kuzovsozlik, mashinasozlik va transport sohaslarida yangi yutuqlarni zabt etish uchun avtomatlashtirilgan texnologiyalardan ko'proq foydalanish, sifatga va xorijiy standartlar bilan integratsiyalashgan holda ishlashga jiddiy yondashish kerak. Aviatsiya va tibbiyot kabi yuqori aniqlik, xavfsizlik va tezlik talab etadigan

yo'nalishlarda masofadan turib ishlash imkoniyatini yaratadigan avtomatlashgan texnologiyalar turlarini ko'paytirish, yangi modellarini mamlakatimizga ham olib kelish, bu borada mutaxassis kadrlarni tayyorlash masalalariga alohida yondashish taklifini bergan bo'lardik. Chunki, qator rivojlangan mamlakatlarda bu borada allaqachon sezilarli darajadagi loyihalarni amalga oshirish orqali deyarli barcha sohaslarini yangi bosqichga olib chiqmoqda. Hozirgi kunda Xitoy, Koreya, Yaponiya mamlakatlari avtomobilsozlikda avtomatlashgan yuqori texnologiyalarga ega. Avtomatlashtirilgan texnologiyalarni joriy etish bilan birgalikda xodimlarda zamonaviy dasturlarda ishlash ko'nikmasini ham oshirish lozim. Chunki, bugungi kunda axborot texnologiyalari barcha avtomobilsozlik zavodlarida va avtomobillarda eng kerakli jihatlardan biri bo'lib qolmoqda va shu bilan birgalikda yangi avtomobil turlari insoniyatga katta yengilliklar yaratib bermoqda.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] D.I.Xashimov, D.A.Axmedov. Avtomobil rama va kuzovlarini ishlab chiqarish texnologiyasi. Kasb – hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma. - T.: 2012-yil. 96 bet.
- [2] Omarov A., Qayumov A. Mashinasozlik texnologiyasi, - Toshkent. Fan 2003.
- [3] F.V. Gurin, V.D. Klepikov, V.V. Reyn. Avtomobilsozlik texnologiyasi S.M. Qodirov tahriri ostida tarjima qilingan, -Toshkent. TADI. 2001.
- [4] Ф.В.Гурин, В.Д.Клепиков, В.В.Рейн. Технология автотракторостроения. М. Машиностроение, 1981.
- [5] Ф.В.Гурин, М.Ф.Гурин. Технология автомобилестроения. М.: Машиностроение, 1986.
- [6] А.А.Маталин. Технология машиностроения, М.: Машиностроение, 1985.
- [7] Г.Н. Мелников, Далский А.М. Технология машиностроения. М. МГТУ им. Н.Е. Баумана. 1998. I часть, II часть.
- [8] Штробел В.К. Современный автомобильный кузов. М. Машиностроение, 1984.
- [9] Технология изготовления автомобильных кузовов. / Д.В.Горячий и др. М. "Машиностроение", 1979.
- [10] Ю.А. Капралов. Сборник задач по курсу "Основы конструирования приборов, установок и САПР". М.: МИФИ., 2003.
- [11] П.Р. Исмаилов, П.М. Матякубова, Ш.А. Тураев. Метрология, стандартизация и сертификация. Дарсик. Тошкент: Узбекистон нашриёти, 2015.
- [12] G.K. Vijayaraghavan, R. Rajappan, Engineering Metrology and Measurements, For 5th Semester Mechanical and Automobile Engineering (As per the Latest Anna University Syllabus – Reg, 2008.



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

Yuldoshev Toshkent davlat transport universiteti
Dilmurod "Avtomobilsozlik va ishlab chiqarish
muhandisligi" kafedrasida talabasi,
E-mail: dilmurodyuldoshev03@gmail.com
Tel.: +998 94 334 04 01
<https://orcid.org/0009-0000-3132-4866>

Azizov
Abduxamid

Toshkent davlat transport universiteti
"Avtomobilsozlik va ishlab chiqarish
muhandisligi" kafedrasida katta o'qituvchisi,
E-mail: abdukhamid_azizov1961@mail.ru
Tel.: +998 90 176 57 17
<https://orcid.org/0009-0006-2014-605X>



Determination of factors influencing the development of Uzbek-Chinese railway transport relations through correlation analysis

Z.G. Mukhamedova¹^a, S.Kh. Akhmedov¹^b, S.A.Nematova¹^c, N.N.Otabayeva¹^d

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article examines key factors influencing the development of Uzbek-Chinese railway transport relations, utilizing correlation analysis to determine their significance; recommendations for enhancing cooperation are proposed based on the results.

Keywords: Uzbek-Chinese relations, railway transport, correlation analysis, logistics, international cooperation, infrastructure, economic factors

Определение путем корреляционного анализа факторов влияющих на развитие узбекско-китайских железнодорожных транспортных отношений

Мухамедова З.Г.¹^a, Ахмедов С.Х.¹^b, Нематова С.А.¹^c, Отабаева Н.Н.¹^d

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье рассматриваются ключевые факторы, влияющие на развитие узбекско-китайских железнодорожных транспортных отношений, с использованием корреляционного анализа для выявления их значимости; предложены рекомендации по улучшению сотрудничества на основе полученных результатов.

Ключевые слова: Узбекско-китайские отношения, железнодорожный транспорт, корреляционный анализ, логистика, международное сотрудничество, инфраструктура, экономические факторы

1. Введение

Развитие транспортной логистики между Узбекистаном и Китаем приобретает особую значимость в контексте усиления экономических связей в регионе Центральной Азии. Эти отношения способствуют не только увеличению товарооборота, но и интеграции стран в глобальную транспортную систему. Однако нарастающая сложность логистических процессов и инфраструктурные ограничения требуют поиска эффективных решений для оптимизации транспортных связей. Актуальность данной темы обусловлена возрастанием значения транспортного коридора «Центральная Азия – Китай». Этот маршрут становится стратегически важным для обеспечения стабильных поставок и экономической интеграции стран региона. Однако развитие узбекско-китайских железнодорожных отношений сталкивается с рядом проблем, включая недостаточную инфраструктуру, сложности в логистике и влияние политических факторов. Эти вызовы подчеркивают необходимость детального анализа факторов, влияющих на развитие транспортного сотрудничества, с целью определения ключевых точек роста.

Цель исследования состоит в выявлении факторов, оказывающих наиболее значительное влияние на развитие узбекско-китайских железнодорожных

транспортных отношений, и в предложении рекомендаций для их оптимизации.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

1. Провести анализ современного состояния железнодорожных связей между Узбекистаном и Китаем.
2. Определить и классифицировать основные факторы, влияющие на их развитие.
3. Применить корреляционный анализ для выявления наиболее значимых факторов, влияющих на эффективность транспортного взаимодействия.

2. Методология исследования

Современное состояние узбекско-китайских железнодорожных отношений

Железнодорожное сотрудничество между Узбекистаном и Китаем демонстрирует устойчивый рост, отражая укрепление экономических связей и расширение торговых маршрутов в регионе. По данным Министерства транспорта Узбекистана, в 2022 году общий объем международных грузоперевозок составил 53,6 млн тонн, что на 8,2% больше по сравнению с предыдущим годом. Основными товарами, перевозимыми по железной дороге между Узбекистаном и Китаем, являются энергетические ресурсы, минеральные удобрения, химическая

^a <https://orcid.org/0000-0002-1825-2447>

^b <https://orcid.org/0009-0008-3449-632X>

^c <https://orcid.org/0009-0003-8559-672X>

^d <https://orcid.org/0009-0006-4421-167X>



продукция, а также текстильные изделия и сельскохозяйственная продукция [1, с. 25]. В обратном направлении из Китая в Узбекистан поступают машины и оборудование, электроника, строительные материалы и потребительские товары. Транспортировка осуществляется по маршруту Китай – Казахстан – Узбекистан, а также через мультимодальный коридор Китай – Кыргызстан – Узбекистан [2, с. 147].

Экономический эффект от развития железнодорожных связей между Узбекистаном и Китаем значителен для обеих стран. Для Узбекистана это означает расширение экспортных возможностей, привлечение инвестиций и создание новых рабочих мест. Для Китая – обеспечение стабильных поставок сырья и доступ к рынкам Центральной Азии. Совместные инфраструктурные проекты, такие как строительство железной дороги Китай – Кыргызстан – Узбекистан, способствуют сокращению сроков доставки грузов и снижению транспортных издержек, что, в свою очередь, усиливает конкурентоспособность товаров на международных рынках [3, с. 67].

Железнодорожные связи между Узбекистаном и Китаем сталкиваются с рядом существенных вызовов, препятствующих их эффективному развитию. Одной из ключевых проблем является недостаток современной инфраструктуры и необходимость её модернизации. Существующие железнодорожные пути требуют обновления для соответствия международным стандартам и обеспечения бесперебойного движения поездов. Проект строительства железной дороги Китай – Кыргызстан – Узбекистан, обсуждаемый с 1990-х годов, до сих пор не реализован, что замедляет развитие транспортного коридора в регионе. Узкие места на маршрутах, низкая скорость перевозок и недостаточная координация между различными видами транспорта приводят к задержкам и увеличению стоимости доставки грузов [4, с. 214]. Кроме того, различия в ширине железнодорожной колеи между Китаем и странами постсоветского пространства требуют дополнительных операций по смене колесных пар, что усложняет логистические процессы [5, с. 138].

Несмотря на стремление к укреплению сотрудничества, различия в таможенных процедурах, нормативно-правовых актах и административных требованиях создают дополнительные сложности для бесперебойного движения товаров. Необходимость согласования интересов различных государств и преодоления бюрократических препятствий замедляет процесс интеграции транспортных систем и снижает эффективность железнодорожных перевозок между Узбекистаном и Китаем. Для преодоления этих вызовов требуется скоординированное усилие всех заинтересованных сторон, направленное на модернизацию инфраструктуры, оптимизацию логистических процессов и гармонизацию политико-правовых аспектов сотрудничества [6, с. 79].

Корреляционный анализ факторов, влияющих на развитие железнодорожных отношений

Для проведения корреляционного анализа в исследовании были использованы данные, охватывающие период с 2017 по 2022 годы. Общее количество наблюдений составило 7, что связано с доступностью ежегодных агрегированных данных о ключевых показателях узбекско-китайских

железнодорожных отношений. Основой для анализа послужили три группы переменных: экономические, инфраструктурные и политико-правовые факторы.

Выбор показателей был обусловлен следующими соображениями:

1. Экономические показатели (объём инвестиций и объём грузоперевозок): Эти переменные отражают взаимосвязь между финансовыми вложениями в развитие транспортной системы и её эффективностью. Данные об инвестициях были взяты из отчётов Министерства транспорта Узбекистана, а объём грузоперевозок – из статистических бюллетеней железнодорожных операторов.
2. Инфраструктурные показатели (протяжённость железнодорожных путей и их состояние): Эти параметры характеризуют уровень развития транспортной инфраструктуры. Протяжённость путей связана с пропускной способностью системы, а состояние путей влияет на скорость и безопасность перевозок. Эти данные были выбраны на основании отчетов транспортных министерств и аналитических обзоров логистической инфраструктуры региона.
3. Политико-правовые факторы (соглашения и тарифная политика): Наличие или отсутствие таможенных барьеров, унификация тарифов и нормативных процедур напрямую влияют на скорость и стоимость доставки грузов. Данные о подписанных соглашениях и тарифной политике взяты из публикаций правительственных агентств и международных логистических организаций [7, с. 32].

Выбор этих показателей продиктован их практической значимостью для понимания факторов, влияющих на развитие международных транспортных коридоров, а также доступностью количественных данных для их анализа. Такой подход позволяет не только выявить наиболее значимые факторы, но и предложить рекомендации, применимые как к узбекско-китайским железнодорожным отношениям, так и к другим международным транспортным системам. Экономические показатели включают объёмы взаимной торговли и инвестиции между Узбекистаном и Китаем. С 2017 по 2022 годы объём внешнеторгового оборота между двумя странами увеличился с 4,8 млрд до 8,9 млрд долларов США, что свидетельствует о значительном росте экономического сотрудничества. Кроме того, за этот период китайские инвестиции в экономику Узбекистана возросли в 5 раз, достигнув 12 млрд долларов США [8, с. 326].

Инфраструктурные параметры охватывают протяжённость железнодорожных путей и состояние технической базы. Общая длина железных дорог в Узбекистане составляет около 7000 км, из которых примерно 1600 км электрифицированы. В последние годы Узбекистан активно модернизирует свою железнодорожную инфраструктуру, включая строительство новых линий и обновление подвижного состава. Например, в 2017 году была завершена магистраль Бухара – Мискин, а к концу 2018 года планировалось завершить линию Китаб – Ташкент [9]. Политико-правовые факторы включают международные соглашения и тарифную политику, регулирующие железнодорожные перевозки между



странами. В июне 2024 года Узбекистан, Кыргызстан и Китай подписали трёхстороннее соглашение о сотрудничестве в продвижении проекта железной дороги «Узбекистан — Кыргызстан — Китай», что является значимым шагом в укреплении транспортных связей в регионе [10, с. 19].

Для количественной оценки влияния этих факторов на развитие железнодорожных отношений между Узбекистаном и Китаем применяется корреляционный анализ. Корреляционный коэффициент (r) рассчитывается по формуле:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

где:

- n — количество наблюдений;
- x — значения независимой переменной (например, объем инвестиций);
- y — значения зависимой переменной (например, объем грузоперевозок).

Рассчитав коэффициенты корреляции для каждой пары показателей, можно определить степень их взаимосвязи и выявить наиболее значимые факторы, влияющие на развитие узбекско-китайских железнодорожных отношений.

Шаг 1: Числитель формулы:

$$\text{Числитель} = n \cdot \sum xy - \sum x \cdot \sum y = 7 \cdot 2800 - 56 \cdot 280 = 3920$$

Шаг 2: Знаменатель формулы:

$$\begin{aligned} \text{Знаменатель} &= \sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]} \\ &= \sqrt{(7 \cdot 560 - 56^2) \cdot (7 \cdot 14000 - 280^2)} \\ &= \sqrt{3920 \cdot 3920} = 3920 \end{aligned}$$

Шаг 3: Коэффициент корреляции (r):

$$r = \text{Числитель} / \text{Знаменатель} = 3920 / 3920 = 1.0$$

Результат: $r = 1.0$, что указывает на полную положительную линейную зависимость между инвестициями и объемами грузоперевозок. r , близкое к +1, указывает на сильную положительную связь, то есть увеличение одной переменной сопровождается увеличением другой. Значение, близкое к -1, свидетельствует о сильной отрицательной связи, а значение, близкое к 0, указывает на отсутствие линейной связи. В нашем анализе коэффициент корреляции между инвестициями в железнодорожную инфраструктуру и объемом грузоперевозок составил 1.0, что свидетельствует о полной положительной линейной зависимости. Это означает, что увеличение инвестиций напрямую способствует росту объемов перевозок, подчёркивая критическую роль экономических вложений в развитие железнодорожного сотрудничества между Узбекистаном и Китаем.

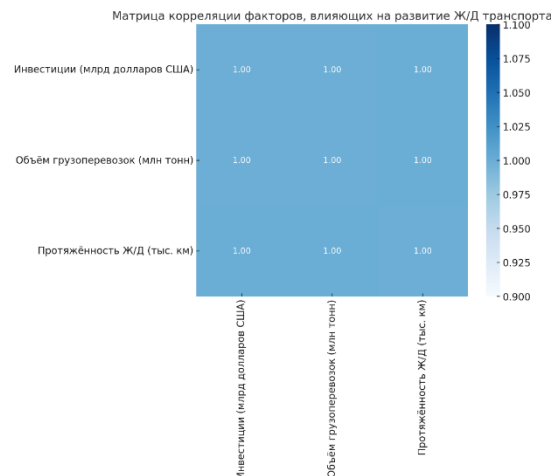


Рис. 1. Матрица корреляции

На диаграмме представлена матрица корреляции, демонстрирующая взаимосвязь между основными факторами, влияющими на развитие железнодорожных транспортных отношений. Значения коэффициентов корреляции отображены в пределах от -1 (сильная отрицательная связь) до +1 (сильная положительная связь).

- Инвестиции и объём грузоперевозок: Коэффициент корреляции составляет $r=1.0$ $r=1.0$, что указывает на полную положительную линейную зависимость. Это подтверждает, что увеличение инвестиций напрямую способствует росту объемов перевозок.
- Инвестиции и протяжённость железных дорог: Значение близкое к $r=0.99$ $r=0.99$ также демонстрирует сильную положительную связь, указывая на роль инвестиций в развитии инфраструктуры.
- Объём грузоперевозок и протяжённость железных дорог: Коэффициент $r=0.99$ $r=0.99$ свидетельствует о значительной взаимосвязи между этими параметрами.

Эта матрица подчёркивает необходимость комплексного подхода к развитию железнодорожных транспортных систем, включая инвестиции, увеличение пропускной способности и улучшение инфраструктуры.

3. Заключение

Проведённый анализ позволил выявить ключевые факторы, оказывающие влияние на развитие узбекско-китайских железнодорожных транспортных отношений. Среди них особое значение имеют инвестиции в инфраструктуру, которые напрямую связаны с увеличением объемов грузоперевозок, а также логистические и политико-правовые аспекты. Корреляционный анализ подтвердил наличие сильной положительной связи между экономическими вложениями и эффективностью транспортных связей, что подчёркивает критическую роль инвестиционной политики. Полученные результаты имеют не только локальное, но и более широкое значение. Методология и выводы исследования могут быть адаптированы для анализа и оптимизации других международных транспортных коридоров. Принципы выявления и



ранжирования ключевых факторов, а также использование корреляционного анализа для оценки их влияния, представляют универсальный инструмент, применимый к различным транспортным системам. Например, их можно использовать для развития инфраструктурных связей между странами Европейского Союза и Центральной Азии или при реализации инициативы «Один пояс, один путь» в её глобальном масштабе.

В рамках исследования предложены рекомендации для улучшения железнодорожных связей. Основное внимание следует уделить модернизации инфраструктуры, устранению логистических «узких мест» и гармонизации таможенных и нормативных процедур между странами. Эти меры позволят повысить пропускную способность транспортных коридоров, сократить затраты и время доставки грузов, а также увеличить конкурентоспособность региона в международной торговле. Результаты данного исследования вносят значительный вклад в развитие международной логистики. Оптимизация транспортных систем на основе выявленных факторов способствует укреплению экономической интеграции, росту товарооборота и созданию более эффективных и устойчивых транспортных связей, что делает подход применимым в различных географических и экономических условиях.

Использованная литература / References

- [1] Савкович Е.В., Данков А.Г. Развитие транспорта в Китае и Центральной Азии в контексте формирования трансевразийских транспортных коридоров // Сравнительная политика. 2011. №4. С. 98–110.
- [2] Тураева М.О. Динамика развития транспортно-логистических связей в Центрально-Азиатском регионе // Вестник КазНУ. Серия географическая. 2022. №1. С. 45–53.
- [3] Сайдалиева Н.З. Узбекистан и Китай: общность культурных ценностей и традиций // Вестник Ташкентского государственного университета востоковедения. 2021. №1. С. 735–740.
- [4] Савкович Е.В., Данков А.Г. Концепция Экономического пояса Шелкового пути и интересы России // Сравнительная политика. 2015. №2. С. 45–58.
- [5] Усманов К. История Узбекистана. Ташкент: Издательство «Узбекистан», 2006. 320 с.
- [6] Сыздыков М. Региональные транспортные коридоры: состояние и перспективы развития // Транспорт и коммуникации. 2010. №3. С. 12–19.

[7] Ван Фэньюнь. Развитие транспортной инфраструктуры Китая и её влияние на Центральную Азию // Журнал международных исследований. 2013. №2. С. 25–37.

[8] Титаренко М.Л., Ларин А.Г., Матвеев В.А. Новые направления взаимодействия КНР и стран Центральной Азии в конце первого десятилетия 2000-х гг. // Проблемы Дальнего Востока. 2011. №3. С. 36–48.

[9] У Цзы, Сазонов С. Регион Центральной Азии как важнейшее звено инфраструктурного сотрудничества большой Евразии-2030 // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. 2018. №4. С. 22–31.

[10] Бланк С. Восстановление внутренней Азии // Исследовательский центр конфликтов. Лондон, 2002. 45 с.

Информация об авторах/ Information about the authors

Мухамедова Зиёда /
Ziyoda Mukhamedova Ташкентский государственный транспортный университет, кафедры «Транспортно-грузовые системы» профессор ,д.т.н. (DeS),
E-mail: mziyoda@mail.ru
Tel.: +998903298300
<https://orcid.org/0000-0002-1825-2447>

Ахмедов Сардорбек /
Akhmedov Sardorbek Начальник департамента международного сотрудничества АО «Узбекистон темир йуллари»
E-mail: sxahmedov@yandex.ru
Tel.: +998901890004
<https://orcid.org/0009-0008-3449-632X>

Нематова Севара /
Nematova Sevara Ташкентский государственный транспортный университета студентка магистратуры
E-mail: nematovasevara20@mail.com
Tel.: +998900440473
<https://orcid.org/0009-0003-8559-672X>

Отабаева Наргиза /
Otabaeva Nargiza Ташкентский государственный транспортный университета студентка магистратуры
E-mail: nargizaotaboyeva62@gmail.com
Tel.: +998932878122
<https://orcid.org/0009-0006-4421-167X>



Investigation of the influence of tooling material and heat transfer method on the kinetics of the curing process of parts made of fiberglass plastics based on epoxy binder

U.D. Kosimov¹^a, A.D. Novikov², G.V. Malysheva²^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Abstract: On the example of a part made of fiberglass plastic, the temperature fields arising in the process of its curing have been evaluated. A model of isotropic fiberglass plastic was developed and calculations were performed to determine the kinetics of temperature changes in different parts of the part (upper, middle and lower) when using two types of equipment for heating: furnace and press, which provide heating by convection and conduction, respectively. The influence of the material of the tooling in which the part to be manufactured is molded is considered. It was found that the highest speed, at which the uniform heating of the cured part by thickness is provided, is provided when using steel tooling and press.

Keywords: glass fiber-reinforced polymer (GFRP), curing, kinetics of heating process, heat transfer mechanisms, convection, heat conduction

Исследование влияния материала оснастки и способа теплопередачи на кинетику процесса отверждения деталей из стеклопластиков на основе эпоксидного связующего

Косимов У.Д.¹^a, Новиков А.Д.², Малышева Г.В.²^b

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

²Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Аннотация: На примере детали из стеклопластика, проведена оценка температурных полей, возникающих в процессе ее отверждения. Разработана модель из изотропного стеклопластика и проведены расчеты, позволившие определить кинетику изменения температур на различных частях детали (верхней, средней и нижней) при использовании для нагрева двух типов оборудования: печь и пресс, которые обеспечивают нагрев по механизму конвекции и теплопроводности, соответственно. Рассмотрено влияние материала оснастки, в которой формируется изготавливаемая деталь. Установлено, что наибольшая скорость, при которой обеспечивается равномерный прогрев отверждаемой детали по толщине, обеспечивается при использовании оснастки из стали и прессы.

Ключевые слова: стеклопластик, отверждение, кинетика процесса нагрева, механизмы теплопередачи, конвекция, теплопроводность

1. Введение

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) на основе волокнистых наполнителей нашли широкое применение при производстве ракетно-космической и авиационной техники [1, 2]. Наибольшее распространение получили волокнистые композиты на основе эпоксидных связующих, которые используют при изготовлении деталей, от которых требуется сочетание высокой прочности и минимальной массы [3-5]. ПКМ используются при изготовлении носовых обтекателей фюзеляжа, элеронов, силовой конструкции оперения и панелей пола, различных люков, створок шасси, рулей высоты и направления и многих других элементов. Доля ПКМ в конструкциях гражданских

самолетов в настоящее время уже превысила 50%, что позволило увеличить топливную эффективность и снизить продолжительность технического обслуживания.

В качестве армирующих материалов в ПКМ в настоящее время используются, как правило, углеродные и стеклянные наполнители, которые существенно различаются между собой по теплофизическим свойствам, что приводит к неравномерности прогрева композитной конструкции по толщине [6-9]. Авторы работ [10] провели теоретическую оценку кинетики процесса нагрева образцов из стекло- и углепластика и установили, что в начальный момент времени, значения температуры внутри стеклопластика ниже, чем на его поверхности.

^a <https://orcid.org/0009-0000-5681-524X>

^b <https://orcid.org/0000-0003-1053-4906>



Однако, в процессе отверждения имеют место экзотермические эффекты, которые приводят к тому, что температура внутри образца повышается и становится выше, чем на поверхности. Для углепластика закономерности изменения температурных полей аналогичны стеклопластикам, однако, из-за существенно меньшего значения теплоемкости и большего коэффициента теплопроводности, температурное поле по объему существенно более равномерное. Так разница в температурах на поверхности и в центре образца из стеклопластика размером 25x10x25 мм при скоростях нагрева 2°C, 3°C и 5°C составляет 22°C, 35°C и 65°C соответственно.

На кинетику процесса нагрева существенное влияние оказывает материал оснастки, которая применяется для формования и технологического оборудования, которое используется при отверждении.

В научной литературе изучению кинетики процесса нагрева при отверждении деталей из ПКМ, в том числе и стеклопластиков, уделено большое внимание [6-10], однако, подавляющее большинство исследователей рассматривали только нагрев в условиях конвекции, при котором в качестве технологического оборудования для нагрева используются сушильные шкафы (или печи). Как правило, такое оборудование применяется в условиях единичного или мелкосерийного производства. В условиях крупносерийного производства, особенно если продолжительность процесса отверждения не велика, а наряду с температурой, еще требуется прикладывать и давление, используется прессовое оборудование, которое обеспечивает нагрев в условиях теплопроводности.

Целью работы является исследование кинетики процесса отверждения деталей из стеклопластика в зависимости от механизма теплопередачи и материала оснастки.

2. Объекты и методы исследований

В работе проведена теоретическая оценка распределения температуры в процессе нагрева детали в зависимости от материала оснастки (табл. 1) и механизма теплопередачи. При отверждении по механизму теплопроводности, при которой используется прессовое оборудование, использовали оснастку из стали и для сравнения рассмотрели стеклопластик. При отверждении по механизму конвекции, при которой применяются стандартные сушильные шкафы или печи, использовали оснастку из алюминиевого сплава и также из стеклопластика.

Расчетная модель детали представляет с собой прямоугольный образец с геометрическими размерами в 200x200x20 мм из стеклопластика (табл. 1). В качестве наполнителя использован стохастический стекломат, что позволяло рассматривать данный стеклопластик, как изотропный материал. В качестве связующего использован эпоксидный состав марки ВСК-14-1, который получил широчайшее распространение в авиационной [11].

Таблица 1

Свойства материала детали и оснастки

Показатели	Материалы		
	Стеклопластик	Сталь	Алюминиевый сплав
Плотность, кг/м ³	1800	7829	2700
Удельная теплоемкость, Дж/(кг·°C)	900	460	880
Теплопроводность, Вт/(м·°C):	0,55	64	190
λ_1			
λ_2			
λ_3	0,51		
Коэффициент теплового расширения, °C ⁻¹	$0,5 \cdot 10^{-5}$	$1,13 \cdot 10^{-5}$	$2,16 \cdot 10^{-5}$

Процесс моделирования производился в CAD/CAM/CAE программе Siemens NX в приложении Пре/постпроцессор с инструментами для конечно-элементного моделирования и визуализации результатов, которое включает опорные многопрофильные рабочие потоки симуляции.

В процессе моделирования создавали геометрические и конечно-элементные модели детали и оснастки, далее задавали граничные условия и действующие тепловые нагрузки.

3. Результаты и обсуждение

На рис. 1-4 приведено распределения температур на верхней, центральной и нижней частях детали из стеклопластика при использовании оснастки из стеклопластика для условий отверждения в печи (рис. 1,2) и в прессе (рис. 3,4). Это типовое и самое распространенное оборудование, которое применяется при изготовлении деталей и изделий из ПКМ в условиях единичного, мелкосерийного и даже серийного производств.

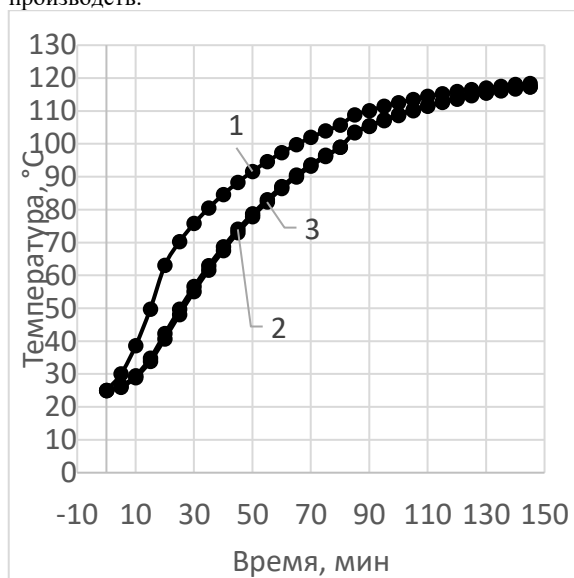


Рис. 1. Распределения температур на верхней – 1, центральной – 2 и нижней – 3 частях детали из стеклопластика при отверждении в печи с использованием оснастки из алюминия

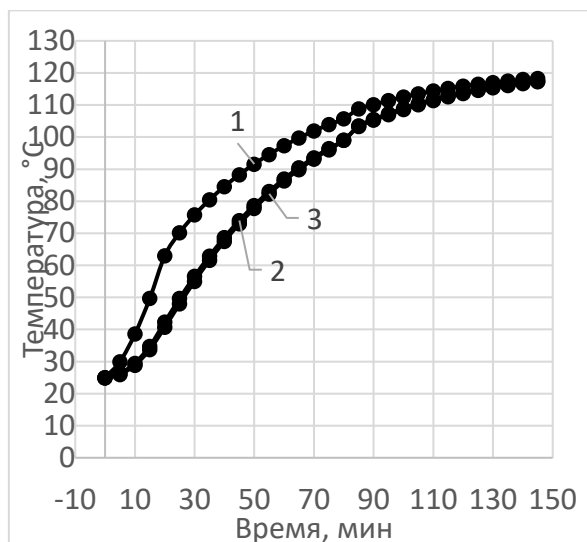


Рис. 2. распределения температур на верхней – 1, центральной – 2 и нижней – 3 частях детали из стеклопластика при отверждении в печи с использованием оснастки из стеклопластика

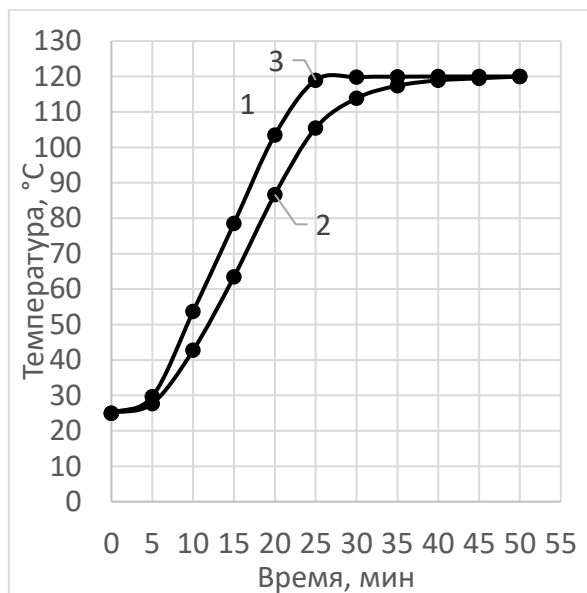


Рис 3. Распределения температур на верхней – 1, центральной – 2 и нижней – 3 частях детали из стеклопластика при отверждении под прессом с использованием оснастки из стали

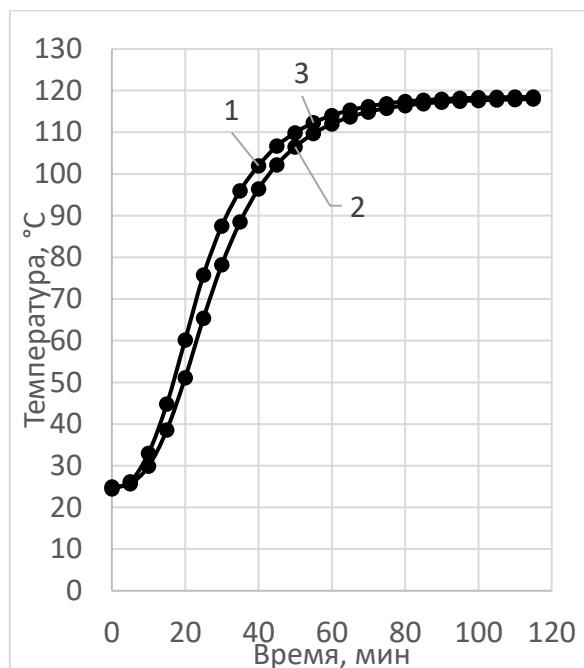


Рис 4. Распределения температур на верхней – 1, центральной – 2 и нижней – 3 частях детали из стеклопластика при отверждении под прессом с использованием оснастки из стеклопластика

В результате проведенных расчетов (см. рис. 1) установлено, что при использовании алюминиевой оснастки, верхняя часть детали прогревается за 20 мин до 66 °С и максимальная разница температур между верхней (1) и нижней (3) частями составляет около 20 °С, а между верхней (1) центральной (2) частью детали – 15 °С. Полный прогрев детали до заданной температуры отверждения в 120°С происходит за 110 минут.

Если в качестве материала оснастки использовать стеклопластик, то на 20-й минуте верхняя (1) часть детали прогревается до 62 °С и разница температур между нижней (3) частью составляет 23 °С, а с центральной (2) – 20 °С, а полный прогрев детали до заданной температуры отверждения происходит за 145 минут.

Таким образом, за счет более низкой теплопроводности стеклопластиковой оснастки, увеличивается суммарная продолжительность процесса нагрева до заданной температуры отверждения и имеет место большая разница в температурах по толщине детали по сравнению с аналогичной оснасткой из алюминиевого сплава.

На рис. 3,4 приведены аналогичные результаты расчетов при использовании оснастки из стеклопластика и металла для условий формования под прессом. В результате проведенных расчетов установлено, что нагрев до заданной температуры на прессе происходит намного быстрее (чем в печи) и с меньшей разницей температур по толщине детали. Это связано с тем, что процесс теплопередачи происходит за счет прямого контакта поверхностей оснасток с опорными плитами преса. За счет двустороннего подвода тепла верхняя и нижняя части детали нагреваются одинаково равномерно и прогрев детали в стальной оснастке происходит за 50 минут, а в



стеклопластиковой оснастке практически в два раза дольше и составляет около 105 минут. Однако, по сравнению с нагревом в печи, суммарная продолжительность нагрева на 27,6% меньше. Также меньше и перепад температур по толщине детали, который на 20 минуте нагрева составил 16°C и 9°C для оснастки из стали и стеклопластика.

4. Заключение

Разработана модель из изотропного стеклопластика и проведены расчеты, позволившие определить кинетику изменения температур на различных частях детали (верхней, средней и нижней) при использовании для нагрева двух типов оборудования: печи и прессы, в которых нагрев осуществляется по механизму конвекции и теплопроводности, соответственно. Также рассмотрено влияние на кинетику процесса нагрева материала оснастки. Если нагрев проводят в печи, то в качестве материала оснастки, как правило, применяют стеклопластик или алюминиевые сплавы. Если же процесс отверждения проводят непосредственно в прессе, то в качестве материала оснастки применяют, как правило, сталь.

В результате проведенных расчетов установлено, что для изотропной детали из стеклопластика, толщиной 20 мм, использование прессы и стальной оснастки позволяет проводить нагрев за минимальное время и при этом обеспечить наименьший разброс температур по толщине детали.

Использованная литература / References

- [1] Васильченко К.С., Резник С.В., Аунг Н.Л., Гареев А.Р. Выбор оптимального профиля лопасти несущего винта малогабаритного беспилотного вертолета // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2022. №3. С.79-86.
- [2] Агеева Т.Г., Дудар Э.Н., Резник С.В. Комплексная методика проектирования конструкции крыла многоразового космического аппарата // Технология машиностроения. 2021. №3. С.34-37.
- [3] Баженов, А.А., Берлин, А.А. Кульков, В.Г. Ошмян. Полимерные композиционные материалы. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2010. 352 с.
- [4] Баурова Н.И., Зорин В.А. Применение полимерных композиционных материалов при производстве и ремонте машин: учеб. пособие. М.: МАДИ, 2016. 264 с.
- [5] Maung P.P., Htet T.L., Malysheva G.V. Simulation and optimization of vacuum assisted resin infusion process

for large sized structures made of carbon fiber-reinforced plastic // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 709 (2). 022041.

[6] Кепман А.В., Макаренко И.В., Страхов В.Л. Экспериментальное исследование комплекса термохимических, теплофизических свойств и кинетики процесса отверждения полимерных композиционных материалов // Композиты и наноструктуры, 2016. № 8(4): С. 251-264.

[7] Мараховский П.С., Баринов Д.Я., Чуцкова Е.Ю. Отверждение многослойных полимерных композиционных материалов. Часть 2. Формование толстостенной плиты стеклопластика // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2018 (6) С. 7-14.

[8] Хасков М.А., Сафронов Е.В. Моделирование процессов отверждения термореактивных матриц на примере сложнопрофильного образца // Труды ВИАМ, 2019 №12 С.46-54.

[9] Баринов Д.Я., Майорова И.А., Мараховский П.С., Зуев А.В., Куцевич К.Е., Лукина Н.Ф. Математическое моделирование температурных полей при отверждении толстостенной плиты стеклопластика // Перспективные материалы. 2015. №4. С.5-14.

[10] Yanyan C., Nelyub V.A., Malysheva G.V. An investigation of the kinetics of the heating process for made of carbon fiber in the process of curing // Polymer Science-Series D. 2019. 12(3). PP. 296-299.

[11] Петрова А.П., Малышева Г.В. Клеи, клеевые связующие, клеевые препрег. М.: ВИАМ, 2017. 472 с.

Информация об авторах/ Information about the authors

Косимов Умидбек Дилшод угли	Ташкентский государственный транспортный университет, Ассистент кафедры «Авиационный инжиниринг» E-mail: umidbek.k@yandex.ru Tel.: +99897 761 99 16 https://orcid.org/0009-0000-5681-524X
Новиков Андрей Дмитриевич	К.т.н., доцент кафедры «Ракетно- космические композитные конструкции» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия E-mail: novikov.andrey.sm13@gmail.com
Малышева Галина Владленовна	Д.т.н., профессор кафедры «Ракетно- космические композитные конструкции» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия E-mail: malyin@mail.ru https://orcid.org/0000-0003-1053-4906



The importance of agribusiness in ensuring food security in the republic

A.T. Seyfullaeva¹, M.S. Abishov²^a

¹Karakalpakstan Institute of Agriculture and Agrotechnologies, Nukus, Uzbekistan

²Karakalpak State University, Nukus, Uzbekistan

Abstract: The article describes in detail that the government of our Republic plays an important role in agribusiness, organizing the further expansion of the production of entities contributing to the country's food shortage, and ensuring its economic and social development.

Keywords: Ensuring food security, agribusiness activities, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the World Health Organization, the agro-industrial complex and its locomotive

Respublikada oziq-ovqat xavfsizligini taminlashda agrobiznesning ahamiyati

Seyfullaeva A.T.¹, Abishov M.S.¹^a

¹Qoraqalpog'iston qishloq xo'jaligi va agrotekhnologiyalar instituti, Nukus, O'zbekiston

²Qoraqalpog' davlat universiteti, Nukus, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada Respublikamiz hukumati tamonidan agrobiznesda ish yuritish, mamlakat oziq-ovqat havfsizligini taminlashga munosib qissa qo'shayotgan sub'ektlarning ishlab chiqarishini yanada kengaytirishni tashkillashtirish, iqtisodiy va sotsial tamondan rivojlanishini ta'minlash uchun ham muhim o'rin tutishi haqida batafsil bayon qilingan.

Kalit so'zlar: Oziq-ovqat xavfsizligini taminlash, agrobiznes faoliyati, BMTning oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi tashkiloti (FAO) va Butun jahon sogliqni saqlash tashkiloti, agrosanoat majmuasi va uning lokomotivi

1. Kirish

Respublikamiz mustaqillikka erishgannan keyin, qishloq xo'jaligida bosqichma-bosqich amalga oshirilgan mutlaqo iqtisodiy islohotlar yo'nalishining doimiy rivojlanishini ta'minlashga asos boldi. Qishloq xo'jaligi korxonalarini qayta tashkillashtirish jarayonida qishloqda yakka mulkka egalik qiluvchilar sinfi shakllandi. Natijada ishlab chiqarishni yo'lga qoyishda xalqimizning mentalititiga xos va jahonning oldingi tajribasiga asoslangan bozor munosabatlari sharoitida natijali ishbilarmonlik yurita oladigan dehqon va fermer xo'jaliklari tuzildi va ular bugungi kunda qishloq xo'jaligida asosiy xo'jalik yurgizuvchi subyekt hisoblanadi [1].

Shuning bilan birga qishloq xo'jaligi ekinlari tarkibini yetishtirish natijasida oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishni ko'paytirishga asosiy e'tibor qaratiladi. Bu bo'lsa o'z navbatida qayta ishlash korxonalarini xom-ashyo, xalqni oziq-ovqat mahsulotlari bilan birga, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini eksport potensial oshirishga asos yaratti.

Oziq-ovqat xavfsizligini taminlash har bir mamlakatning milliy xavfsizligining strukturaviy qismi bo'lib hisoblanadi. Xalqni oziq-ovqat mahsulotlari bilan taminlashning yaxshilanishi ijtimoiy-iqtisodiy vazifa bo'lib, uni yechish har bir mamlakat uchun zarurli ahamyatga ega boladi.

Mamlakatning oziq-ovqat xavfsizligini taminlash siyosati o'z-o'zini oziq-ovqat mahsulotlari bilan taminlash darajasi hamda ularni import qilish darajalarini aqillilik bilan joylashtirish, mamlakat xalqni oziq-ovqat mahsulotlari bilan

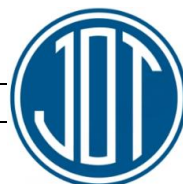
taminlashning kafolatlangan imkoniyatlarini yaratish, bunga tegishli xalqaroлик sheriklik bog'lanishlarni o'rnatish zarur hisoblanadi. Bundan tashqari bu siyosat doima takrorlanadigan turda yangilanib turadigan oziq-ovqat zahirasining yaratilishiga qaratilgan bo'ladi.

Oziq-ovqat xavfsizligini taminlashda agrobiznes faoliyati muhim rol oynaydi. Bunga tegishli O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M.Mirziyoev O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030 – yillarga mo'ljallangan strategiyasida “Qishloq xo'jaligini isloh qilish va oziq-ovqat xavfsizligini taminlash masalalari, shubhasiz, biz uchun eng zarur vazifalardan biri bo'lib hisoblanadi. Avvalambor, agrosanoat majmuasi va uning lokomotivi, ya'ni harakatga keltiradigan kuchli bo'lgan fermer xo'jaliklarini ketma-ket rivojlantirishga katta e'tibor qaratiladi”, dep aytib o'tgan. Prezident tamonidan kelajakdagi strategiyaviy zarurli vazifa sifatida ekin maydonlari va ekinlar tarkibini optimallashtirish, oldingi agrotekhnologiyalarni olib kirish va unumdorlikni oshirish, meva-poliz ekinlari va uzum yetishtirishni ko'paytirish belgilangan [2].

2. Tadqiqot usullari

Tadqiqot olib borish jarayonida abstrakt mantiqiy fikrlash, iqtisodiy-statistik, taqqoslama tahlil, monografik kuzatish va ekspert baholash usullaridan foydalanilgan.

^a <https://orcid.org/0000-0003-2903-1663>



3. Tahlil va natijalar

Oziq-ovqat xavfsizligi bu iqtisodiyotning shunday holati bo'lib, bunda jahon bozorlari tebranishiga qaramasdan bir tamondan, ilmiy asoslangan ko'rsatkichlarga mos miqdorlarda, ikkinchi tamondan tibbiy meyorlar darajasida iste'molchilarni qaniqtirish uchun shart-sharoit yaratilgan holda xalqni oziq-ovqat mahsulotlari bilan doimiy taminlash kafolati beriladi [5].

Oziq-ovqat xavfsizligiga erishishning asosiy maqsadi ichki va tashqi salbiy tasirga tegishli bo'lmagan holda qayta ishlaydigan korxonalarni xom-ashyo, xalqni oziq-ovqat mahsulotlari bilan taminlash bo'lib hisoblanadi. U hatto valyutaning yetishmasligi, chetdan mahsulotlarni olib kelishda embargo (boshqa mamlakatlar tamonidan tosiqlar qoyish) baholarning o'sishiga bog'liq bo'lmisligi kerak.

BMTning oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi tashkiloti (FAO) va Butun jahon sogliqni saqlash tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra hozirda dunoda 800 mln.dan ortiq odam, ya'ni deyarli har 8 odamning biri to'yib

ovqatlanmaydi, eng asosiy mikroelement va vitaminlar yetishmasligi masalasi bilan hayot kechirishmoqda [6].

Oziq-ovqat ta'minotida shunday murakkab jarayonlar kuzatilib turgan bir vaqtda mamlakatimizda qishloq xo'jaligi ekinlari ko'p va sifatli mahsulot olish maqsadida ishlab chiqilgan dasturlar ketma-ketlik bilan amalga oshirilib kelmoqda. Natijada 2020-yil uchun belgilangan oziq-ovqat dasturlari bo'yicha 21368,2 ming tonna poliz ekinlari, kartoshka, poliz, meva va uzum ishlab chiqarilib, bu ko'rsatkich 2019-yilda yetishtirilgan shu turdagi mahsulotlar bo'yicha (21057,7 ming tonna) 102,3 %ga oshdi.

Agarda bu ko'rsatkichlarni xalq jon boshiga solishtirganda tibbiy me'yorlar asosida iste'mol darajalariga taqqoslab tahlil qiladigan bo'lsak, 2023-yilda bosqichma-bosqich mahsulotlar iste'moli meditsinalik me'yorlar bo'yicha 113 kgni tashkil qilgan bo'lsada, ishlab chiqarish hajmi 300 kg (2,7 marta ko'p), poliz ekinlar bo'yicha tibbiy me'yorlar 19,3 kg bo'lib, ishlab chiqarish 61 kg (3,2 marta ko'p), kartoshka iste'moli me'yorlari 50,4 kg bo'lib, ishlab chiqarish hajmi 78 kgni (1,5 marta ko'p) tashkil qilgan.

1-jadval

Qoraqalpog'iston Respublikasi barcha turdagi ishlab chiqarilgan dehqonchilik va chorvachilik mahsulotlari ko'rsatkichlari [4]

№	Mahsulot turi	O'lcham birliqi	2021 y.	2022 y.	2023 y.
1		tonna	277986,0	271071,0	287103,0
	Shunda:	x	x	x	x
1.1	Bug'doy	tonna	175742,0	147216,0	165899,0
1.2	Makkajoxori	tonna	25465,0	31849,0	29878,0
1.3	Oq jo'xori	tonna	17574,0	19987,0	x
1.4	Tori	tonna	991,0	1237,0	x
1.5	Suli	tonna	0,0	0,0	x
1.6	Sholi	tonna	47206,0	52768,0	51640,0
2	Kartoshka	tonna	85700,0	89365,0	90584,0
3	Sabzavotlar, jami	tonna	286812,0	301497,0	314563,0
4	Poliz, jami	tonna	152628,0	164723,0	173474,0
5	Mevalar va rezavorlar	tonna	57889,0	61986,0	64898,0
6	Uzum	tonna	10413,0	11114,0	11531,0
7	Go'sht (sof og'irligi)	tonna	111 069,0	116 386,0	120 504,0
8	Sut	tonna	404 778,0	418 801,0	434 002,0
9	Tuxum	tonna	341 296,0	379 731,0	386 951,0
10	asal	tonna	753,0	799,3	835,9

Tahlillarga nazar tashlaydigan bo'lsak, davlatimiz rahbari tamonidan ishlab chiqilgan va amalga oshirilgan mustaqil siyosati natijasida 1991-2017 yillar davomida mahsulotlari importi deyarli 3 marta qisqardi, sug'oriladigan yerlarda g'alla maydoni 221 ming gektardan 1 mln. 405,4 ming gektarga yoki 6,4 martaga, hosildorlik 22,2 centnerdan 50,8 centnerga oshgan. Respublika bo'yicha mahsulotlar yetishtirish 1991-yilda 1,9 mln, 2000-yilda 3,9 mln., 2010-yilda 7,4 mln., 2023-yilda bo'lsa 7,6 mln. tonnani tashkil qilib, 1991-yilga solishtirganda 4 martaga. Aholi jon boshiga ishlab chiqarish bo'lsa, o'rtacha 2,7 martaga oshdi. Shuning bilan birga poliz ekinlarini yetishtirish 1991-yildagi 3.35 mln. tonnadan 2023-yilda 8,52 mln. tonnaga yoki 2,5 martaga, kartoshka yetishtirish solishtirmlari turda 351,2 ming tonnadan 2 mln. 250,4 ming tonnaga yoki 6,4 martaga, poliz mahsulotlarini yetishtirish 925,8 ming

tonnadan 1558,0 ming tonnaga yoki 1,7 martaga, meva yetishtirish 516,6 ming tonnadan 2 mln 260,9 ming tonnaga yoki 4,4 martaga, uzum yetishtirish 480,4 ming tonnadan 1322,1 ming tonnaga yoki 2,8 martaga oshishga erishildi.

Aholi jon boshiga poliz ekinlarini ishlab chiqarish 1991-yilda 138,6 kgni tashkil qilgan bo'lsa, 2023-yilga kelib bu ko'rsatkich 284,5 kg ni (1991-yilga solishtirganda 2,1 marta ko'p) tashkil qilgan, solishtirmali turda kartoshka yetishtirish 17,0 kg dan 75,5 kg ga (4,4 marta ko'p), meva yetishtirish 25,1 kg dan 75,4 kg ga (3 marta ko'p), uzum yetishtirish 23,3 kg dan 44,1 kg ga (190,0 %) oshgan. Chorvachilik yo'nalishini rivojlantirish va chorva mahsulotlarini yetishtirish bo'yichada ijobiy o'zgarishlarga erishildi.

1991-yilda respublika bo'yicha qoramollar soni 5,1 mln. (shunnan sigirlar 2,1 mln.), 2023-yilda bu ko'rsatkich 10,6



mln. (sonnan sigirlar 4,0 mln.) boshga yetib 2 hissaga, solishtirganda qoy va echkilar 10,1 mln. boshdan 17,7mln. boshga yetib 75,2 foizga, qush 35,2 mln. boshdan 52,3 mln. boshga yetib 48,5 foizdan oshgan.

Natijada xalq jon boshiga go'sht ishlab chiqarish o'rtacha 1991-yildagi 23 kg dan 2023-yil 38,7 kg ga yetib, 68,2 foizga, sut ishlab chiqarish 162 kg dan 261 kg ga yoki 62 foizga, tuxim ishlab chiqarish 114 donadan 146 donaga yoki 28,2 foizga ortdi.

4. Natija va muhokamalar

Respublikamiz hukumati tamonidan agrobiznesda ish yuritish, mamlakat oziq-ovqat havsizligini taminlashga munosib qissa qo'shayotgan subyektlarning ishlab chiqarishini yanada kengaytirishni tashkillashtirish, iqtisodiy va sotsial tamondan rivojlanishini ta'minlash uchun quyidagi yo'nalishlarga yengilliklar berilib, qo'llab-quvvatlanyapdi [3]:

-qishloq xo'jaligi mahsulotlarini yetishtiruvchilarning huquqlarini himoya qilish va natijali ish olib borish uchun amaliy yordam berish;

-oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmini ko'paytirish hamda ko'p tarmoqli fermer xo'jaliklarini rivojlantirish borasida poliz ekinlari, intensiv bog'chilik, juzumchilik, charvochilik, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlash, issixonalar tashkillashtirish borasida amalga oshirish bo'yicha asosiy dasturlar qabul qilish;

-qabul etilgan dasturlar doirasida xo'jalik subyektlariga banklar tamonidan kreditlar ajratish;

-mamlakat doirasida import o'rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarish hajmini ko'paytirish va eksportni mamlakat tamonidan qo'llab-quvvatlash va boshqalarni o'z ichiga oladi.

2-jadval

O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligida dehqon va yakka yordamchi xo'jaliklarining tutgan o'rni [4]

№	Ko'rsatkichlar	2000	2005	2010	2015	2023
1.	Dehqon xo'jaliklar soni (ming)	3293	4240	4744	4731	4831
2.	Jami yer maydoni (ming ga)	519,0	784,6	788,5	739,6	762,6
3.	Jami ekin maydoni (ming ga)	401,5	445,4	471,5	477,2	472,5
4.	Bir xo'jalikka to'g'ri keladigan ortacha yer maydoni (ming ga)	0,157	0,185	0,166	0,156	0,158
5.	Yalpi qishloq xo'jaligi mahsulotidagi ulushi (foizda)	66,0	61,7	62,9	62,6	63,6
6.	Ekin maydonlarining ulushi (foizda)	10,6	12,1	12,8	12,9	13,6

Sohada yuridik shaxs sifatida faoliyat ko'rsatayotganlar 22824 dan ortiq bo'lib, 4,5 foizini tashkil etgan. Hozir har bir dehqon xo'jaligi iqtiyorida o'rtacha 0,158 gektar suriladigan yer, 0,098 gektar ekin maydon bor. Jami hisoblanganda, yurtimizda xalq jon boshiga 0,12 gektar suriladigan yer to'g'ri keladi. FAO BMSH belgilangan kritik nuqta bo'lsa 0,053 gektar bo'lib hisoblanadi.

Dehqon xo'jaligi suriladigan yerlarning 12,5 foizini,

ekin maydonlarining 13,6 foizini band etgan holda, qishloq xo'jaligi mahsulotlarining 60-64 foizini yetishtirmoqda. Qishloq xo'jalik mahsulotlari, ayniqsa, chorvachilik, oziq-ovqat mahsulotlarini etishtirishda dehqon xo'jaligi (yakka yordamchi) xo'jaliklari yetakchi o'rin tutadi. 2020-yili ular poliz ekinlarining deyarli 69,4 foizini, poliz ekinlarining yarmidan oshigini, mevaning 61,4, uzumning 53,9 kartoshkaning 84,0, go'shtning (tirik og'irlikda) 94,0, sutning 95,9, junning 87,5, tuxumning 63,5, qorako'l terisining 89,2 foizini yetishtirdi.

5. Xulosa

Chorvachilikdagi eng muhim masala oziqaviy muommasi bo'lib hisoblanadi. Oziqaviy ekinlar maydonining chorva boshiga solishtirganda yil sayin kamayib borishi muommani yanada keskinlashtiradi. Sababi respublikamizda turizmning rivojlanishi go'sht va go'sht mahsulotlariga talabni yanada orttirishga olib keladi.

3-jadval

Chorva hayvonlari va oziqaviy ekinlar maydoni dinamikasi [4]

Ko'rsatkichlari	O'lcham birligi	Yillar				
		2000	2005	2010	2015	2023
Qoramollar	ming bosh	5281,8	6571,4	8510,8	10995,2	12471
Qoy-eschkilar	ming bosh	8863,6	11351,9	14438,3	18438,9	20640,1
Chorva uchun oziqaviy ekinlar	ming ga	429,0	290,3	320,4	327,1	243,4
1 Gektar oziqaviy ekin maydoniga to'g'ri keladigan chorva mollari						
Qoramollar	bosh	12,3	22,6	29,6	33,6	51,23
Qoy-eschkilar	bosh	20,7	39,1	45,1	56,4	84,7

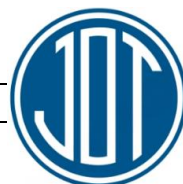
Jadvaldagi ma'lumotlardan ma'lumki, respublikamizda qoramollar, qoy-echkilar 2023-yili 2000-yilga solishtirganda 2,3 marta ko'paygan, bir oziqlik ekin maydoni deyarli 2 marta qisqargan. Bu o'rinda soni ortib borayotgan otlar, qush va boshqa jonzatlar hisobga olinmagan. Qolabersa, g'alla ekinlari va paxta hosillarining chegarasi bor. Oqibatta oziq tamiynoti yil sayin qiyinlashib, chorva mahsulotlarining va go'shtning bahosi uzluksiz ortib bormoqda.

Xulosa qilib aytish mumkin, oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmini ko'paytirish hamda ko'p tarmoqli fermer xo'jaliklarini rivojlantirish borasida amalga oshirish bo'yicha asosiy dasturlar qabul qilish zarur.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 26 apreldagi "Fermer, dehqon xo'jaliklari va tomorqa yer egalari faoliyatini takomillashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ-3680-son qarori. <https://lex.uz/ru/docs/-3698698?ONDATE=13.12.2018>

[2] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030 – yillarga mo'ljallangan strategiyasini tasdiqlash to'g'risida" Farmoni 23.10.2019 yildagi PF-5853-son.



[3] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 5-maydagi "Faol tadbirkorlik va innovatsion faoliyatni rivojlantirish uchun shart-sharoitlarni yaratish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ-3697-son qarori. <https://lex.uz/ru/docs/-3723272>

[4] Qoraqalpog'iston Respublikasi Statistika Boshqarmasi ma'lumotlari.

[5] Маркарян С.Б. Проблемы агропромышленной интеграции в Японии.— М.: Наука, 1982. - С. 70-74

[6] Fostolovich V.A. Integration of the ecological-economic approach of development strategy into the practice of agricultural enterprises management // Economy. Finances. Management: Topical Issues of Science and Practice, 2017, № 6. – 2017. p. 250-261

[7] Seyfullaeva A.T., Abishov M.S. Fermer xojalqlari agrobiznes iskerligini agrar tarawda tutqan ornı hám huqıqiy tiykarları // 2024-jıl 15-oktyabr kúni Qaraqalpaq mámleketlik universiteti, "Ekonomika" fakulteti «Ilm hám ekonomikanıń óz-ara baylanısı – modernizatsiyalıq hám innovatsiyalıq rawajlanıw tiykari» atamasında xalıqaralıq ilimiy-ámeliy anjumani MATERIALLAR TOPLAMı. [Tekst]: «Ekonomika» fakulteti. - Nókis, «BOOK PRINTS» baspası, 2024., 302-304 betler.

[8] Abishov M., Nuranov I. Agrobiznes subyektlari iskerliginiń swot-analizi. // Berdaq atındaǵı Qaraqalpaq mámleketlik universitetiniń xabarshısı, № 1(64) 2024, 79-81 betler.

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

Seyfullaeva Ayzada Tolibekovna Qoraqalpog'iston qishloq xo'jaligi va agrotekhnologiyalar instituti "Agrobiznes va buxgalteriya hisobi" kafedrası mustaqil tadqiqotchisi.
E-mail: ayzadaseyfullaeva@gmail.com
Tel.: +998(97) 220 08 19

Abishov Muxammed Sarsenbaevich Qoraqalpoq davlat universiteti "Buxgalteriya hisobi va audit" kafedrası dotsenti.
E-mail: muxammedabishov@gmail.com
Tel.: +998(88) 507 00 82
<https://orcid.org/0000-0003-2903-1663>



Applying the movement of seeds on the surface of the working body and establishing the axis of the dividing plane of the electromechanical sorting device

Sh.N. Otakhonova¹^a, G.K. Eshmatova²^b, D.E. Qurbonboeva³^c

¹Scientific-Research Institute of Agricultural Mechanization (SRIMA), Tashkent, Uzbekistan

²Chirchiq Higher Tank Command and Engineering School, Tashkent, Uzbekistan

³School No. 35, Urgench, Uzbekistan

Abstract: This article is based on the coordinates of the angle of disconnection of seeds from the working body of an electromechanical sorting device and the axis of the dividing plane of the receiving bunker, which is based on the sorting of seeds of agricultural crops by the action of an electric field.

Keywords: sorting device, electric field, electrodes, voltage, planting seeds, technical fraction

Elektromexanik saralagich qurilmasining bo'lish tekisligi o'qini asoslash va urug'larni ish organi yuzasidagi harakatini tatbiq etish

Otaxonova Sh.N.¹^a, Eshmatova G.K.²^b, Qurbonboyeva D.E.³^c

¹Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent, O'zbekiston

²Chirchiq oliy tank qo'mondonlik muhandislik bilim yurti, Toshkent, O'zbekiston

³35-sonli umumta'lim maktabi, Urganch, Uzbekistan

Annotatsiya: Ushbu maqolada qishloq xo'jalik ekinlari urug'ini elektr maydon ta'sir ettirilib saralashga asoslangan elektromexanik saralagich qurilmasining ish organidan urug'larni uzilish burchaklari va qabul qilish bunkerining bo'lish tekisligi o'qining koordinatalari asoslangan.

Kalit so'zlar: saralash qurilmasi, elektr maydon, elektrodlar, kuchlanish, urug'lik chigit, urug'lik fraksiya, texnik fraksiya

1. Kirish

Qishloq xo'jalik ekinlari urug'larini saralash sifatini oshirish uchun amalda turli usullardan foydalanib kelinmoqda. Bu usullar ichida elektr maydon ta'sir ettirilib saralashni ham samarali deb aytish mumkin. Keyingi yillarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlarning ko'rsatishicha, aynan chigitlarning elektrofizik xossalari kelib chiqib ularga elektr maydoni yordamida ishlov berish yangi prinsipga asoslangan, yuqori samaradorlikka ega saralash, tabaqalash, zararsizlantirish texnologiyalarini yaratish imkonini berishi mumkinligini ko'rsatmoqda. Shuningdek, olib borilgan tadqiqotlar dalada terib olingan dastlabki paxta xom ashyosini elektr maydonida saralash orqali bir vaqtning o'zida undan olinadigan urug'lik chigitning va qimmatbaho paxta tolasining sifatini yaxshilash mumkinligini ko'rsatadi [1]. Qarama-qarshi ishorali elektrodlar orasida ma'lum bir masofa bo'lishi kerak. Bu o'z navbatida ish organi dielektrik qismining yuzasiga vintsimon shaklda yo'nilgan ariqchalar orasidagi masofaga to'g'ridan-to'g'ri bog'liq [2]. Shuni hisobga olib, Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot institutida tuksiz chigitlarni saralaydigan elektromexanik saralash qurilmasi tajriba nusxasi ish organida elektrodlar orasidagi masofani aniqlash uchun

dielektrik halqalar yuzasiga yo'nilgan ariqchalarini turli kenglikda tayyorlab, tajribalar o'tkazildi [3].

2. Tadqiqot metodikasi

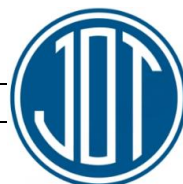
Ma'lumki, urug'larni ish organi yuzasidan uzilish burchaklari elektr saralagich qurilmasining konstruktiv o'lchamlari va ish rejimlari o'zgarishiga bog'liq, ularning fizik-mexanik xossalari (massasi, geometrik o'lchamlari, zichligi va energiya ko'rsatkichi) bog'liq bo'lib, saralash texnologik jarayonida ish organi yuzasidan har xil burchaklarga burilganda uziladi [4]. Shuni hisobga olib, elektromexanik saralagich qurilmasida saralangan urug'larni alohida-alohida, ya'ni urug'lik va texnik fraksiyaga ajratish uchun qabul qilish bunkerini bo'lish tekisligi o'qining koordinatalarini to'g'ri tanlash lozim [5].

Tajribalar davomida avval bajarilgan tadqiqot ishlari tahlil qilinib, ish organi yuzasiga "γ" burchak ostida yo'nilgan ariqchalarga 16, 13 va 10 mm li kenglikda, diametri 7 va 5 mm bo'lgan elektrod sim o'ralib, urug'lar elektr saralagich qurilmasidan o'tkazildi. Elektr saralagich qurilmasi ish organi aylanishlar soni elektron taxometr yordamida o'lchanganda 20, 30 hamda 40 ayl/min, 3000 V,

^a <https://orcid.org/0009-0005-6407-4193>

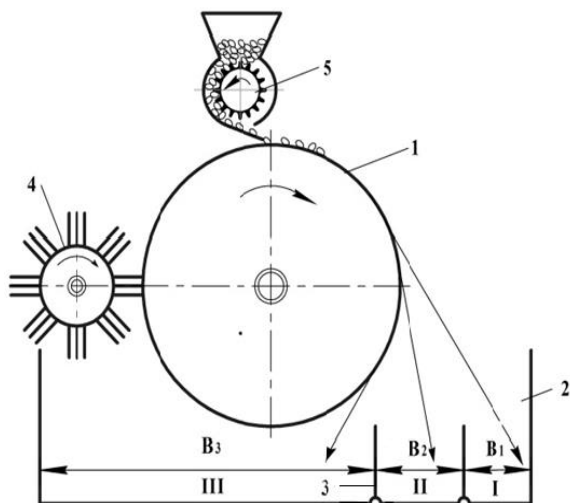
^b <https://orcid.org/0009-0004-0674-3769>

^c <https://orcid.org/0009-0005-6724-9649>



4000 V hamda 5000 V kuchlanish berilganda urug'larining ish organi yuzasidan uzilish burchaklari o'zgarishi kuzatildi. Qabul qilish bunkerining mos fraksiyalariga ajralgan urug'lar miqdori aniqlanib, olingan eksperimental tadqiqot natijalari kompyuter dasturlari va differensial bog'lanishli matematik ifodalar yordamida tahlillar o'tkazildi.

1-rasmda ish organi diametri 340 mm, aylanishlar soni 40 min⁻¹, qarama-qarshi elektrodlar orasidagi kuchlanish 4000 V ga teng bo'lganda, massasi har xil, ya'ni 40-65, 80-110, 120-140 mg ga teng bo'lgan tuksiz chigitlarni elektromexanik saralagich qurilmasining ish organi yuzasidan uzilish burchaklarini o'zgarish chegaralari tasvirlangan.



1-rasm. Har xil massali tuksiz chigitlarni ish organi yuzasidan uzilish burchaklarining o'zgarish chegaralari:

1-ish organi; 2-qabul qilish bunker; 3-bo'lish tekisligi; 4-cho'tka; 5- yuklash bunker. B₃) 40 - 60 mg; B₂) 80 - 110 mg; B₁) 120 - 140 mg massali ajralgan urug'lar

Rasmda tasvirlangan sxemadan ko'rinib turibdiki, tuksiz chigitlar massasiga bog'liq ravishda ish organi yuzasidan har xil burchaklarda uzilayapti. Bu o'z navbatida qabul qilish bunkerini bo'lish tekisligi o'qining koordinatalarini to'g'ri tanlash orqali, ish organi yuzasidan har xil burchaklarda uzilgan tuksiz chigitlarni urug'lik va texnik fraksiyalarga aniq ajratish imkonini beradi.

3. Tadqiqot natijalari

Qabul qilish bunkerining bo'lish tekisligi o'qi maqbul qiymatga erishguncha tajribalar davom ettirilib, olingan natijalar o'zaro taqqoslandi. Qabul qilish bunkerining mos fraksiyalariga qancha miqdorda urug'lar ajralgani elektron analitik tarozi yordamida o'lchab olindi. Bo'lish tekisligi ish organi valining markaziga nisbatan gorizontal tekislikda 170 mm masofaga o'rnatilganda, fraksiyaga kelib tushgan urug'lar asosan birinchi fraksiyaga ko'p miqdorda ajraldi, ya'ni massasi bo'yicha og'ir urug'lar miqdori ikkinchi fraksiyaga qaraganda ikki baravar ko'p bo'ldi. Uchinchi fraksiyaga esa deyarli tushmadi.

Qabul qilish bunkerining ish organi valining markaziga nisbatan gorizontal tekislikda 270 mm masofaga o'zgartirilganda esa, fraksiyaga kelib tushgan urug'lar asosan uchinchi (texnik) fraksiyaga ko'p miqdorda ajraldi, ya'ni massasi bo'yicha urug'lik chigit hisoblangan urug'lar

ham texnik fraksiyaga tushib qoldi. Bu qiymat ikkinchi fraksiyaga qaraganda ikki baravar ko'p bo'ldi. Birinchi fraksiyaga esa deyarli tushmadi.

Bundan xulosa qilish mumkinki, qabul qilish bunkerini bo'lish tekisligi o'qining koordinatalari ish organi valining markaziga nisbatan gorizontal tekislikda 220 mm ga teng bo'lganda elektromexanik saralagich qurilmasida tuksiz chigitlarni urug'lik va texnik fraksiyaga aniq ajratishga erishiladi.

Ilmiy manbalardan ma'lumki, qishloq xo'jalik ekinlari urug'larini saralash qurilmasining yuklash bunkerini sirpanish taxtasidan aylanayotgan baraban yuzasiga kelib tushganda, ularning o'zaro ta'siri natijasida uch xil harakat kuzatiladi: urug' barabandan sirpanib orqada qolib harakatlanadi ($V_u < V_b$); urug' baraban bilan birgalikda harakatlanadi ($V_u = V_b$) va urug' barabandan sirpanib ilgari lab harakatlanadi ($V_u > V_b$).

Jadvalda ish qalanish burchagi bir xil, massasi har xil bo'lgan tuksiz chigitlarni elektromexanik saralagich qurilmasining ish organi yuzasidagi harakatini keltirib chiqarilgan matematik ifodalar bo'yicha tadqiq etish natijalari keltirilgan.

1-jadval

Har xil massali tuksiz chigitlarni ish organi yuzasidagi harakatini nazariy tadqiq etish natijalari

Urug'lik chigit massasi m, mg	40-65	80-110	120-140
Yig'indi elektr kuchining qiymati, ΣF , N	$569 \cdot 10^{-6}$		
Sirpanib orqada qolib harakatlanish burchagi α_2 , gradus	15°30' - 17°30'	18°30' - 19°45'	20°30' - 20°45'
Sirpanib ilgari lab harakatlanish boshlangan burchagi, α_3 , gradus	56°49' - 62°34'	58°40' - 53°43'	51°41' - 50°15'
Ish organi bilan birga harakatlanish burchagi, α_b , gradus	39°19' - 47°04'	34°43' - 38°30'	29°30' - 31°41'
Ish organi yuzasidan uzilish burchagi, α_4 , gradus	116°04'	88°30'	81°30'
Ish organidan uzilish vaqtdagi tezligi, V_u , m/s	1,48	1,26	0,99

Jadvalda keltirilgan natijalardan ko'rinib turibdiki, tuksiz chigitlarni massasiga qarab, ularni saralagich qurilmasining ish organi yuzasidagi harakatining xarakteri ham o'zgarayapti. Masalan, massasi 40-65 mg ga teng bo'lgan tuksiz chigit tezligi ish organining chiziqli tezligiga 15°30' - 17°30' burchakka burilganda tenglashsa, massasi 80-110 mg va 120-140 mg ga teng bo'lgan chigitlarni tezligi

ish organining chiziqli tezligiga, mos ravishda, $18^{\circ}30' - 19^{\circ}45'$ va $20^{\circ}30' - 20^{\circ}45'$ burchakka burilganda tenglashayapti. Ya'ni massasi kichik bo'lgan tuksiz chigitlarni ish organi bilan birga harakati, massasi katta bo'lgan chigitlarga nisbatan, oldinroq boshlanayapti. Shu bilan birga, massasi 40-65 mg ga teng bo'lgan tuksiz chigitlar ish organi bilan $39^{\circ}19' - 47^{\circ}04'$ birgalikda harakatlanib, uning yuzasidan $116^{\circ}04'$ burchakka burilganda 1,48 m/s tezlik bilan uzilsa, massasi 80-110 mg va 120-140 mg ga teng bo'lgan chigitlar ish organi bilan $34^{\circ}43' - 38^{\circ}30'$ va $29^{\circ}30' - 31^{\circ}41'$ birga harakatlanib, uning yuzasidan $88^{\circ}30'$ va $81^{\circ}30'$ burchakka burilganda, 1,26 va 0,99 m/s tezlik bilan uzilayapti.

Olingan natijalardan ko'rinish turibdiki, massasi har xil bo'lgan tuksiz chigitlarni saralagich qurilmasining ish organi yuzasidagi harakati bir-biridan tubdan farq qiladi. Shuning uchun ularni ish organining yuzasidan uzilish burchaklari ham farq qilib, har xil burchaklarda uzilayapti.

4. Xulosa

1. Elektromexanik saralagich qurilmasida elektrodga beriladigan kuchlanishning belgilangan qiymatini urug'larni saralash texnologik jarayonini amalga oshirishda asosiy omillardan biri sifatida qarash mumkin.

2. Tuksiz chigitlarni fizik-mexanik xossalari bo'yicha elektromexanik saralagich qurilmasining ish organi yuzasidagi harakati va uzilish burchaklarini bir-biridan farq qilishi, ularni urug'lik va texnik fraksiyaga aniq ajratish hamda yuqori sifatli, biologik xossalari bir-biriga yaqin bo'lgan sara urug'liklar olish imkonini beradi.

3. Ish organi diametri 340 mm, aylanishlar soni 40 min⁻¹, qarama-qarshi ishorali elektrodga beriladigan kuchlanish qiymati 4000 V, elektrodlar diametri 5,0 mm va orasidagi masofa 10,0 mm ga teng bo'lganda, sifatli tuksiz chigitlardan sifatli tuksiz chigitlarni ajratib olish ta'minlanadi.

4. Qabul qilish bunkerini bo'lish tekisligi o'qining koordinatalari ish organi valining markaziga nisbatan gorizontal tekislikda 220 mm va vertikal tekislikda 250 mm masofaga o'rnatilib, balandligi 225 mm ga teng bo'lganda elektromexanik saralagich qurilmasida tuksiz chigitlarni urug'lik va texnik fraksiyaga aniq ajratishga erishiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] A.A.Yusubaliyev, O.J.Primov, O.Qurbonboyev. Urug'lik chigitga elektr maydonida ishlov berish – T.: "Adabiyot uchqunlari", 2017. – B. 184 b.

[2] A.T.Rosaboyev Letuchkalarni triboelektrik qurilmada saralashning ilmiy va texnologik asoslari. – T.: "Adabiyot uchqunlari", 2015. – B. 6-7

[3] Айдаров Ш.Г. Исследование сортирования опущенных семян хлопчатника в электрокоронном барабанном сепараторе: Автореф. дис. ... канд.тех. наук. – Челябинск, 1973. – 21 с.

[4] ЁҚХ-Фтех-2018-49 "Qishloq xo'jalik ekinlari urug'ini qobiqlash texnologik jarayonining ilmiy asoslarini rivojlantirish" mavzusidagi yosh olimlar fundamental loyiha bo'yicha 2018 yil uchun oraliq hisobot. – Gulbahor, 2018, – 86 b.

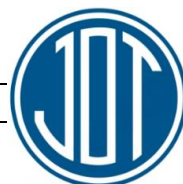
[5] Юсубалиев А. Разработка электротехнологических методов подготовки семян хлопчатника: Автореф. дис. ... докт.техн. наук. – Ташкент, 2007. – 35 с.

[6] Sh.G.Aydarov, Sh.N.Otaxonova Elektromexanik usulda saralaydigan qurilmada tuksiz chigitlarni saralash. International Journal of Education, Social Science & Humanities. – Finland Academic Research Science Publishers. – Volume-11, Issue-7 – 2023

[7] Sh.N.Otaxonova, D.E.Qurbonboyeva Tuksiz chigitlarni geometrik o'lehamlari tahlili/ Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda innovatsion texnika va texnologiyalardan foydalanishning muammolari va istiqbollari. Respublika ilmiy amaliy anjumani maqolalar va tezislar to'plami. – Qarshi, 2024-yil 3-4-may. – B 160-164.

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

Otaxonova Shaxodatxon / Shakhodatkhan Otakhonova	Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy tadqiqot instituti tayanch doktoranti, (PhD) E-mail: shahodatotaxonova6@gmail.com Tel.: +99890-139-70-08 https://orcid.org/0009-0005-6407-4193
Eshmatova Gavhar / Gavhar Eshmatova	Chirchiq oliy tank qo'mondon-muhandislik bilim yurti, Texnika fanlari falsafa doktori (PhD), o'qituvchi E-mail: eshmatovagavhar@gmail.com Tel.: +99890-930-81-77 https://orcid.org/0009-0004-0674-3769
Qurbanboyeva Dilfuza / Dilfuza Qurbanboyeva	Urganch tumani 35- umumta'lim maktabi fizika o'qituvchisi E-mail: dilfuzaqurbanboyeva3013@gmail.com Tel.: +99888-513-30-13 https://orcid.org/0009-0005-6724-9649



Increasing the reliability of UzTE16M diesel locomotives used in the Republic of Uzbekistan

N.S. Zayniddinov¹^a, U.I. Abdulatipov¹^b, U.U. Yulchiev¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article discusses the issue of increasing the durability of a diesel engine by preventing malfunctions caused by insufficient preparation of coolant in the cooling system of the UzTE16M diesel locomotive and foreign elements moving with water in the system.

Keywords: diesel locomotive, diesel engine, cooling system, coolant, water filter, control valve

O'zbekiston Respublikasida foydalanilayotgan UzTE16M teplovozlari dizellarini chidamliligini oshirish

Zayniddinov N.S.¹^a, Abdulatipov U.I.¹^b, Yo'ichiev U.U.¹^c

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada UzTE16M teplovozi sovutish tizimidagi sovutish suvi talab darajasida tayyorlanmaganligidan va tizimda suv bilan harakatlanayotgan begona elementlar tufayli kelib chiquvchi nosozliklarni oldini oish orqali dizel dvigatelni chidamliligini oshirish masalasi ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: teplovoz, dizel dvigatel, sovutish tizimi, sovutish suvi, suv filtri, nazorat qilivchi klapan

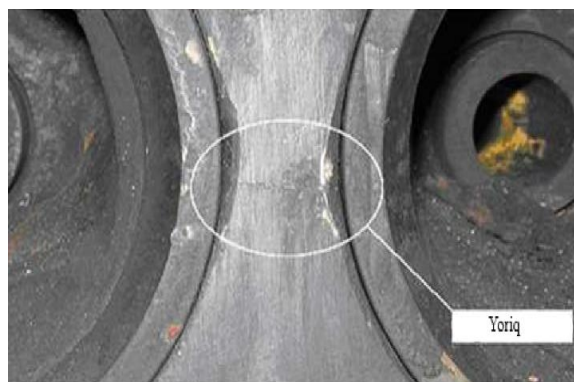
1. Kirish

Barcha turdagi transportda, jumladan, temir yo'lda tashish jarayonlari bajarish yuqori aniqlik va eng qisqa muddatlarda amalga oshirilishi zarur. Bugungi kunda tashish hajmi, harakatlanish tezligi va lokomotivlarning sutkalik yurish vaqti ortganligi sababli, ularning chidamliligiga talablartobora kuchayib bormoqda. Dizel dvigatellarining uzal va agregatlarining chidamliligini oshirish dolzarb hisoblanadi. Elektrlashtrilmagan temir yo'l uchastkalarida teplovozlardan foydalaniladi. Mamlakatimizdagi elektrlashtirilmagan temir yo'l uchastkalari Navoiy, Urganch va Qo'ng'iro't lokomotiv depolari hududiga to'g'ri keladi va ular og'ir iqlim sharoitiga ega bo'lib, bu hududlarda suvning qattiqligi juda yuqoridir[1]. Respublikamiz temir yo'llarining ushbu elektrlashtrilmagan hududlarida yuk tashish harakatlanuvchi tarkibi sifatida UzTE16M va TE10M teplovozlardan foydalanilmoqda. Ushbu teplovozlari dizel dvigateli sovutish tizimini ishonchligi va samaradorligini oshirish dolzarbdur.

Teplovozlari uzellari va agregatlarining nosozliklarni oldini olish uchun sovutish suvini tayyorlashga qo'yilgan talablarga qat'iy rioya qilish va sovutish tizimidagi suvni toza holatda saqlash bilan erishiladi[2].

Oddiy suvdan dizel dvigateli sovutishda foydalanib bo'lmaydi, chunki uning tarkibida aralashmalar va mineral tuzlar ko'p bo'lib, ular isitiladigan qismlar bilan aloqa qilganda nakip va korroziya qatlamini hosil qilishi mumkin. Qattiq nakip va zang issiqlik o'tkazuvchanligini pasaytiradi va metall elementlarning isitish haroratini oshiradi, shuningdek metallni korroziyaga olib keladi. Haddan

tashqari issiqlik natijasida dizel dvigateli qismlarida yoriqlar paydo bo'ladi va bu dizel uning samaradorligi pasaytiradi. Nosozliklarga misol qilib 1-rasmda D49 dizel silindrining qopqog'i yorilishi ko'rsatilgan.



1-rasm. D49 dizel silindrining qopqog'i yorilishi

D49 turdagi dizel dvigatellari qo'llanilgan UzTE16M va boshqa teplovozlarning dvigatellarini sovutish uchun suvdan foydalanish O'zbekiston Temir yo'llarida suv tayyorlash bo'yicha "Yo'riqnoma"sida ko'rsatilgan texnologiyaga muvofiq sanoat korxonasining deposida yoki laboratoriyasida tayyorlanadi. Suvning fizik-kimyoviy xususiyatlariga qo'yilgan talablar 1-jadvalda ko'rsatilgan.

^a <https://orcid.org/0000-0002-4700-3175>

^b <https://orcid.org/0009-0009-9730-1064>

^c <https://orcid.org/0009-0004-0835-1830>

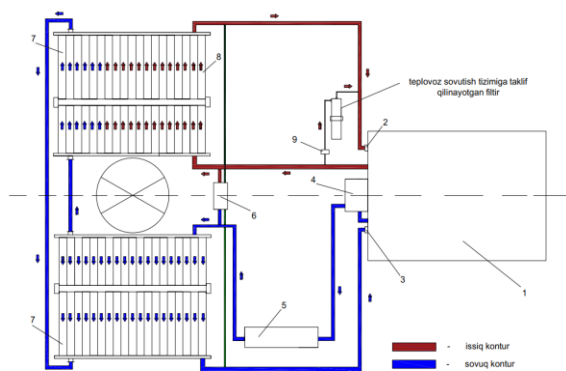
1-jadval
Suvning fizik-kimyoviy xususiyatlariga qo'yilgan talablar

Ko'rsatgichlar	Dizel bloklari	
	Chugunli	Alyuminli
Umumiy qattiqlik, mg-ekv/l, dan ko'p bo'lmagan	0,2	0,2
Xlorid miqdori (xlorig), mg/l, dan ko'p bo'lmagan	30	30
Ishqoriylik: fenoltalein uchun	1,5-2,5	ruksat berilmagan
pH uchun	10,8-11,2	7-8
Fasfat angidrid miqdori, P ₂ O ₅ , mg/l	15-25	15-25
Xromad angidrid miqdori, CrO ₃ , mg/l	ruksat berilmagan	800-1000
Natriy nitrit miqdori, NaNO ₂ , mg/l	2500-3000	ruksat berilmagan

Sovutish suvining sifati depo yoki sanoat korxonasining laboratoriyasi tomonidan nazorat qilinadi. Suvdagi xloridlar miqdori 50 mg/l dan ortiq va qattiqligi 0,3 mg.ekv/l dan yuqori bo'lgan hollarda drenajlanadi va toza suv bilan almashtiriladi[3].

2. Tadqiqot metodikasi

Dizel dvigatel orqali o'tadigan suv suv yo'li devorlari yuvadi. Dizel dvigatel sovutish tizimida talab darajasidagi suv foydalanilmaganligidan suv yo'li devorida nakip va zang elementlari paydo bo'ladi. Suvning bosimi va tezligi kattaligi sababli suv yo'li devorlaridagi qattiq tuz bo'laklari va dizel blokining korroziyalanishidan hosil bo'lgan elementlarni joyidan ko'chiradi va bu bo'laklar suv tizimida aylana boshlaydi. Ushbu qattiq tuz bo'laklari va quvurlar korroziyalanishidan hosil bo'lgan elementlar silindr qopqog'i, havo sovutgich, issiqlik almashgich va radiatorning kichik suv yurish quvurlariga tiqilib qoladi, oqibatda sovutish suvi isitish elementlaridan issiqlikni etarlicha yoki umuman ola olmaydi. Sovutish tizimidagi suvda begona elementlarni ushlab qolish uchun UzTE16M teplovozi sovutish tizimiga taklif etilayotgan suv filtra 2-rasmda ko'rsatilgan.



2-rasm. UzTE16M teplovozig'a taklif etilayotgan sovutish tizimi

UzTE16M teplovozi sovutish tizimida ikkita issiq va sovuq kontur mavjud[4]. Issiq konturda sovutish suvining

aylanishi markazdan qochma nasos 2 tomonidan ta'minlanadi, u suvni havo kirish kollektoriga, slindr vtulkasiga, slindr qopqog'iga, gaz chiqish kollektoriga va turbokompressorga yuboradi. Issiq suv sovutish kamerasining chap tomonida joylashgan 8 radiator qismlarida sovutiladi va suv nasosining so'rilishiga kiradi. Suv baki 6 suv tizimidagi suv bosimining ortishini bartaraf etish uchun mo'ljallangan, xamda u konturlarni bir biri bilan bog'laydi.

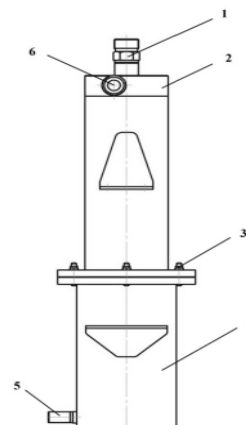
Sovuq konturda sovutish suvining aylanishi markazdan qochma nasos 3 tomonidan ta'minlanadi, u suvni havo sovutgichlariga 4 va dizel moyini sovutish uchun dizel orqasida bog'langan quvur liniyasi orqali issiqlik almashtirgichga 5 yuboradi. Issiq suv sovutish radiatorlari o'ng tomonida va qisman chap tomonida joylashgan 7 radiator qismlarida sovutiladi va suv nasosining so'rilishiga kiradi.

Suv filtriga kelayotga suv oqimini nazorat klapi 9 orqali boshqariladi. Suv baki 6 germetikligi yo'qolgan quvurlar ulanish joylaridan oqqan va bug'ga aylangan suv o'rni to'ldirish uchun mo'ljallangan,

UzTE16M teplovozi sovutish tizimiga taklif qilinayotgan filtrning suv kirish quvuri issiq suv konturidagi dizel dvigatelidan 1 keyin, issiq suvning radiatorga 8 kirish joyidan oldin o'rnatiladi va chiqish quvuri issiq suv konturida sovugan suvning radiatoridan 8 chiqish joyidan keyin va dizel dvigateli 1 oldin o'rnatish uchun mo'ljallangan.

3. Natija va muhokamalar

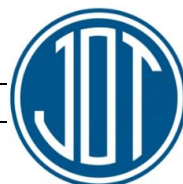
Taklif etilayotga filtri ikki qismdan iborat magnit apparati va gidrosiklon. Dvigatelda o'zgaruvchan yuklanishlar mavjud shuning uchun magnit apparatlar va gidrotsiklon orqali o'tuvchi o'zgaruvchan sovutish suvi oqimiga nazorat klapi o'rnatish magnit apparat va gidrotsiklonning texnik xususiyatlariga muvofiq optimal suv oqimini o'rnatish imkonini beradi.



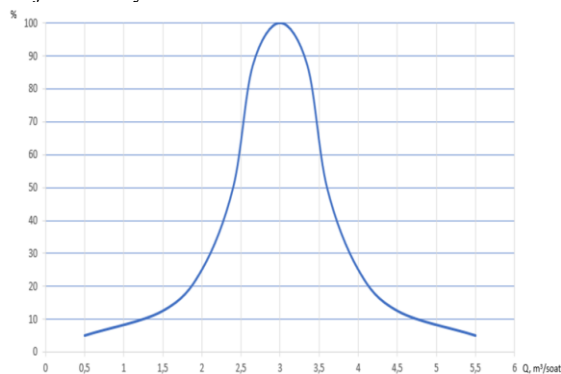
3-rasm. Suv filtrining asosiy elementlari

1-chiqish quviri; 2-filtrning korpusi; 3-cho'kindi kamerasining gaykasi; 4-cho'kindi kamerasining korpusi; 5-cho'kindi kamerasining to'kish quvuri; 6-kirish quviri

Ishchi bo'shlig'ida sovutish suvi tezligining pasayishi tizimdagi aylanma suvning butun hajmini magnit maydon bilan qayta ishlashning pasayishiga olib keladi va tezlikning oshishi magnit maydonlarning magnit apparatning ish bo'shlig'idagi suyuqlikning ma'lum hajmiga ta'sirini



kamaytiradi, bu ham magnit(antipiretik) ta'sirni sezilarli darajada kamaytiradi.



4-rasm. Magnit bilan ishlov berish samaradorligining magnit apparat orqali oqim tezligiga bog'liqligi

Sinov ishlari shuni ko'rsatadiki magnit apparatning samaradorligi suv oqimiga bog'liqligi ko'rsatilgan. Magnit bilan ishlov berishda 100% samaradorlikka erishish uchun suv filtdan soatiga 3m³ suv oqib o'tishi zarur.

Dvigatelning suv nasosining o'zgaruvchan rejimlaridan qat'i nazar, ishlov beriladigan suyuqlikni nazorat klapi bilan sozlash maksimal samaradorlikka erishishga imkon beradi.

4. Xulosa

Teplovoz sovutish tizimi uchun suv filtri juda muhim komponent hisoblanadi. Suv filtri teplovoz dizel dvigatelini ishinchililigini oshiradi. Filtr sovutish tizimining ichki qismlarida korroziya paydo bo'lishining oldini oladi. Sovutish suyuqligi toza bo'lganda, uning issiqlikni samarali olib chiqish va atmosferaga sovutish seksiyalari orqali issiqlikni tarqatishi yaxshilanadi. Dvigatelning optimal haroratda ishlashini ta'minlaydi. Sovutish suyuqligini toza bo'lishi dizel dvigatelini umumiy ishlash muddatini uzaytiradi. Bu esa teplovozning rejadani tashqari ta'mirga kirishini oldini oladi. Dvigatelning suv nasosining o'zgaruvchan rejimlaridan qat'i nazar, ishlov beriladigan suyuqlikni nazorat klapi bilan sozlash maksimal samaradorlikka erishishga imkon beradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Зайниддинов Н.С., Мўминов А.Т., Абдулатипов У.И., Повышение надёжности тепловозов

ТЭП-70БС, используемых в Республике Узбекистан //Железнодорожный транспорт: актуальные вопросы и инновации, №2 2024.

[2] Абдрахманов Р.Ф., Влияние техногенеза на качественное состояние подземных вод урбанизированных территорий // Водные ресурсы. – 1998. – Т. 25. – № 3. – С. 339–344.

[3] У.И. Абдулатипов, Н.С. Зайниддинов, Б.Х. Эркинов, Б.Т. Кулманов, Неисправности дизелей тепловозов, эксплуатируемых в условиях республики узбекистан и пути их предотвращения //Второй международной научно-технической конференции «железнодорожный подвижной состав: проблемы, решения, перспективы», 22.04.2023.

[4] Дорофеев В.М., Тепловозные дизели семейства Д49 //Конструкция, техническое обслуживание, ремонт: учебное пособие, В.М. Дорофеев. – М.:ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. – 378 с.

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

Zayniddinov Nuriddin Savranbek o'g'li
Toshkent davlat transport universiteti
"Lokomotivlar va lokomotiv" kafedrasida
dotsenti
E-mail: nuriddin24@mail.com
Tel.: +99893-583-77-85
<https://orcid.org/0000-0002-4700-3175>

Abdulatipov Ulug'bek Islomjon o'g'li
Toshkent davlat transport universiteti
"Lokomotivlar va lokomotiv" kafedrasida
doktranti.
E-mail: ulugbek69719497@gmail.com
Tel.: +99899 602-53-93
<https://orcid.org/0009-0009-9730-1064>

Yo'ldchiyev Umidjon Ulug'bek o'g'li
Toshkent davlat transport universiteti
"Lokomotivlar va lokomotiv" kafedrasida
doktranti
E-mail: umidshox9272@gmail.com
Tel.: +99891 190-01-41
<https://orcid.org/0009-0004-0835-1830>



Technical control of gas balloon car service processes

B.N. Mirzaev¹^a, Z.A. Zulfiqorova²^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Andijan machine building institute, Andijan, Uzbekistan

Abstract:

This article presents the results of an analysis on improving technical supervision during the maintenance of gas cylindrical vehicles. The study identified technical maintenance issues related to vehicle safety, energy efficiency, and compliance with environmental requirements. In particular, the importance of technical regulations for checking the condition of gas cylinders, controlling pressure levels, timely identification of damaged components and their replacement is indicated. It was also noted that the implementation of technical maintenance using modern equipment and automated systems will increase efficiency. The results of this study serve as the basis for the development of proposals and recommendations aimed at ensuring safe and stable operation of gas cylindrical vehicles.

Keywords:

Gas cylinder cars, maintenance, diagnostics, pressure, component testing

Gaz ballonli avtomobillarni texnik xizmat jarayonining texnik nazorati

Mirzayev B.N.¹^a, Zulfiqorova Z.A.²^b

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

²Andijon mashinasozlik instituti, Andijon, O'zbekiston

Annotatsiya:

Mazkur maqolada gaz ballonli avtomobillarga texnik xizmat ko'rsatish jarayonida texnik nazoratni takomillashtirish bo'yicha tahlil natijalari keltirilgan. Tadqiqot davomida avtomobillarning xavfsizligi, energiya samaradorligi va ekologik talablarga mosligi bilan bog'liq texnik xizmat ko'rsatish muammolari aniqlangan. Xususan, gaz ballonlarining holatini tekshirish, bosim darajasini nazorat qilish, shikastlangan komponentlarni o'z vaqtida aniqlash va ularni almashtirish bo'yicha texnik reglamentlarning ahamiyati ko'rsatib o'tilgan. Shuningdek, texnik xizmatning zamonaviy asbob-uskunalar va avtomatlashtirilgan tizimlar yordamida amalga oshirilishi samaradorlikni oshirishi qayd etilgan. Ushbu tadqiqot natijalari gaz ballonli avtomobillarning xavfsiz va barqaror ekspluatatsiyasini ta'minlashga qaratilgan taklif va tavsiyalar ishlab chiqishda asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar:

Gaz ballonli avtomobillar, texnik nazorat, diagnostika, bosim, komponentlarni tekshirish

1. Kirish

Gaz ballonli avtomobillar atrof-muhit himoyasida an'anaviy benzin va dizel yoqilg'isi bilan ishlaydigan avtomobillarga qaraganda ekologik jihatdan toza hisoblanadi. Ular chiqindi gazlar va atmosferaga chiqariladigan zararli moddalarni kamaytiradi. Texnologiyani takomillashtirish orqali bu jarayonni yanada xavfsizroq va samaraliroq qilish mumkin.

Gaz ballonli avtomobillarda xavfsizlik bo'yicha tizimlar noto'g'ri ishlatilsa yoki texnologik nuqsonlar mavjud bo'lsa, avariya xavfi yuqori bo'lishi mumkin. Ayniqsa, gazning portlash xavfi yoki zaharlanish xavfi ko'payadi. Shuning uchun gaz tizimlarini nazorat qilish va avtomobillarning texnik holatini muntazam tekshirish texnologiyalarini takomillashtirish haydovchilar va yo'lovchilar xavfsizligini oshiradi.

Gaz ballonli avtomobillarda iqtisodiy samaradorlik, yonilg'i tejamkorligi va iqtisodiy jihatdan qulayligi bilan ham ajralib turadi. Texnologiyani takomillashtirish va nazorat tizimlarini rivojlantirish orqali bu iqtisodiy afzalliklarni saqlab qolishi hattoki oshirishi ham mumkin.

Avtomobillarning gaz ballonlari va ularning ishlash tizimlarini doimiy monitoring qilish va nazorat texnologiyalarini takomillashtirish tizimlarning xizmat muddatini uzaytirishga yordam beradi. Shuningdek, avtotransport vositalarining samarali ishlashi va texnik xizmat ko'rsatishning osonlashishi bilan foydalanuvchilar uchun qulaylik yaratadi va bu tizim ishonchligini tashkil etadi.

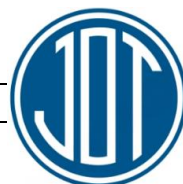
Global tendensiyalariga dunyo ekologik va xavfsizlik talablari tobora oshib borayotgani sababli gaz ballonli avtomobillarni yanada xavfsiz va ishonchli qilish dolzarb masalalardan biri bo'lib qolmoqda. Shu bois texnologik yangiliklar, avtomatlashtirilgan monitoring va boshqaruv tizimlarini joriy etish talab qilinadi.

Ushbu sabablar gaz ballonli avtomobillar xavfsizligini oshirish va nazorat qilish texnologiyasini takomillashtirish zarurligini ko'rsatib beradi

Jahonda avtotransport vositalarini ekologik toza yoqilg'i turlari, shu jumladan siqilgan tabiiy gaz bilan ta'minlash borasida qator tadbirlar amalga oshirilmoqda, avtomobillarni gaz bilan to'ldirish kompressor stansiyalarining soni 670 taga yetdi va avtotransport

^a <https://orcid.org/0009-0002-7341-5453>

^b <https://orcid.org/0009-0009-1203-6610>



vositalarining 50 foizdan ortig'i muqobil yoqilg'i sifatida siqilgan tabiiy gazdan foydalanmoqda.

Gaz ballonli avtomobillarning yagona nazorat tizimini yaratish va shu bilan bir qatorda gaz ballonli avtomobillarga texnik xizmat ko'rsatish jarayonida texnik nazoratini kuchaytirish bilan ishlab chiqarish samaradorligini oshirish xavfsizlikni ta'minlashdan iborat.

Ushbu sohada xavfsizlik masalalarini tartibga solish uchun O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining "Gaz ballonli avtomobillarni nazorat qilish texnologiyasini takomillashtirish bilan uning xavfsizligini orttirish qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risida" 2017 yil 11 oktyabrda 815-son qarori va "Transport vositalarini majburiy texnik ko'rikdan o'tkazish tartibini takomillashtirishga doir qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risida" 2017 yil 22 dekabrda 1010-son qarori qabul qilindi. Shu bilan birga avtomobillarni gaz bilan to'ldirish va ularni nazorat qilish texnologiyasini yoki metodlarini takomillashtirish bilan xavfsizligini orttirish, shuningdek, eskirgan gaz ballonlardan foydalanish oqibatida belgilangan talab va tartiblarni buzish holatlari uchramoqda. [1].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu tadqiqotlar avtomobillarning xavfsizligi, yoqilg'i samaradorligi, ekologik tozaligi va texnologik taraqqiyotini ko'zlab o'tkaziladi. Quyida gaz ballonli avtomobillarni nazorat qilish bo'yicha tadqiqotlar olib borgan asosiy tashkilotlar va olimlarni sanab o'tish mumkin:

Fawzi M. Al-Naima, Mohannad M. Hasan Ushbu ikki olim dissertatsiya ishida RFID texnologiyasiga asoslangan yoqilg'i tarqatish tizimini taqdim etadi. Tizim yoqilg'i quyish jarayonini yaxshilashi mumkin. Buni ancha oson, xavfsiz va ishonchli qilish uchun. Ma'lum miqdordagi yoqilg'i miqdorini belgilash orqali ruxsatsiz yoqilg'i quyishning oldini oladi. [2]

Tomas B. Reed va Randell L. Perry: Ushbu ikki olim gaz ballonli transport vositalari uchun alternativ yoqilg'i texnologiyalari bo'yicha chuqur tadqiqotlar olib borgan. Ularning ishlari gaz ballonlarida saqlanadigan tabiiy gaz va vodorod kabi yoqilg'ilarni samarali boshqarish bo'yicha muhim amaliy tajribaga ega. [3]

Argonne National Laboratory (AQSh): Bu laboratoriyada avtomobil dvigatellari va gaz ballon texnologiyalari bo'yicha keng qamrovli tadqiqotlar olib boriladi. Ular gaz ballonli avtomobillarning energiya samaradorligi va chiqindilarni kamaytirish bo'yicha ishlanmalar yaratgan. [4]

German Aerospace Center (DLR): Germaniya aviatsiya va kosmonavtika markazi (DLR) gaz ballonli avtomobillarni tadqiq qilishda yuqori darajada faol bo'lib, ular gaz yoqilg'isi tizimlarini optimallashtirish, energiya tejash va uglerod chiqindilarini kamaytirishga qaratilgan nazariy va amaliy tadqiqotlar olib borgan. [5]

European Alternative Fuels Observatory (EAFO): EAFO Yevropada gaz ballonli transport vositalarini rivojlantirish va nazorat qilish bo'yicha ma'lumotlar to'plash va tahlil qilishda yetakchi markazlardan biri hisoblanadi. Ular gaz ballonli avtomobillar va boshqa alternativ yoqilg'i tizimlari bo'yicha tadqiqotlarni faol olib boradi. [6]

Ushbu tashkilotlar va olimlar gaz ballonli transport vositalarini yanada xavfsiz, samarali va ekologik jihatdan toza qilish yo'lida katta hissaga ega.

Bugungi kunda olimlar gaz ballonli avtomobillar xavfsizligini oshirish uchun turli texnologiyalar va tadqiqotlarni amalga oshirmoqda. Quyida ular qilayotgan asosiy ishlarga qisqacha to'xtalib o'tamiz:

Yuqori mustahkamlikdagi materiallarga ega bo'lishlik, bunda gaz ballonlarining asosiy xavfi portlash xavfi bo'lib, bu ko'pincha ballonning sifati yoki dizaynidan kelib chiqadi. Shuning uchun olimlar yuqori bosimga chidamli, yengil va uzoq muddat xizmat qiladigan yangi kompozit materiallar ishlab chiqmoqda. Hozirgi kunda ballonlarning ko'p qatlamli dizaynlaridan foydalanilmoqda. Ular ballon ichidagi gazning sizishidan himoya qiladi va strukturaviy mustahkamlikni oshiradi [7]. Datchiklar tizimida gaz ballonlarining harorati va bosimi muntazam ravishda monitoring qilinadi. Yangi datchik texnologiyalari ballon ichidagi gazning bosimi yoki haroratini nazorat qilish va favqulodda holatlarda avtomatik ogohlantirish yoki gaz chiqarish tizimini ishga tushirish imkonini beradi. Internet texnologiyalar tizimlari orqali real vaqtda avtomobillarning gaz ballonlarini uzoqdan kuzatish mumkin. Bu tizim nosozliklarni oldindan aniqlash va ta'mir yoki xavfsizlik choralari vaqtida ko'rish imkonini beradi. [8]

Avtomatik xavfsizlik tizimlari, favqulodda gaz chiqarish ya'ni ba'zi tizimlar ballonlarda bosim yoki harorat kritik darajaga yetganda avtomatik ravishda ortiqcha gazni chiqarib yuboruvchi tizimlar bilan jihozlangan. Bu portlashning oldini oladi va xavfsizlikni oshiradi. Yong'in va portlashga qarshi tizimlarda ko'plab yangi dizaynlar yong'inga chidamli bo'lib, ballon ichidagi gazni xavfsiz tarzda chiqarib yuborish imkonini beradi. [9]

Kompyuter modellash va simulyatsiya qilish. Bunda modellash vositalari orqali olimlar ballonlar xavfsizligini o'rganishda kompyuter modellash va simulyatsiya vositalaridan foydalanadi. Bu orqali gaz ballonlarining ekstremal sharoitlarda qanday tutishini oldindan ko'rish va dizaynni takomillashtirish imkonini beradi. [10]

Simulyatsiya qilish: Gaz ballonli transport vositalarining turli vaziyatlardagi simulyatsiyasi real hayotda yuz berishi mumkin bo'lgan hodisalarni model qilib, xavfsizlik choralari ko'riladi. [11]

Qonunchilik va yangi xavfsizlik standartlari. Olimlar va mutaxassislar xalqaro xavfsizlik standartlarini yangilash va kuchaytirish bo'yicha ishlamoqda. Yangi talablar va texnologiyalar yordamida ishlab chiqaruvchilar xavfsizlikni yaxshilashga majbur bo'lmoqda. [12]

Bu yo'nalishlar bo'yicha olib borilayotgan tadqiqotlar va yangi texnologiyalar gaz ballonli avtomobillarning xavfsizligini oshirishda muhim qadam hisoblanadi.

3. Natija va muhokamalar

Ilmiy tadqiqot ishini olib borish jarayonida gaz ballonli avtomobillarni texnik xizmat jarayonining texnik nazorati bo'yicha materiallarni sifati va chidamliligi quyidagicha turlarga bo'lib ko'rib chiqamiz. Kompozit ballonlar chelik ballonlarga qaraganda 30% bardoshli va engil bo'lib, lazer texnologiyasiga asoslangan datchiklar gaz sizib chiqishini aniqlashda 90% aniqlikka ega bo'ladi.

Ilmiy tadqiqotlar natijasida gaz ballon tizimlarining nosozlik sabablarini aniqlash va ularga qarshi chora-tadbirlar ishlab chiqishga qaratilgan.

Nosozliklarning tasnifi: Bular quyidagicha tasniflanadi; 35% texnik xizmatning yetishmasligi sababli.



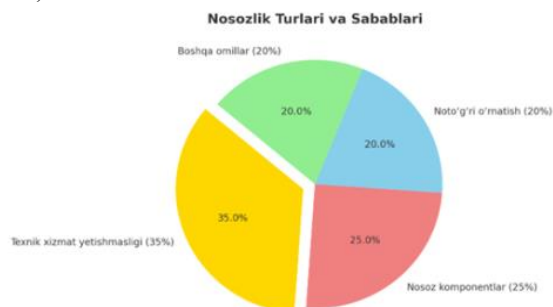
25% nosoz komponentlar tufayli.

20% noto'g'ri o'rnatish natijasida yuzaga keladi.

Sinov natijalaridan asosiy maqsad gaz ballonli avtomobillarni texnik holatini aniqlash va ularga ko'rsatiladigan texnik xizmat ko'rsatish jarayonini yana ham takomillashtirishdan iborat va bu o'z navbatida xavfsizlik talabini ortishiga xizmat qiladi.

Sun'iy intellekt asosidagi monitoring tizimlari diagnostika jarayonlarini 60% tezlashtirdi.

Kompozit ballonlar va avtomatlashtirilgan xavfsizlik tizimlari portlash xavfini 50% ga kamaytirdi(1-rasm).



1-rasm. Nosozlik turlari va sabablari

Yuqoridagi diagramma gaz ballon tizimlarining nosozlik turlari va ularning sabablarini ko'rsatadi. Natijalar quyidagicha:

- Texnik xizmat yetishmasligi - Nosozliklarning eng katta qismi (35%) texnik xizmat ko'rsatishning yetarli darajada amalga oshirilmaganligi sababli yuzaga keladi.
- Nosoz komponentlar - 25% holatlarda texnologik jihatdan sifatsiz yoki nosoz komponentlardan foydalanish muammoga sabab bo'ladi.
- Noto'g'ri o'rnatish - 20% nosozliklar montaj jarayonidagi xatoliklarga bog'liq.
- Boshqa omillar - Qolgan 20% boshqa omillar, masalan, eskirgan materiallar va ekstremal sharoitlar bilan bog'liq.

Gaz ballondagi metan gazi silindrlarining texnik tavsiflari keltirilgan, bu erda o'rtacha mukammallik koeffitsienti (massa va hajm nisbati) = 0,65, ya'ni. 100 litrli silindrning og'irligi taxminan 65 kg bo'ladi. Biz tajriba sinovlarimiz davomida quyidagicha jadvalga ega bo'ldik.

1-jadval

Gaz ballondagi metan gazi silindrlarining texnik tavsiflari

Hajm, l	Gaz quvvati, m ³	Ta-shqi diametri, mm	Uzunlik, mm	Og'irligi, kg	Mak.s. ish bosimi, MPa	Sinov bosimi, MPa
47	11,75	326	860	33,6	20	30
50	12,5	326	900	35,2	20	30
67	16,75	326	1140	44,6	20	30
80	20	326	1360	53,2	20	30
100	25	326	1660	65	20	30
123	30,75	326	2000	78,4	20	30
67	16,75	398	840	45,6	20	30
80	20	398	965	52,3	20	30
85	21,25	398	1015	55	20	30

96	24	398	1125	61,1	20	30
100	25	398	1165	63,5	20	30
132	33	398	1485	80,5	20	30
160	40	398	1765	99,5	20	30
185	46,25	398	2005	108,5	20	30

4. Xulosa

Gaz ballonli avtomobillarni texnik xizmat jarayonlarining texnik nazorati samarali va tizimli boshqaruvni talab qiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, gaz ballonli transport vositalarining xavfsizligi va samaradorligini ta'minlashda texnik xizmat ko'rsatish bosqichlarining muvofiqligi muhim ahamiyatga ega. Asosiy e'tibor ballonlarning holati, ularning foydalanish muddati va yaroqliligi, gaz o'tkazish tizimlarining xavfsizligi va ularga xizmat ko'rsatish qoidalariga rioya qilinishiga qaratilishi lozim.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Hamraqulov Yorqin Murtazaqulovich., Yaxyoeva Madina Qochqorovna., "Improving safety through the systematic organization of maintenance work for gas cylindrical vehicles", Oriental Renaissance: innovative, educational, natural and social sciences. 2021., p 62-67. www.oriens.uz

[2] Azimov Akmal., Kamolova Mahliyo Akbar kizi. "Analysis of the Main Design Parameters for Improving the Operational Indicators of Gas Cylinder Cars" Mechanics and Technology Scientific Journal, Special Issue 2023, № 1 (4)., p 125-130.

[3] B.I. Bazarov, R.N. Axmatjanov and A. Azimov., "Methods of improving the performance indicators of vehicles with gas cylinders with a universal fuel supply system". Available online at: www.isca.in, www.isca.me Received 13th August 2023, revised 20th September 2023, accepted 9th October 2023.

[4] Ismatov J.F. Qobilov J.X., Abdurasulov E.X., Muhammadiyev U.Sh. , "Increasing safety by systematical organization of maintenance of gas cylinder vehicles". "Экономика и социум" №11(90) 2021 www.iupr.ru

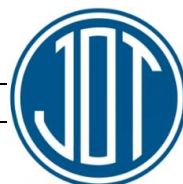
[5] Ravi M, Muralidharan A, and Arun S. "Composite Gas Cylinders for Automotive Vehicles - Current Status of Adoption of Technology and Way Forward". SAE International journal, India. 2020, p 203-215.

[6] Saidpur, Nilphamari, Bangladesh., "Natural Gas Driven Vehicles Safety and Regulatory Regime –Challenges in Bangladesh", JOURNAL OF MATERIALS AND ENGINEERING STRUCTURES 4 (2017) 113–120.

[7] Venttsel, E.S., Tutygin, A.G., Boxes, V.B., 2010, Advantages and disadvantages of the analysis method of hierarchies, Natural and exact sciences, 1(122), pp.108-115.

[8] Jedermann R., Ruiz-Garcia L. and Lang W. (2009) "Spatial temperature profiling by semi-passive RFID loggers for perishable food transportation" Computers and Electronics in Agriculture 65(2): 145-154.

[9] Zhang C., Li S. and Qu J. (2019) "Safety traceability system of characteristic food based on RFID and EPC internet of things" International journal of online and biomedical engineering 15(5): 119-126.



[10] Odilova Shakhnoza Shannon kizi. "Indicators of the Efficiency of Using Compressed Natural Gas Fuel as Motor Fuel," Mechanics and Technology Scientific Journal, Special Issue 2022, No. 2 (2).

[11] G. Casella, B. Bigliardi, and E. Bottani, 'The evolution of RFID technology in the logistics field: a review', Procedia Computer Science, vol. 200, pp. 1582–1592, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.01.359.

[12] B. Yang, J. Tang, X. Dong, S. Li, R. Gu, and J. Hao, 'Power Inspection Design by Internet of Things and RFID Technology in Smart City', Microprocessors and Microsystems, vol. 96, p. 104510, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.micpro.2022.104510.

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

Mirzayev Bahodir / Bahodir Mirzaev	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomobil va avtomobil xo'jaligi" kafedrası dotsenti, t.f.n, dotsent E-mail: mbn19545555@gmail.com https://orcid.org/0009-0002-7341-5453
Zulfiqorova Guldona / Guldona Zulfiqorova	Andijon mahinasozlik instituti "Transport logistika" kafedrası tayanch doktoranti E-mail: guldonazulfiqorova0@gmail.com Tel.: +998 94 529 44 66 https://orcid.org/0009-0009-1203-6610



The concept of developing an automated national information system for operational management of freight transportation

Sh.Sh. Kamaletdinov¹^a, M.O. Sharapova¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article presents the concept of creating an Automated National Information System for Operational Management of Freight Transportation (ANISOMFT). Existing issues of the current system (ASOMT) are analyzed, including insufficient data accuracy, reliance on human factors, and limited integration capabilities. The proposed solutions involve the use of Internet of Things (IoT) technologies, low-power wide-area networks (LPWAN), big data analysis, and enhanced cybersecurity. Functional models of the transportation process and algorithms for automated data processing are examined. ANISOMFT aims to improve management accuracy, reduce costs, and enhance the quality of logistics services.

Keywords: ASOMT, ANISOMFT, freight transportation, data quality, transportation process model, information support, data flow, data transmission, road model, railway sections

Концепция разработки автоматизированной национальной информационной системы оперативного управления грузовыми перевозками

Камалетдинов Ш.Ш.¹^a, Шарапова М.О.¹

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье представлена концепция создания автоматизированной национальной информационной системы оперативного управления грузовыми перевозками (АНИСОУГП). Исследуются существующие проблемы действующей системы (АСОУП), включая недостаточную точность данных, зависимость от человеческого фактора и ограниченные возможности интеграции. Предложенные решения включают использование технологий Интернета вещей (IoT), сетей с низким энергопотреблением (LPWAN), анализ больших данных и усиление кибербезопасности. Рассматриваются функциональные модели перевозочного процесса и алгоритмы автоматической обработки данных. АНИСОУГП направлена на повышение точности управления, снижение затрат и улучшение качества логистических услуг.

Ключевые слова: АСОУП, АНИСОУГП, грузовые перевозки, качество данных, модель перевозочного процесса, информационное обеспечение, поток данных, передача данных, модель дороги, железнодорожные участки

1. Введение

Одной из составных частей АСУЖТ является автоматизированная система оперативного управления перевозками (АСОУП), которая предназначена для создания и поддержания в реальном времени информационной модели перевозочного процесса, прогнозирования и текущего планирования эксплуатационной работы предприятий дороги.

Данная система была первой попыткой построить глобальную систему управления железнодорожным транспортом в целом. По замыслу разработчиков в АСОУП должна была собираться и храниться информация обо всех перемещаемых объектах железнодорожного транспорта, к которым относятся: вагоны, грузы, контейнеры, поезда, локомотивы, отправки. Информация в базу данных системы должна была поступать с помощью макетов-сообщений с использованием протокола AP-70.

Опираясь на информационно-вычислительные центры (ИВЦ), на всех дорогах сети функционирует автоматизированная система оперативного управления перевозками (АСОУП). Она предназначена для автоматизированной подготовки и представления информации о перевозочном процессе руководителям и оперативным работникам управлений дороги, РЖУ и станций, для оперативного управления и регулирования перевозками. Информационной основой АСОУП дороги является машинная модель перевозочного процесса на полигоне дороги. Передается информация о составе поездов (телеграммы-натурные листы сведения о прицепках и отцепках групп вагонов), об операциях с поездами (прибытие, расформирование, готовность к отправлению, отправление и т.д.), о локомотивах (изменение состояния, объединение и разъединение секции и др.), о грузовой работе (погрузка, выгрузка).

^a <https://orcid.org/0000-0002-4004-9736>

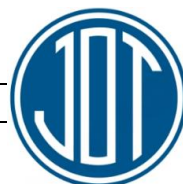




Рис. 1. Схема информационных пунктов и пунктов свершения операций

АСОУП обеспечивает информацией практически все уровни управления через существующие системы на станциях и других линейных предприятиях, а также путем взаимодействия с системами верхнего уровня. АСОУП смежных железных дорог взаимодействует друг с другом таким образом, чтобы в конечном итоге на сети железных дорог функционировала единая автоматизированная система оперативного управления перевозками.

Информационная модель отражает текущее состояние эксплуатационной работы полигона. В ней выделены станции, имеющие непосредственную связь с ИВЦ (сортировочные, крупные грузовые, участковые, станции-пункты учета перехода поездов и вагонов с дороги на дорогу), и участки между ними. Предусмотрено взаимодействие АСОУП с автоматизированными системами управления (АСУ) нижнего уровня (типа АСУ сортировочными станциями), АСОУП соседних дорог и автоматизированной системой управления отраслевого уровня посредством автоматического обмена данными по каналам связи между ИВЦ, главным вычислительным центром (ГВЦ), с другими вычислительными системами.

Информационная база данных АСОУП (рис. 2) состоит из следующих моделей перевозочного процесса (МПП):

Поездная модель дороги (ПМД)

Включает в себя информацию о составах поездов и операции с ними на протяжении следования. Информационные пункты по фактическим операциям отправляют сообщения в АСОУП. После переработки данных поездная модель дороги отражает состояние поездного положения на дороге. Процессы от начала формирования поездов до расформирования фиксируются системой по индексу поезда. Ведется история работы каждого поезда.

Вагонная модель (ВМД)

Как элемент вагоны учитываются пономерным способом. Операции, производимые с вагонами, фиксируются информационными пунктами. В качестве нормативно-регулирующего массива информации служит автоматизированный банк данных парка грузовых вагонов (АБД ПВ).

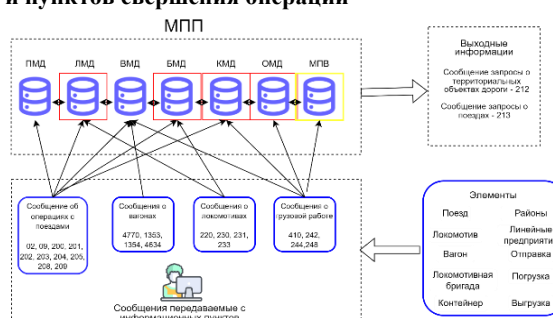


Рис. 2. Модель перевозочного процесса на основе АСОУП

Локомотивная модель дороги (ЛМД)

Локомотивная модель дороги служит для обеспечения дислокации локомотива, среднесуточной производительности локомотива в грузовом движении в тонно-километрах, пробег локомотива по всем видам ремонта, среднесуточный пробег в грузовом движении и по видам тяги. Таким образом в зависимости от состояния локомотивов контролируется обеспечение поездов локомотивами. Информации в модели обновляются на основе сообщений, отправляемых с информационных пунктов.

Контейнерная модель дороги (КМД)

Контейнерная модель дороги обеспечивает следующую информацию для организации перевозок грузов:

1. Текущее состояние контейнера;
2. Дислокация контейнера;
3. Поиск контейнера по вагонам;
4. Работа с контейнером.

Бригадная модель дороги (БМД)

Бригадная модель дороги (БМД) отвечает за оперативный контроль локомотивных бригад грузового движения (ОКДБ) и их дислокацию на участках работы. Задачи ОКДБ включают в себя учет и контроль локомотивных бригад, следя за их режимом труда и выполнением графика работы. Важным аспектом является учет отработанных часов машинистами и помощниками, а также анализ использования рабочего времени и времени отдыха в пунктах оборота и приписки.

Отправочная модель дороги (ОМД)

Отправочная модель дороги служит для пономерного контроля каждой отправки и продвижением отправительских и ступенчатых маршрутов.

Модель погрузки и выгрузки

Модель погрузки и выгрузки позволяет решать следующие задачи:

- пономерной информационной модели погрузки и выгрузки вагонов станциями дороги;
- учет грузовой работы станций и отделений, дороги с подготовкой суточных оперативных отчетов;
- оперативный контроль за ходом грузовой работы;
- оперативный контроль грузовой работы в пределах дороги, территориальных центров управления, станций и важнейших клиентов;
- учет изменения состояния вагонного парка, необходимый для учета вагонных парков.

К сожалению, из анализа существующей системы АСОУП в АО УТИ можно сделать вывод что не все перечисленные задачи используются или представляемые информации не совсем достоверны. Это проблема касается для определенных задач и заключается в эксплуатации системы. Не все станции оборудованы средствами передачи информации, поэтому за эти станции, у которых их нет, передают другие. Чтобы система работало оперативно и достоверно надо своевременно информировать о сделанных операциях. А при, передачи информации с других станций, по практике видно, что не всегда информации точны и не передавались вовремя или вообще забываются о передаче.

В настоящее время на железной дороге используются поездная и вагонная модели.



Рис. 3. Техничко-технологические проблемы информационного обеспечения модели перевозочного процесса

Диаграмма (рис. 3) показывает, что проблемы с информационным обеспечением перевозочного процесса вызваны целым рядом причин, которые можно разделить на две основные категории: проблемы, связанные с людьми и проблемами связанными с техникой. К человеческому фактору относятся зависимость от людей, недостаток гибкости и интеграции. К техническим относятся неудовлетворительное качество данных, надежность и отсутствие реального времени.

Ниже диаграмма (рис. 4) представляет собой существующую схему потока данных. Оператор отправляет информацию о поезде (локомотив, вагон) в АСОУП. Оперативные работники могут получить информацию непосредственно либо по телефону, либо через АСОУП. ЛПР – лица, принимающие решение, являются к примеру диспетчера.

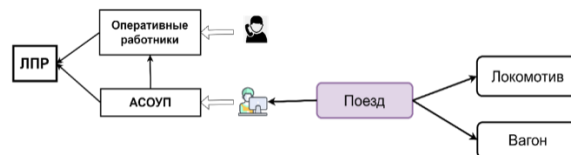


Рис. 4. Схема потока данных

Предлагается разработать автоматизированную национальную информационную систему оперативного управления грузовыми перевозками (АНИСОУГП), которая будет включать подсистемы автоматического сбора, обработки и выдачи данных. АНИСОУГП будет иметь следующие преимущества по сравнению с АСОУП (рис. 5):

- Постоянное обновление;
- Свободная интеграция;
- Анализ больших данных;
- Кибербезопасность;
- Использование современных СПД.



Рис. 5. Направление развития информационного обеспечения модели перевозочного процесса

Постоянное обновление

Это означает, что данные и системы, используемые для информационного обеспечения, должны постоянно обновляться и поддерживаться в актуальном состоянии. Это связано с тем, что условия перевозок, расписания, тарифы и другие параметры могут часто меняться. Исходя из этого, информация должна всегда быть свежей, чтобы решения принимались на основе актуальных данных.

Свободная интеграция

Это говорит о том, что система должна иметь способность легко взаимодействовать с другими системами и бесперебойно обмениваться данными.

Анализ больших данных

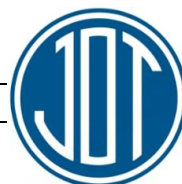
Использование больших объемов данных, собранных в процессе перевозок, для выявления закономерностей, трендов и скрытых взаимосвязей. Это позволяет принимать более обоснованные решения, оптимизировать маршруты, снижать затраты и повышать эффективность работы.

Кибербезопасность

Это относится к защите информационных систем и данных от несанкционированного доступа, кибератак, вирусов и других угроз. Транспортные системы часто являются критически важными объектами, поэтому обеспечение их кибербезопасности является приоритетной задачей. Необходимо защищать все системы от хакеров и вирусов, чтобы они работали без сбоев и утечек информации.

Использование современных СПД

Использование современных СПД подразумевает применение новейших технологий для передачи данных между различными компонентами транспортной системы. Это может включать в себя высокоскоростные сети, беспроводные технологии, облачные решения и т.д.



2. Методология исследования

Решения программного обеспечения и сети передачи данных были рассмотрены в работах автора [1-3]. Техническое обеспечение включающий в себя датчиков и антенн, отражено в работах [4-6]. В работах [8-10] рассмотрены вопросы функционирования автоматических систем мониторинга подвижного состава и контейнеров с использованием технологий интернета вещей (IoT).

Чтобы добиться всего перечисленного необходимо выбрать наилучшую сеть IoT [7].

Основными и популярными сетями IoT (рис. 6) являются:

- Глобальные сети с низким энергопотреблением (LPWAN);
- Сотовая связь (2G, 3G, 4G, 5G);
- Zigbee;
- Bluetooth и BLE;
- Wi-Fi;
- RFID.

Глобальные сети с низким энергопотреблением (LPWAN)

Данная технология обеспечивает дальнюю связь (до 15 км) и низкие энергозатраты на отправляемые и входящие информации. Данная технология достаточно новая, но уже в данный момент используется на мировом уровне для отслеживания активов, мониторинга окружающей среды, управления объектами, обнаружения присутствия, мониторинга расходных материалов.

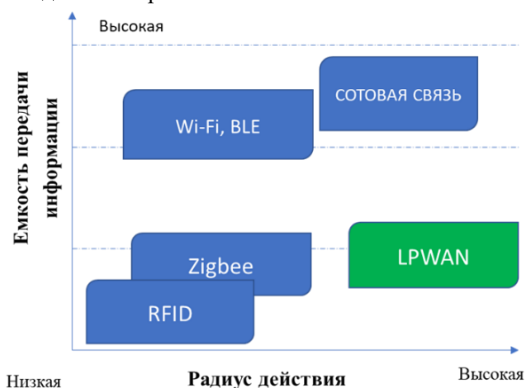


Рис. 6. Диаграмма сравнения беспроводных видов связи по емкости передачи информации

Сотовая связь (2G, 3G, 4G, 5G)

Мобильная связь – достаточно долго используется обществом зарекомендовав себя надежным видом связи. Основными преимуществами являются дальность действия и объем передаваемой информации. Так как дальность действия и объем передаваемой информации больше, по сравнению с другими технологиями, соответственно увеличиваются эксплуатационные расходы и энергозатраты.

Zigbee и другие сетевые протоколы

Zigbee – беспроводная связь среднего расстояния действия (<100 м) и эффективно используется в настоящее время для автоматизации дома, интеллектуального освещения, управления энергопотреблением и домашними датчиками.

Bluetooth и BLE

BLE хорошо известный вид беспроводной сети,

который действует на короткие расстояния и является Low-Energy типом связи, предназначенные для небольших потребительских IoT приложений.

Wi-Fi

Еще одна среди популярных беспроводных технологий с высокоскоростной передачей данных. Используется для подключения гаджетов, датчиков для умного дома и для распределения интернета.

RFID

Радиочастотная идентификация состоит из двух основных элементов метка и считывателя информации с меток. Расстояния до 10 метров. Метка прикрепляется к объекту идентификации, тем самым осуществляется идентификация объектов по местонахождению.

По результатам анализа (рис. 7) самым оптимальным вариантом является применение LPWAN, который может обеспечить информацией диспетчерский персонал для принятия решений по управлению перевозками.



Рис. 7. Сравнительные характеристики технологий LPWAN

Следующим этапом выбора является выбор конкретного вида сети относящегося к LPWAN. К LPWAN относятся беспроводные сети: LoRaWAN, Sigfox и NB-IoT.

Структуру АСМПК будем строить по принципам моделей без данных (рис. 8). Модель системы разрабатывается с учетом основных выходных данных. Правильная структуризация значительно повышает эффективность функционирования системы.

Структура АСМПК состоит из следующих моделей:

- Поездная модель дороги;
- Локомотивная модель дороги;
- Вагонная модель дороги;
- Контейнерная модель дороги.

Локомотивная модель дороги (ЛМД).

Входящей информацией для локомотивной модели служат данные, отправляемые с датчиков, установленных на локомотивах. Они передают расположение локомотивов на железнодорожных участках. Следует отметить, что датчики, устанавливаемые на локомотивы, обслуживаются со стороны компании UZGPS, и данные принимаются с сервера данной компании. Осуществляется первичная проверка нахождения локомотива в составе поезда, затем информация сохраняется в базе данных.

Таким образом, в зависимости от состояния локомотивов, контролируется обеспечение поездов локомотивами.

Поездная модель дороги (ПМД)

ПМД включает в себя информацию о составах поездов и операциях с ними на протяжении следования. Информация о поезде идентифицируется на основе

датчика локомотива. Данные о поезде проверяются по базе данных автоматизированной национальной информационной системы оперативного управления грузовыми перевозками (АНИСОУГП). Если локомотив прикреплен к определенному поезду, система ведет учет поезда по движению локомотива по участку.

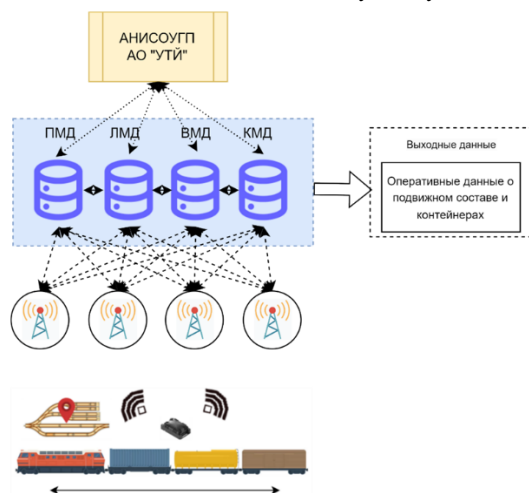


Рис. 8. Структура автоматической системы мониторинга подвижного состава и контейнеров
Вагонная модель дороги (ВМД)

Первичная информация для вагонной модели дороги отправляется с датчиков локации и с датчиков состояния (порожний или груженный). Информация о местонахождении и состоянии вагона является

ключевой. После первичной проверки входящей информации система ведет специальную историю движения и состояния вагона. Основным источником технических характеристик вагонов служит автоматизированный банк данных парка грузовых вагонов (АБД ПВ). Этот банк представляет собой совокупность информационных баз, содержащих сведения о собственниках, арендаторах вагонов, технических характеристиках подвижного состава, сведения о плановых и текущих ремонтах вагонов, номенклатуре грузов, разрешенных к перевозкам, разрешенных районах курсирования вагонов.

Контейнерная модель дороги (КМД)

Источником первичной информации для контейнерной модели служат датчики локации. Датчики автоматически передают информацию через шлюзы в систему, которая затем обрабатывается и ведется история движения каждого контейнера.

Автоматическая система мониторинга подвижного состава и контейнеров (АСМПСК) предназначена для отображения информации о состоянии подвижного состава и контейнеров, а также самого поезда в реальном масштабе времени. Сбор, передача и обработка данных выполняется в автоматическом режиме. Концептуальная структура работы системы построена на основе технологии интернета вещей.

Исследование процессов обработки данных в начальном этапе следует формировать на основе блок-схем. Последовательность блоков обозначает логику обработки данных.

Описание блок-схемы (рис. 9) алгоритма обработки данных о вагонах представлено в следующей форме [7]:

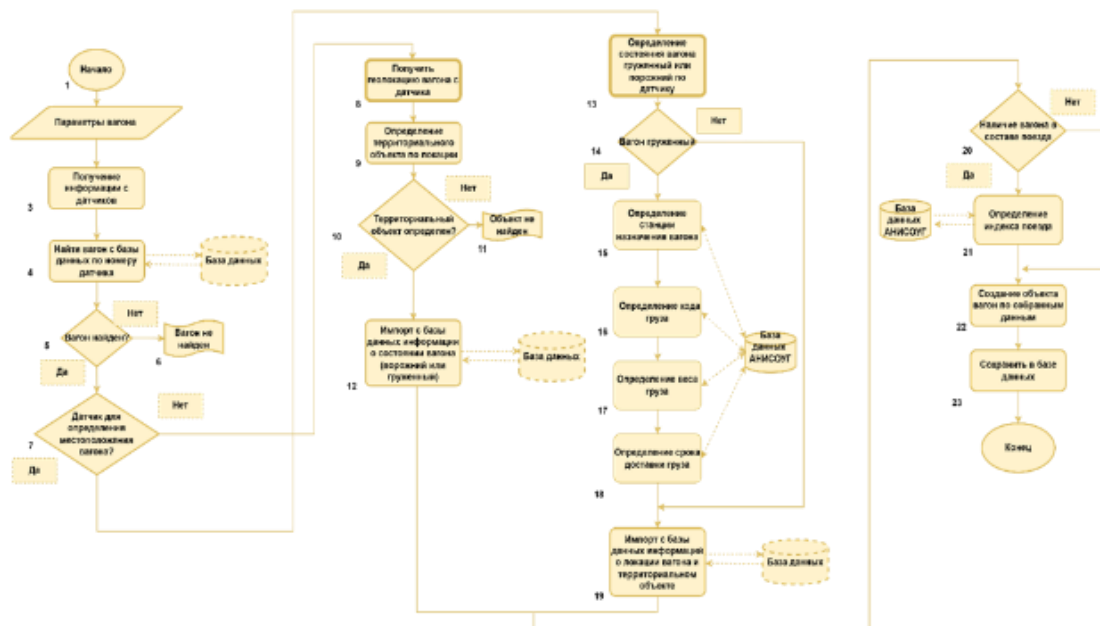


Рис. 9. Алгоритм обработки данных о вагонах

1-блок. Начало технологического процесса;
2-блок. Объявление параметров объекта;
3-блок. Получение информации с датчиков. На каждый вагон устанавливается два вида датчика. Первый - для отправки данных геолокации, второй - для отправки информации о состоянии (порожний или груженный). Каждый датчик независимо друг от друга отправляет индивидуальную информацию. Определяется номер датчика для поиска номера вагона,

на который он прикреплен.

4-блок. После определения номера датчика с базы данных АСМПСК выполняется поиск соответствующего вагона. В базе данных изначально будет находиться полная картотека вагонов с прикрепленными к ним датчиками.

5-блок. Если в базе данных не существует данного вагона с номером датчика, система оповещает, что вагон не найден и не будет сохранять данные датчика. Это



означает, что в базе данных в процессе прикрепления датчика к вагонам допущена ошибка. Если вагон найден, то процессы будут продолжаться.

6-блок. В консоли будут храниться данные о неуспешном сохранении информации о вагоне.

7-блок. Определяется тип датчика. Каждый датчик преимущественно отправляет основную информацию. Например, датчик геолокации отправляет долготу и широту, а датчик состояния отправляет данные о грузном или порожнем состоянии вагона. Но при каждом принятии сообщений создается отдельный объект истории вагона, где будут сконцентрированы данные о местоположении и состоянии. Для этого недостающая информация заполняется через базы данных АНИСОУГП.

8-блок. Если датчик - геолокации, то из массива данных выбирается информация о локации вагона.

9-блок. С помощью долготы и широты определяется территориальный объект, где находится вагон.

10-блок. Если локация не соответствует территориальным объектам, то местонахождение не будет определено. Система не будет сохранять эту информацию с датчика.

11-блок. В консоли будет выводиться оповещение о том, что территориальный объект не был найден.

12-блок. Для создания полноценного объекта истории вагона будет импортировано последнее состояние этого вагона (порожний или грузный) из базы данных АСМПСК.

13-блок. Из массива данных датчика определяется состояние вагона. Датчик состояния вагона периодически отправляет сообщение каждый час. Кроме того, после совершения операции погрузки или выгрузки вагона датчик оповещает об изменении состояния вагона.

14-блок. В зависимости от состояния вагона (грузный или порожний) будут определяться другие параметры вагона.

15-блок. Если вагон грузный, то следует определить станцию назначения этого вагона. Назначение вагона определяется через АНИСОУГП. Эта информация будет первичной для выполнения последующих задач АСМПСК.

16-блок. Импортируются данные о грузе. Код ЕТСНГ груза определяется из данных АНИСОУГП.

17-блок. Определяется вес груза. Это информация может быть полезна при формировании поездов.

18-блок. Срок доставки груза получается из отправочной модели АНИСОУГП. Срок доставки может быть полезен для выбора вариантов развоза грузных вагонов.

19-блок. Для создания полноценного объекта истории вагона будет импортирована последняя локация и территориальный объект нахождения этого вагона из базы данных АСМПСК.

20-блок. Через базу данных АСОУП проверяется нахождение вагона в составе поезда.

21-блок. Если вагон находится в составе поезда, определяется индекс этого поезда через систему АНИСОУГП.

22-блок. Создается объект истории вагона по выявленным данным. Собираются все параметры истории вагона, подготавливаются к сохранению в базе данных.

23-блок. Сохранение объекта в базе данных.

3. Результаты

Посредством АСМПСК данные о подвижном составе контейнерах будут обрабатываться в автоматическом режиме. Датчики отправляют сообщения о местонахождении и о состоянии подвижного состава в режиме реального времени. На станциях устанавливаются антенны, которые будут перенаправлять данные к основным серверам. Таким образом будут соблюдаться непосредственное отправление информации с самих источников (рис. 10).



Рис. 10. Схема работы системы АСМПСК

По новой технологии предусмотрено автоматизированное формирование сообщений о формировании, корректировке натурального листа и расформировании поездов. Данные о прибытии, отправлении, о проследовании и так далее будут передаваться автоматически. Тем самым уровень цифровизации модели перевозочного процесса резко увеличится. Качество данных повысится и принимаемые решения будут качественными (рис. 11).

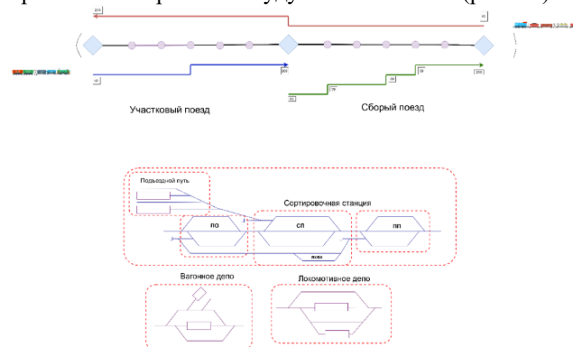


Рис. 11. Порядок передачи сообщений в АСОУП о поездах на примере железнодорожных участков

Система АНИСОУГП в отличие от АСОУП информация будет формироваться [7] в трех режимах: через оперативных работников, автоматически, с участием человека и автоматизировано. В автоматизированном режиме датчики мы можем устанавливать, как на сам локомотив, так и на сам вагон непосредственно (рис. 12).

В АНИСОУГП посредством автоматической системы мониторинга подвижного состава и контейнеров поездная, локомотивная, вагонная и контейнерная модели будут формироваться в автоматическом режиме, а остальные модели в автоматизированном (рис. 13).

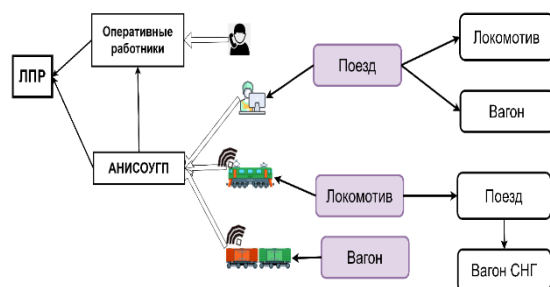


Рис. 12. Схема потока данных

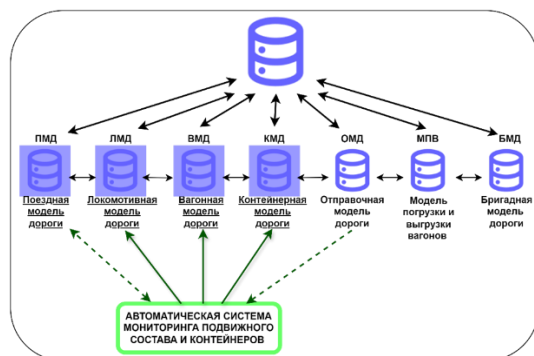


Рис. 13. Модель перевозочного процесса АНИСОУГП

4. Заключение

Автоматический контроль подвижного состава:

- 1 Прибытие поезда
- 2 Отправление поезда
- 3 Проследование поезда
- 4 Заход/выход локомотива в/из депо
- 5 Прослеживание специального подвижного состава
- 6 Расчлененный простой по территориальным объектам (парк, грузовые объекты)
- 7 Подача и уборка на подъездные пути
- 8 Контроль состояния вагонов (порожний/груженный)

Предлагаемая автоматизированная национальная информационная система оперативного управления грузовыми перевозками (АНИСОУГП) представляет собой значительный шаг вперед в сравнении с существующей АСОУП. Основные преимущества АНИСОУГП заключаются в использовании современных технологий Интернета вещей (IoT), внедрении глобальных сетей с низким энергопотреблением (LPWAN), а также в применении принципов анализа больших данных и повышении уровня кибербезопасности. Эти особенности обеспечивают создание надежной информационной модели перевозочного процесса с минимизацией человеческого фактора и увеличением точности данных.

Анализ существующей системы АСОУП выявил ряд проблем, включая недостаточную оперативность обновления данных, низкую степень интеграции с другими информационными системами и сильную зависимость от операторов на местах. Кроме того, технические ограничения, такие как устаревшее оборудование и ненадежность каналов связи, препятствуют эффективному выполнению задач. В АНИСОУГП предлагается автоматизация многих

процессов, включая сбор и передачу данных с использованием датчиков, что позволяет устранить большинство указанных недостатков.

Особое внимание уделяется внедрению LPWAN как основы сетевой архитектуры. Эта технология обеспечивает дальность связи до 15 км при низких энергозатратах, что делает ее оптимальной для мониторинга подвижного состава и контейнеров. В сравнении с традиционными технологиями, такими как Wi-Fi или Bluetooth, LPWAN предлагает значительно большую зону покрытия, необходимую для оперативного управления перевозками на больших территориях.

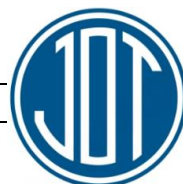
Внедрение АНИСОУГП позволит не только повысить точность и скорость передачи данных, но и значительно улучшить процессы планирования и прогнозирования. Например, автоматическое формирование данных о состоянии поездов и вагонов в реальном времени откроет новые возможности для оптимизации маршрутов и своевременного реагирования на отклонения в графике.

Однако процесс внедрения новой системы может сопровождаться рядом трудностей. Среди них можно выделить необходимость значительных начальных инвестиций, модернизации оборудования и обучения персонала. Также требуется разработка механизмов взаимодействия с уже существующими системами и обеспечение устойчивости к кибератакам. Решение этих задач возможно путем постепенного развертывания системы и тесного сотрудничества с разработчиками и пользователями.

Таким образом, переход к АНИСОУГП представляет собой перспективное направление развития управления грузовыми перевозками, которое обеспечит повышение эффективности, снижение затрат и улучшение качества предоставляемых услуг.

Использованная литература / References

- [1] Ерофеев А.А. Информационные технологии на железнодорожном транспорте: учеб.-метод. пособие : в 2 ч. Ч. 2 / А. А. Ерофеев, Е. А. Федоров ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : Бел-ГУТ, 2015. – 256 с.
- [2] Камалетдинов Ш.Ш. Smart контейнер как основной элемент международной торговли//Устойчивые транспортные системы для устойчивой экономики сборник статей Республиканской научно-практической конференции. 2022г.
- [3] Арипов Н.М., Камалетдинов Ш.Ш., Тохиров Н.С. Разработка технического обеспечения сети LoRawan для оперативного управления перевозками на железнодорожном транспорте//Новые технологии в науке, бизнесе, образовании: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2022. – 32-35 с.
- [4] Арипов Н.М., Камалетдинов Ш.Ш., Тохиров Н.С. Разработка системы отслеживания вагонов на основе технологии LoRawan //Новые технологии в науке, бизнесе, образовании: актуальные вопросы, достижения



и инновации: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2022. – 20-23 с.

[5] Арипов Н.М., Камалетдинов Ш.Ш., Тохиров Н.С. Технология интернета вещей для совершенствования организации перевозок на железнодорожном транспорте// Наука и общество: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2022. – С.15 – 18.

[6] Арипов Н.М., Камалетдинов Ш.Ш., Тохиров Н.С. Выбор беспроводной технологии среди глобальных сетей с низким энергопотреблением (LPWAN) для организации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте// Наука и общество: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2022. – С.11 – 14.

[7] Камалетдинов Ш. Ш. Докторская диссертация «Цифровизация информационно-аналитических процессов систем оперативного управления перевозками железнодорожного транспорта», 2024 год, 192 с.

[8] Арипов Н.М. Исследование процессов обработки данных в автоматической системе мониторинга подвижного состава и контейнеров / Н.М. Арипов, Ш.Ш. Камалетдинов // Железнодорожный транспорт: актуальные вопросы и инновации, –2023. –С. 100-112.

[9] Арипов Н.М. Функциональное моделирование текущего планирования местной работы / Н.М. Арипов, Ш.Ш. Камалетдинов // Academic Research in Educational Sciences, –2022. –Volume 3, Issue 9. –P. 45-55.

[10] Артемьев И.С. Автоматизация процессов идентификации железнодорожных подвижных единиц на основе гибридных нейронных моделей. Р., ФГБОУ ВО РГУПС, 2017, 158с.

Информация об авторах/ Information about the authors

Камалетдинов Шохрух / Шухратович / Kamaletdinov Shokhruxh Shukhratovich
Ташкентский государственный транспортный университет, доктор технических наук (DSc), доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой железных дорог»
E-mail: shoxruxkamaletdinov@gmail.com
Tel.: +998935834569
<https://orcid.org/0000-0002-4004-9736>

Шарапова Мохинур Олимжон кизи / Sharapova Mokhinur Olimjon kizi
Ташкентский государственный транспортный университет, студент магистратуры
E-mail: omohinur3101@gmail.com
Tel.: +998998733101



Assessing the potential of large multimodal transport and logistics centers in Uzbekistan to operate as international “dry ports”

M.M. Tohirov¹^a, I.Kh. Absattorov¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article examines the economic and strategic importance of organizing large multimodal transport and logistics centers in Uzbekistan as “dry ports”, and also to learn the concept of “dry ports”. Also, based on international experience, the directions and prospects for modernizing the logistics system in the country are outlined. The article contains proposals aimed at accelerating trade processes through “dry ports”, reducing transport costs, and supporting the economic growth of the region.

Keywords: dry port, multimodal transport, transport and logistics centers, international trade, transport corridors, ESCAP

O‘zbekistondagi yirik multimodal transport-logistika markazlarini xalqaro “quruqlik portlari” sifatida faoliyat ko‘rsatish imkoniyatlarini baholash

Tohirov M.M.¹^a, Absattorov I.X.¹^b

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya: Mazkur maqolada O‘zbekistondagi yirik multimodal transport-logistika markazlarini “quruqlik port”lari sifatida tashkil etishning iqtisodiy va strategik ahamiyati, quruqlik port”lari konsepsiyasi o‘rganilgan. Shuningdek, xalqaro tajriba asosida, mamlakatdagi logistika tizimini modernizatsiya qilish yo‘nalishlari va istiqbollari ko‘rsatilgan.

Maqola “quruqlik port”lari orqali savdo jarayonlarini tezlashtirish, transport xarajatlarini qisqartirish va mintqa iqtisodiy o‘rishini qo‘llab-quvvatlashga qaratilgan takliflarni o‘z ichiga oladi.

Kalit so‘zlar: quruqlik porti, multimodal transport, transport-logistika markazlari, xalqaro savdo, transport koridorlari, ESKATO

1. Kirish

O‘zbekiston Markaziy Osiyoning besh davlati bilan chegaradosh bo‘lib, dengizga chiqish yo‘liga ega bo‘lmagan dunyoning ikki davlatidan biri sifatida qo‘shni davlatlar bilan chambarchas bog‘liq transport tizimiga ega. “Shimol—Janub” va “Sharq—G‘arb” xalqaro transport koridorlarining qovushuv nuqtasi sifatida mamlakat Xitoy, Yevropa Ittifoqi, Rossiya, Janubiy Osiyo va Yaqin Sharq bozorlarini bog‘lovchi muhim tranzit hab hisoblanadi. O‘zbekistonning transport infratuzilmasi mintaqada eng rivojlangan tizimlardan biri bo‘lib, uning temiryo‘l tarmog‘i Xitoydan Yevropa va Janubiy Osiyoga yuk tashishda muhim rol o‘ynaydi hamda Qirg‘iziston, Tojikiston, Qozog‘iston va Afg‘oniston bilan bog‘langan. Mamlakat keng qamrovli avtomobil yo‘llari orqali ichki va xalqaro transport harakatini ta‘minlaydi, shuningdek, Toshkent xalqaro aeroporti Markaziy Osiyodagi asosiy aviatsiya markazi sifatida faoliyat yuritadi. Toshkent, Navoiy va boshqa shaharlardagi yirik transport-logistika markazlari eksport-import jarayonlarini tezlashtirishga xizmat qiladi. Statistik ma‘lumotlarga ko‘ra, dunyo suv yo‘llariga bevosita chiqish imkoni bo‘lmagan mamlakatlar mahsulotlari xalqaro savdo bozorlarida deyarli namoyon bo‘lmagan. Ushbu davlatlar hissa jahon eksport hajmining bor-yo‘g‘i 1% ni tashkil

etadi. YUNKTAD ma‘lumotlariga ko‘ra, Markaziy Osiyo davlatlari uchun transport xarajatlari ko‘p hollarda import qilinayotgan mahsulotlar qiymatining 60 foyizi atrofini tashkil qiladi.

Jons Hopkins universiteti qoshidagi Markaziy Osiyo va Kavkaz instituti baholariga ko‘ra, transport jihatidan yopiqlik Markaziy Osiyo davlatlarining iqtisodiy o‘rishini jiddiy ravishda to‘xtatib turuvchi to‘siqlardan biri hisoblanadi. Bu holat ularning dengizga chiqish yo‘li bor davlatlardan 20% ga orqada qolishiga olib keladi. Shuningdek, yalpi ichki mahsulot hajmi (xarid qobiliyati pariteti bo‘yicha) 57% ga qadar kamayadi. Bunday holatda asosiy salbiy ta‘sir O‘zbekistonga yetkaziladi, chunki mamlakat xalqaro bozorlarga chiqish uchun ikki davlat hududini kesib o‘tishi zarur.

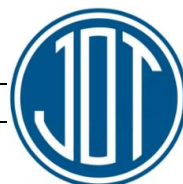
Shu bilan birga, har yili Xitoy, Janubi-Sharqiy Osiyo va Yevropa yo‘nalishlari bo‘yicha 23 milliondan ortiq konteyner tashiladi. Biroq, ularning bor-yo‘g‘i 1% i temir yo‘l orqali, qolgan 99% i esa dengiz orqali yetkaziladi.

Bu holat mintqa davlatlari va xalqaro tashkilotlarning ushbu yo‘nalishdagi sa‘y-harakatlarini konsolidatsiya qilishini talab qiladi.

Mintqa transport salohiyatini oshirishda yuklarni qayta ishlash va logistika sohasida yangi texnologiyalarni joriy etish mazkur muammoni faqat qisman hal etishi mumkin,

^a <https://orcid.org/0009-0005-4295-5854>

^b <https://orcid.org/0000-0002-5968-0990>



chunki hududiy chekanishlar va bo'sh joyning yetishmasligi kabi muammolar mavjud. Bunday vaziyatda «bo'sh hududlar»ni izlash va ularda yangi transport-logistika markazlari va terminallarni tashkil etish tabiiy yechim bo'lib ko'rinadi. Ayni shu sababli xalqaro savdo va logistika sohaslarida «quruqlik porti» tushunchasi paydo bo'ldi.

Adabiyotlar sharhi

«Quruqlik porti» kontsepsiyasi 1982 yilga kelib global savdoning kengayishi va konteynerlashtirishning rivojlanishi bilan paydo bo'ldi. Ushbu quruq port kontsepsiyasi «ichki terminal» tushunchasini yangi talqini sifatida suv portlari orqali tashiluvchi yuklarni ichki quruqlik hududlariga yetkazib berishni ta'minlovchi zanjir yaratish imkonini berdi [1].

Quruqlik portlari va yirik omborlar/terminallar (hududida bojxona rasmiylashtiruvlarini amalga oshirish imkonini mavjud bo'lganlari) funksional jihatdan sinonimdir, chunki bunday obyektlarning maqsadi dengizga chiqish imkoniga ega bo'lmagan mamlakatlar transport-logistika markazlari, terminal va omborlar tarmog'ini rivojlantirish orqali yetkazib berish zanjirida quruqlik yo'llarini suv yo'llariga bog'lash hisoblanadi [2].

Quruqlik portlari tarmog'ini tashkil etishda temir yo'l yoki ichki suv transportiga kirish maqsadga muvofiq deb hisoblangan bo'lsa-da, dastlabki qarashlarda transport turi belgilanmagan edi, chunki quruq port obyektining eng muhim jihati vaqtni tejash, mintaqalar uchun xalqaro savdo oqimini yaxshilash sifatida qaraldi. Rivojlangan mamlakatlarda asosiy e'tibor yuqori hajmli konteyner tashish uchun quruq portlardan foydalanishga qaratilgan bo'lsa-da, dengiz portida bojxona rasmiylashtiruviga uzoq vaqt talab etilishi sababli bojxona islohotlarini davom ettirish maqsadida hamda avtomobil transportidan konteynerlarni tashishda foydalanishning ortishi «quruqlik portlari» tarmog'ining yaratishning asosiy sababi sifatida talqin etildi. Misol uchun, Xitoylik tadqiqotchilar tomonidan Xitoydagi 18 quruq portlarni o'rganish bo'yicha tadqiqotlar olib borildi va o'rganish natijalari shuni ko'rsatdiki, ushbu quruqlik portlarining 7 tasi temir yo'l bilan to'g'ridan to'g'ri bog'lanishga ega va 3 tasi yaqin atrofdagi temir yo'l stansiyalari bilan hamkorlikda, 8 tasi dengiz portlariga ulanish uchun bojxona majburiyatlari ostida avtomobil transportidan foydalangan holda ish yuritgan [3].

Umumiy ma'noda quruqlik porti - bu «bir mamlakatning ichki qismidagi port funksiyalarini bajaradigan joy». Quruqlik portlari bunday port funksiyalarini bajarishi kerakligini hisobga olsak, ular ma'lum infratuzilma va xizmatlarga mos kelishi va, jamoat, xususiy yoki aralash model ostida boshqariladigan barcha yuk jo'natuvchilar uchun ochiq bo'lishi hamda umumiy foydalanuvchi obyekt sifatida tashkil etilishi kerak. Quruqlik portlarning birinchi ta'rifidan boshlab hozirgi kunga qadar kontsepsiya bo'yicha munozaralar va tegishli tadqiqot mavzulari aniq rivojlandi [4,5].

Yirik mamlakatlarda suv portlari orqali konteynerli tashishning katta o'sishi modal siljish va portlarda turib qolishlarning ortishi quruqlik portlari tadqiqotlarining ikkinchi to'liqini vujudga keltirdi [6].

Bunday evolyutsiya quruqlik portlarini ma'lum logistika platformasi yoki transport-logistika markazi bilan birgalikda joylashtirishning ahamiyati va maqsadga muvofiqligini oshiradi [7,8], bu esa o'z navbatida quruq portlar va transport-logistika markazlari uchun muqobil joylashuv joyini tanlash vazifasini dolzarblashtirdi [9].

Quruqlik portlari kontsepsiyasi atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirishdan tashqari [10] transport tizimlarining ishtirokchilari uchun ko'plab imtiyozlar yaratish potentsialiga ega [11]. Yuqoridagilardan ma'lum bo'ladiki suv yo'llariga bevosita chiqish imkoniyatiga ega bo'lmagan davlatlar quruqlik portlari kontsepsiyasidan foydalanish orqali transport xarajatlarini qisqartirish va dunyo suv yo'llariga chiqish imkoniyatiga erishishlari munkun.

Tadqiqotning maqsadi va vazifalari

Ushbu tadqiqot ishi «Quruqlik portlari» kontsepsiyasining mohiyatini tahlil qilish va respublikada quruqlik portlari tarmoqlarini rivojlantirishdan iborat.

Tadqiqot ishi maqsadiga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilab olindi:

- Quruqlik portlari tarmog'i keng rivojlangan davlatlar tajribasini;
- Osiyo va Tinch okeani uchun iqtisodiy va ijtimoiy komissiya (ESKATO)ning «quruqlik portlari»ni rivojlantirishga oid institutsional, meyoriy, texnik va amaliy masalalarni tahlili va rivojlantirish choralari bo'yicha nashrlarini;
- ESKATOning quruqlik portlarini tashkil qilish mezonlari asosida O'zbekistonda mavjud yirik transport-logistika markazlari va terminallarni tahlil qilish va yangi quruq portlarni tashkil qilish istiqbollarini o'rganishdan iborat.

«Quruqlik porti» termini bir necha o'n yillar davomida qo'llanib kelinadi. U ko'pincha «ichki bojxona (yoki konteyner) ombori» atamasi bilan bir ma'noda ishlatilgan. So'nggi vaqtlarda bu atama obyekt tomonidan taqdim etiladigan xizmatlarning muayyan rivojlanish darajasiga erishganligini anglatish uchun qo'llaniladi. Bunday xizmatlarga bojxona xizmatlari yoki obyekt hududida yoki unga yaqin atrofda uchinchi tomon logistika firmalarining ishtirokini kiritish mumkin.

Quruqlik portlari bo'yicha Hukumatlararo bitim, eng avvalo, ularning yagona terminologik ta'rifiga asoslanadi: «Xalqaro savdo jarayonida tashilayotgan yuklarni qayta ishlash, vaqtincha saqlash va qonun bilan nazarda tutilgan tekshiruvni amalga oshirish uchun mo'ljallangan, logistika markazi bilan ta'minlangan, bir yoki bir necha turdagi transport bilan bog'langan va tegishli bojxona nazorati hamda rasmiylashtiruv funksiyalarini bajaruvchi mamlakat hududida joylashgan nuqta» [12].

Hukumatlararo bitim «quruqlik porti» uchun standartlashtirilgan ta'rifni bergan bo'lsa-da, BMTning Osiyo va Tinch okeani uchun iqtisodiy va ijtimoiy komissiyasi (ESKATO) hududida bunday funksiyalarni bajaruvchi obyektlarni tasvirlash uchun turli terminlar qo'llaniladi. Shu tariqa, «quruqlik portlari», «ichki konteyner ombori», «ichki bojxona ombori» va kamroq hollarda «yuk konteyner stansiyalari» atamaları amalda bir-birini almashtirish mumkin bo'lgan holda ishlatiladi.

«Quruqlik portlari» bo'yicha Hukumatlararo bitimni ishlab chiqish zarurati, intermodal infratuzilmani rivojlantirishning asosiy yo'nalishi sifatida, shuningdek, Osiyo mintaqasida avtomobil va temir yo'l tarmoqlarini kengaytirish masalalari 2010 yilda ESKATOning 66-sessiyasida ko'tarilgan.

«Quruqlik portlari» rivojlanishiga oid institutsional, meyoriy, texnik va amaliy masalalarni muhokama qilish bo'yicha qator muzokaralar o'tkazilganidan so'ng, 2013 yilda Tailand poytaxti Bangkokda ESKATOning 69-sessiyasida Armaniston, Rossiya va Tojikistonni o'z ichiga



olgan 15 davlat vakillari “Quruqlik portlari bo'yicha Hukumatlararo bitim” (keyingi o'rinlarda — Bitim)ni imzoladilar. Bitimni ESKATO a'zosi bo'lgan boshqa davlatlar ham imzolash uchun tashkilot tomonidan doimiy hamkorlikda ishlar olib borilmoqda. 2022-yil holatiga ko'ra Bitimga a'zo 17 davlatlarda umumiy 269 ta quruq portlar mavjudligini ko'rish mumkin. Agar «Quruqlik portlari» konsepsiyasini dengiz tashuvchilari va yuk egalari o'rtasidagi hamkorlik nuqtai nazaridan ko'rib chiqadigan bo'lsak, uni quyidagicha tavsiflash mumkin: “Quruqlik porti – bu yuqori yuk ko'taruvchanlikka ega transport vositalari orqali dengiz porti (portlari) bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'langan ichki quruqlikda joylashgan terminal bo'lib, mijozlar u yerda standartlashtirilgan yuklarni dengiz portidagi kabi topshirish yoki olish imkoniga ega”.

Funksionallik nuqtai nazaridan, “quruqlik porti” yuk tashish, logistika va yuk oqimlarini taqsimlash bilan bog'liq turli faoliyatlarni amalga oshiradigan operatorlar va korxonalarining iqtisodiy maqsadlariga yo'naltirilgan operatsiyalar va logistika oqimlari markazi sifatida tavsiflanadi.

Yig'ilgan ma'lumotlarni umumlashtirib aytish mumkinki, “quruqlik portlari” ichki hududdagi maxsus obyekt bo'lib, u tovarlarni yig'ish va taqsimlash uchun xizmat qiladi. Uning vazifalari dengiz porti bilan bir xil bo'lib, ularga quyidagilar kiradi:

- bo'xona rasmiylashtiruvchi xizmatlari;
- konteynerlarni qayta yuklash va yuklarni qayta ishlash;
- intermodal infratuzilma orqali yuk tashish;
- yuk tashish jarayonida ishtirok etadigan mustaqil kompaniyalar va tuzilmalar (ekspeditorlar, tashuvchilar, tashish operatorlari)ni geografik birlashtirish;
- qo'shimcha xizmatlar ko'rsatish (bo'xona nazorati, soliqlar to'lash, yuklarni saqlash, harakatlanuvchi tarkibni ta'mirlash va texnik xizmat ko'rsatish, bank xizmatlari, axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish).

Bu ta'rifdan kelib chiqib, “quruqlik portlari” nafaqat yuk tashishda muhim zanjir bo'g'ini, balki xalqaro savdo va logistika tizimlaridagi ko'p funksional obyekt sifatida namoyon bo'ladi.

“Quruqlik portlari”ni yaratish intermodal yuk tashish tizimida terminallarning rolini mustahkamlashni nazarda tutadi, bu esa umumiy xizmat ko'rsatish sifatini yaxshilash va turli transport turlari orqali yuk tashish imkoniyatlarini oshirishga olib keladi. Ushbu konsepsiyaga ko'ra, “quruqlik porti” multimodal transport tizimining eng muhim bo'g'ini yoki yuk tashish logistika zanjirining tarkibiy qismi hisoblanadi va uning ishonchiligi, xavfsizligi va boshqa xususiyatlari butun zanjirning samaradorligiga ta'sir qiladi.

“Quruqlik portlari”ning asosiy xususiyatlariga to'xtaladigan bo'lsak formal jihatdan quruqlik portlari uchta fundamental xususiyatga ega:

- transport aloqasi: turli transport turlari orqali dengiz portlari bilan bog'lanish;
- logistika xizmatlari: yuklarni rasmiylashtirish sohasida keng ko'lamli xizmatlar taqdim etish;
- dengiz portlarining quvvatini oshirish: o'tkazish quvvatini va yuk tashish samaradorligini oshirish.

Quruqlik portlari tushunchasi infratuzilmasi yaxshi rivojlangan xalqaro transport logistika markazlari negizida shakllanishi imkoniyati mavjudligidan kelib chiqadigan bo'lsa “quruqlik portlari” uchun joylashuv joyini to'g'ri

tanlash masalasi dolzarb xisoblanadi. Binobarin transport-logistika markazi uchun munosib joyni tanlash 40 foyizgacha samarali faoliyat yuritish imkonini beradi [14].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu tadqiqot respublikaning infratuzilmasini rivojlantirish uchun muhim ahamiyatga ega, chunki samarali multimodal transport-logistika markazlari mintaqada iqtisodiyotni rivojlantirish va transport yo'nalishlarining qulayligini sezilarli darajada oshirishga xizmat qilishi mumkin. Tadqiqotning maqsadi ikkita muhim jihatga qaratilgan. Birinchisi - BMT ESKATOning takliflariga mos keladigan va “Quruqlik portlari” to'g'risidagi bitimda belgilangan yirik multimodal transport-logistika markazlari ro'yxatini shakllantirish. Ikkinchisi - tanlangan markazlarning hozirgi holatini texnik baholashdan o'tkazish.

Ro'yxati shakllantirilgan transport-logistika markazlarida o'rganish ishlarini olib borish va ularning tegishli ma'lumotlarni o'zida jamlagan pasportini shakllantirish obyektlari va ularning xalqaro standartlarga mosligini to'liq aniqlashga yordam beradi. Ushbu markazlarni texnik baholash esa ularning holati, ishlash tarzi va samaradorligini o'rganish, shuningdek, takomillashtirishni talab qiladigan muammoli sohalarni aniqlash imkonini beradi. Respublikada mavjud yirik transport-logistika markazlari bo'yicha hududlarda o'rganish tahliliy ishlar olib borilganda bugungi kunda respublikada 15 ta yirik multimodal transport-logistika markazlari mavjudligi aniqlandi.

Tadqiqot maqsadiga erishish uchun quyidagi qadamlarni inobatga olish muhim:

15 ta yirik multimodal transport-logistika markazlarining hozirgi holatini tahlil qilish, muammolarni aniqlash va ularni bartaraf etish bo'yicha takliflar ishlab chiqish;

Mazkur transport-logistika markazlarini texnik baholash, shuningdek, ularning o'tkazuvchanlik qobiliyati va texnik ta'minot holatini aniqlash;

Ushbu tadqiqotda qo'llanilgan uslubiyat keng qamrovli va xilma-xil bo'lib, O'zbekistondagi quruq portlar va xalqaro ilg'or tajribalar haqida har tomonlama ma'lumot olishga imkon berdi.

Bir nechta asosiy usullar qo'llanildi:

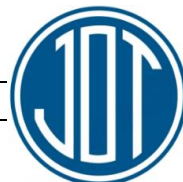
ma'lumotlarni tahlil qilish va umumlashtirish: mavjud quruq portlar va bu sohada ilg'or tajribalar haqidagi ma'lumotlarni tahlil qilish va umumlashtirish uchun BMT ESKATOs, xalqaro tashkilotlar va tadqiqot hisobotlarining ma'ruzalari hamda xulosalaridan foydalanish;

internet resurslar va hukumat tashkilotlari: dolzarb ma'lumotlar va statistika olish uchun xalqaro tashkilotlar, O'zbekiston hukumat tashkilotlari veb-saytlari va boshqa internet manbalaridan foydalanish;

ilmiy usullar: to'plangan ma'lumotlarni tahlil qilish va sharhlash uchun ilmiy abstraksiya, ma'lumotlar aniqligi, tizimli tahlil va ekspertlar baholashini qo'llash;

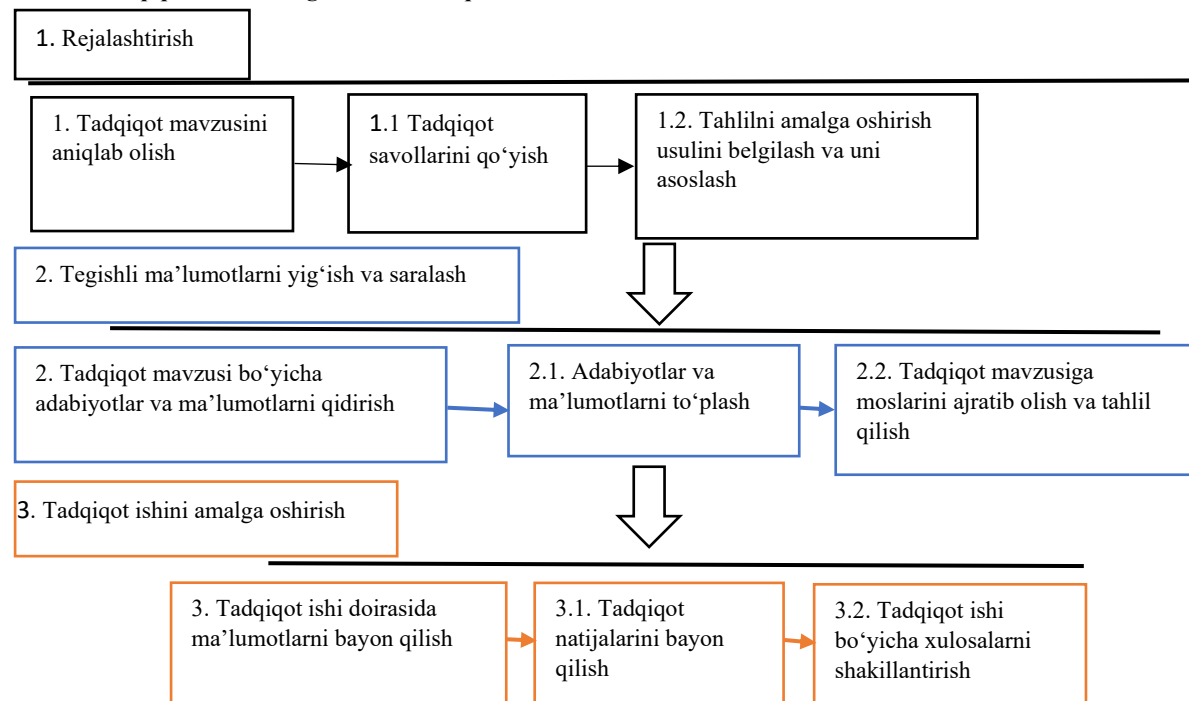
qiyosiy tahlil: mavjud quruq portlarni xalqaro ilg'or tajribalar bilan taqqoslash orqali yaxshilash uchun sohalarni aniqlash va tavsiyalar ishlab chiqish maqsadida taqqoslash usullaridan foydalanish.

Usullarning bunday keng doirasi ilg'or xalqaro amaliyot va mahalliy o'ziga xoslik asosida O'zbekistonda quruqlik portini yaratish va rivojlantirish bo'yicha har tomonlama baholash va tavsiyalar berish imkonini beradi.





1-rasm. Tadqiqot ishini amalga oshirish bosqichlari



2-rasm. Tadqiqot ishini amalga oshirish usuli [13]

Xalqaro ahamiyatga ega bo'lgan quruqlik portlari quyidagi shartlarga javob berishi kerak:

a) mamlakatlarning poytaxtlari, provinsiya yoki shtatlar poytaxtlari, ishlab chiqarish va iste'molning mavjud yoki potensial markazlari yaqinida, magistral yo'l va temir yo'llarga, zarur hollarda Osiyo avtomobil yo'llari yoki Transosiyo temir yo'llariga tegishli kirish imkoniyatiga ega bo'lish;

b) boshqa quruqlik portlari, chegara punktlari, yer usti bo'xona nazorati postlari, dengiz portlari, ichki suv yo'llari terminallari yoki aeroportlar bilan transport aloqasida bo'lish. Xususan, "quruqlik portlari" konteynerlar, yuklar va transport vositalarining xavfsiz va to'siqsiz oqimini ta'minlaydigan tarzda loyihalashtirilishi, shuningdek, turli transport turlariga xizmat ko'rsatishni hisobga olgan holda o'tkazish qobiliyatini oshirish imkoniyatini berishi kerak.

Xalqaro ahamiyatga ega bo'lgan "quruqlik portlari"ning asosiy vazifalari quyidagilardan

iborat: xalqaro savdoda yuk tashishni qayta ishlash, vaqtincha saqlash, nazorat qilish va bo'xona tomonidan tozalash. Shuningdek, qo'shimcha funksiyalar ham nazarda tutiladi: tovarlarni qabul qilish va jo'natish, birlashtirish va taqsimlash, omborxonaga joylashtirish, o'tirish.

3. Tadqiqot natijasi

Respublikada joylashgan yirik multimodal logistika markazlarini texnik baholash uchun ESKATO tavsiyalari asosida quyidagi talablar va mezonlar belgilab olindi:

Ushbu tadqiqot ishini amalga oshirishda 1-rasm tasvirlangan kabi 3 bosqichga ajratilgan holda ishlar ketma-ketligi belgilab olindi.

O'z o'rnida yuqorida takidlangan har bir bosqichda belgilangan ishlarni amalga oshirish uchun 2-rasm berilgan kabi har bir bosqich tegishli qismlarga ajratilgan.

1. Kirish uchun mo'ljallangan darvozali qo'riqlanadigan zona (shartli nomi A)

2. Import, eksport, o'tirish va tez buziladigan tovarlar, qimmatli yuklar va xavfli yuklar, shu jumladan zararli moddalar uchun ajratilgan va ajratilgan yopiq va ochiq ombor maydonlari (shartli nomi B)

3. Omborxonalarda saqlashning bo'xona obligatsiyalarini o'z ichiga olishi mumkin bo'lgan omborxonalarda saqlash vositalari (shartli nomi S)

4. Bo'xona nazorati, nazorat inspeksiyasi va omborxona inshootlari uchun vositalar va uskunalari (shartli nomi D)

5. Yuk va konteynerlarga ishlov berish uchun tegishli uskuna (shartli nomi E)

6. Operatsion va ombor zonalarida foydalanish uchun ichki yordamchi yo'llar va yo'l qoplamasi (shartli nomi F)

7. Yuk transport vositalari uchun to'xtash joylari soni yetarli bo'lgan transport vositalarini joylashtirish uchun maydonlar (shartli nomi G)

8. Bo'xona xizmatlari, yuk ekspeditorlari, yuk jo'natuvchilar, bo'xona brokerlari, banklar va boshqa tegishli agentliklar uchun ma'muriy binolar (shartli nomi H)

9. Transport vositalarini tortish uchun elektron ma'lumotlar almashinuvi tizimlari, skanerlar va uskunalar o'z ichiga olgan axborot va kommunikatsiya tizimlari (shartli nomi I)

10. Konteynerlar, transport vositalari va asbob-uskunalar ta'mirlash ustaxonalari (J shartli nomi)



O‘zbekistondagi yirik multimodal transport-logistika markazlarini xalqaro “quruqlik portlari” sifatida faoliyat ko‘rsatish imkoniyatlarini baholash natijalar

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
talablar va mezonlar	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Universal Logistics Services	+	Ochiq va yopiq ombir	+	+	Richsteker	+	+	+	TOS tizimi	-
Chukursay Logistics Center	+	Ochiq va yopiq ombir	+	+	Richsteker	+	+	+	TOS tizimi	-
Angren LM	+	Ochiq ombor	+	-	Chorpoyasimon kran	+	+	+	-	Ustaxona
First dry port terminal	+	Ochiq va yopiq ombir	+	+	Richsteker va chorpoyasimon kran	+	+	+	Ombor boshqaruv tizimi	Konteyner ustaxonasi
Asia Trans Terminal	+	Ochiq va yopiq ombir	+	+	Richsteker	+	+	+	-	Konteyner ustaxonasi
Termez cargo centr	+	Ochiq va yopiq ombir	+	+	Chorpoyasimon kran	+	+	+	-	-
Karmana LM	+	Ochiq ombor	+	-	Chorpoyasimon kran	+	+	+	-	-
Urganch LM	+	Ochiq ombor	+	-	Chorpoyasimon kran	-	-	+	-	Ustaxona
Jizzax LM	+	Ochiq ombor	+	+	Chorpoyasimon kran	+	+	+	-	-
Ulug‘bek LM	+	Ochiq va yopiq ombir	+	+	Chorpoyasimon kran	+	+	+	-	Konteyner ustaxonasi
Andijon LM	+	Ochiq va yopiq ombir	+	-	Chorpoyasimon kran	-	+	+	-	-
Qarshi LM	+	Ochiq ombor	+	-	Chorpoyasimon kran	+	+	+	-	-
Navoi Kargo	+	Yopiq ombor	+	+	Richsteker	+	+	+	+	+
Tashkent Cargo	+	Yopiq ombor	+	+	Richsteker	+	+	+	+	Konteyner ustaxonasi
Orient Logistics Center	+	Ochiq va yopiq ombir	+	+	Richsteker	+	+	+	WMC tizimi	+

4. Munozara va muhokama

Gaz ballonli avtomobillarni texnik xizmat jarayonlarining texnik nazorati samarali va tizimli boshqaruvni talab qiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, gaz ballonli transport vositalarining xavfsizligi va samaradorligini ta‘minlashda texnik xizmat ko‘rsatish bosqichlarining muvofiqligi muhim ahamiyatga ega. Asosiy e‘tibor ballonlarning holati, ularning foydalanish muddati va yaroqliligi, gaz o‘tkazish tizimlarining xavfsizligi va ularga xizmat ko‘rsatish qoidalariga rioya qilinishiga qaratilishi lozim.

Respublikada joylashgan yirik multimodal transport-logistika markazlari infratuzulmasi, joylashuv joylari va hududiy imkoniyatlari quruqlik portlari bo‘yicha ESKATO tavsiyalari asosida tekshirish natijalariga ko‘ra quyidagilar ma‘lum bo‘ldi:

ULS logistika markazi respublikaning asosiy yuk oqimi o‘tadigan Chukursoy saralash stansiyasi yaqinida joylashgan

bo‘lib, respublikaning eng yirik logistika markazlaridan biri hisoblanadi.

Ushbu logistika markazini “quruqlik portlari” bitimiga kiritish, boshqa “quruqlik portlari” bilan axborot almashinuvini ta‘minlash import va eksport yuk tashish xarajatlarini kamaytirish imkonini beradi.

“Angren” logistika markazi Toshkentdan tekislik hududlariga (Farg‘ona, Namangan va Andijon) va “Angren” erkin iqtisodiy zonasiga yaqin hududda joylashganligini inobatga olsak, uning logistika salohiyatini yuqori baholash mumkin.

Ushbu logistika markazining infratuzulmasini rivojlantirish va raqamli texnologiyalarni joriy etish uchun investitsiyalarni jalb qilish orqali uning salohiyatini kengaytirish maqsadga muvofiq.

“First Dry Port Terminal” xalqaro va hududiy tashuvlarda logistika zanjirining asosiy bo‘g‘ini bo‘lib, zamonaviy omborxona va yordamchi texnikaga ega. Konteynerlar, yuklar va transport vositalarini qabul qilish va



jo'natishni rejalashtirish va bajarish jarayonlari avtomatlashtirildi.

Ushbu logistika markazi "quruqlik portlari" talablariga javob berishini inobatga olib, uni boshqa "quruqlik portlari" bilan hamkorlikni yo'lga qo'yish maqsadga muvofiq.

"Azia Trans Terminal" logistika markazi asosiy yuk oqimlari kesishgan joyda joylashganligi, infratuzilmasi rivojlanganligi va multimodal tashuvlarning keng spektri bilan ajralib turadi. Logistika operatsiyalarini raqamlashtirish orqali jarayonlarni jadallashtirish imkoniyati mavjud.

Ushbu logistika markazining "quruqlik portlari" to'g'risidagi bitimga kiritilishi uning boshqa yirik quruq portlar bilan aloqasini oshiradi va transport xarajatlarini kamaytiradi.

"Termiz cargo center" logistika markazi Afg'oniston va O'zbekiston chegarasida joylashgan bo'lib, multimodal tashish va turli xil yuklarni tashish uchun qulay imkoniyatlarga ega. Logistika markazi logistika xizmatlarining xilma-xilligi bilan ajralib turadi. Ushbu logistika markazining "Quruqlik portlari" kelishuviga qo'shilishi Afg'oniston va Janubiy Osiyo orqali o'zaro bog'liqlik va yuk tashishning rivojlanishiga sezilarli darajada yordam beradi.

"Karmana" logistika markazi "Navoiy" erkin iqtisodiy zonasi yaqinida joylashgan bo'lib, eksport va import yuklarini qayta ishlash istiqboliga ega. Lekin ushbu logistika markazi infratuzilmasi eskirgan va yetarli darajada rivojlanmagan. Logistika markazini DXSH asosida rivojlantirish va investitsiyalarni jalb qilish maqsadga muvofiq.

Urganch logistika markazi Xorazm viloyatidagi yagona multimodal logistika markazi bo'lib, viloyatning transport-logistika salohiyatini baholovchi obekt hisoblanadi. Lekin ayni paytda logistika markazida doimiy ishlovchi bojxona tizimi yaratilmagan. Bu yuklarni yetkazib berish vaqtiga ta'sir qilishi mumkin.

Bundan tashqari, logistika markazining yo'l qoplamasi qoniqsiz ahvolda. Ushbu kamchilik logistika markazida transport vositalari va ishchilarning harakatlanishiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

"Ulug'bek" logistika markazining hajmi va ish ko'lami ortib borayotganligi sababli uning faoliyatini tizimli ravishda raqamlashtirish maqsadga muvofiqdir. Shuningdek, iqtisodiy rentabellikni hisobga olgan holda zamonaviy talablarga javob beradigan ilg'or texnologiyalarni ta'minlash zarur.

Andijon logistika markazi Qirg'iziston-O'zbekiston chegarasida joylashgan bo'lib, "Xitoy - Markaziy Osiyo - Yevropa" yo'nalishida yuk tashishni rivojlantirishda yirik xabga aylanish ehtimoli yuqori. Ayni paytda "Renus Logistics" kompaniyasi bilan hamkorlikda ushbu logistika markazini rivojlantirish bo'yicha amaliy ishlar olib borilmoqda.

O'rganishlar natijasida Qarshi logistika markazi infratuzilmasi yetarli darajada rivojlanmaganligi, zamonaviy ko'tarish-tushirish texnikalari bilan ta'minlash va qo'shimcha yer maydonlarini ajratish zarurati mavjudligi aniqlandi.

"Navoiy Kargo" logistika markazi Navoiy aeroporti hududida joylashgan bo'lib, uning boshqa logistika markazlaridan farqi shundaki, u yuklarni 3 xil transportda (havo, avtomobil, temir yo'l) tashish imkoniyatiga ega.

Ushbu logistika markazi katta infratuzilma salohiyatiga qaramay, undan to'liq foydalanmayapti. Ushbu logistika markazini DXSH asosida rivojlantirish va yuk tashish hajmini oshirish maqsadga muvofiq.

"Toshkent Kargo" logistika markazi "Toshkent" aeroporti hududida joylashgan bo'lib, uning boshqa logistika markazlaridan farqi shundaki, u yuklarni 3 turdagi transportda (havo, avtomobil, temir yo'l) tashish imkoniyatiga ega.

Hozirgi kunda logistika markazi to'liq quvvatda ishlamoqda. Ushbu logistika markazining ish samaradorligini hujjatlar almashinuvini raqamlashtirish va omborlar quvvatini oshirish orqali oshirish maqsadga muvofiqdir.

"Orient Logistics Center" logistika markazi hozirgi kunda O'zbekistondagi eng yirik logistika markazlaridan biri bo'lib, boshqa logistika markazlariga nisbatan saqlash va boshqa xizmatlarning arzonligi bilan ajralib turadi. Ushbu logistika markazining "quruqlik portlari" to'g'risidagi bitimga qo'shilishi dunyoning boshqa "quruqlik portlari" bilan o'zaro aloqalarni o'rnatish va ma'lumot almashish jarayonini oldindan boshlash imkonini beradi.

5. Xulosa

Respublikada quruqlik portlarni barpo etish bo'yicha chora-tadbirlarning amalga oshirilishi mamlakat transport logistika infratuzilmasini rivojlantirish va xalqaro savdoni rag'batlantirish uchun muhim qadam hisoblanadi. Shuni ta'kidlash joizki, ushbu tarmoqni muvaffaqiyatli joriy etish uchun bir nechta asosiy qadamlarni ko'rish mumkin.

Birinchidan, kelajakdagi quruqlik portlarning joylashuvi, infratuzilma talablari, investitsiya ehtiyojlari va biznes modelini belgilovchi uzoq muddatli strategiyani ishlab chiqish orqali strategik rejalashtirish zarur. Infratuzilma sarmoyalari avtomobil yo'llari, temir yo'llar, omborxonalar, terminallar, transport-logistika markazlari va texnologik tizimlarni qurish hamda modernizatsiya qilish uchun mablag'larni jalb etishga ko'maklashadi. Xalqaro hamkorlar bilan aloqalarni o'rnatish, xususan, tajriba va texnologiyalar almashish maqsadida xalqaro logistika kompaniyalari, investorlar va transport tashkilotlari bilan hamkorlik aloqalarini yo'lga qo'yish muhim ahamiyatga ega.

Bojxona tartib-qoidalarini soddalashtirish orqali yuklarni quruqlik portlari orqali olib o'tishni yengillashtirish uchun tezlashtirilgan va samarali bojxona rasmiylashtirish tartiblarini joriy etish mumkin. Quruqlik portlarida boshqaruv va operatsion ish ko'nikmalariga ega malakali mutaxassislarni tayyorlash va rivojlantirish muhim omillardan biri hisoblanadi. Shuningdek, logistika sohasida investitsiyalarni jalb etish va tadbirkorlik faoliyatini soddalashtirish uchun rag'batlantiruvchi soliq mexanizmlari va huquqiy asosni ishlab chiqish zarur.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] UNCTAD. (1982) Multimodal transport and containerisation. TD/B/C.4/238/Supplement 1, Part Five: Ports and Container Depots. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development.



[2] Beresford and Dubey. (1991) Handbook on the Management and Operation of Dry Ports. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development.

[3] Monios, J., Wang, Y., 2013. Spatial and institutional characteristics of inland port development in China. *GeoJournal*. 78 (5): 897-913.

[4] The contribution of the dry port concept to the extension of port life cycles. In: J.W. Böse (ed.) *Handbook of Terminal Planning, Operations Research Computer Science Interfaces Series*, Vol. 49. Heidelberg, Germany: Springer: 359–380.

[5] Port and Dry Port Life Cycles. In: J.W. Böse (ed.) *Handbook of Terminal Planning, Operations Research Computer Science Interfaces Series* (2nd edition), Vol. 49. Heidelberg, Germany: Springer: forthcoming.

[6] Rodrigue, J.P., Debie, J., Fremont, A., Gouvenal, E. (2010) Functions and actors of inland ports: European and North American dynamics. *Journal of Transport Geography* 18 (4): 519-529.

[7] Rodrigue, J.P., Debie, J., Fremont, A., Gouvenal, E. (2010) Functions and actors of inland ports: European and North American dynamics. *Journal of Transport Geography* 18 (4): 519-529.

[8] Wilmsmeier G., Monios, J., Lambert, B. (2011) The directional development of intermodal freight corridors in relation to inland terminals, *Journal of Transport Geography*, 19 (6): 1379-1386.

[9] Саматов Ф.А., Абсатторов И.Х., Хакимов Д.Қ., Матрасулов Қ.Ш. “Транспорт-логистика маркаларини ташкил этишда жой танлаш муаммосини ечишда қўп мезонли қарор қабул қилиш усулларидан фойдаланиш” *Journal of Transport*. ISSN: 2181-2438. Volume:1|Issue:2|2024. 25-32 b.

[10] Roso, V. (2007), “Evaluation of the dry port concept from an environmental perspective”, *Transportation Research Part D*, 12 (7), p. 523-527.

[11] Roso, V. (2008), “Factors influencing implementation of a dry port”, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol: 38, Issue:10, p. 782 – 798.

[12] “Учебное пособие по сухим портам” ЭСКАТО ООН 2020.

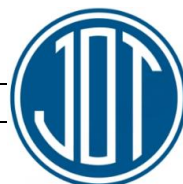
[13] Саматов Г.А., Абсатторов И.Х., Матрасулов Қ.Ш. “Логистика маркаларини геожилашув жойини аниқлаш ва уларни асослаш усуллари: адабиётлар тизимли таҳлили” *Journal of Transport*. 101-114 b. ISSN: 2181-2438 Volume:1|Issue:2|2024.

[14] Саматов Ф.А., Абсатторов И.Х., Хакимов Д.Қ., Матрасулов Қ.Ш. Транспорт жараёнида логистика маркаларининг тутган ўрни, уларнинг терминологик ривожланиши ва жойлашув жойини танлаш шартлари. *Scientific Journal Of Mechanics And Technology* ISSN 2181-158X, Volume 5, Issue 1, Special Issue 2024.

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

Tohirov Mahmudjon / Mahmudjon Tohirov	Toshkent davlat transport universiteti mustaqil tadqiqotchisi, Transport muammolarini o‘rganish markazi mutaxassisi. E-mail: tohirov7@gmail.com Tel: +99897 717 26 99 https://orcid.org/0009-0005-4295-5854
---------------------------------------	--

Absattorov Isomiddin / Isomiddin Absattorov	Toshkent davlat transport universiteti, Transport logistikasi kafedrasi tayanch doktranti. E-mail: isomiddinabsattorov@gmail.com Tel: +99894 574 59 97 https://orcid.org/0000-0002-5968-0990
---	--



Optimization of the design and material of the loosening drum during cotton primary processing

U.A. Ziyamukhamedova¹^a, J.H. Nafasov¹^b, Z.Kh. Jalolova²^c, D.A. Akhmedova¹^d,
A.N. Bobonorov¹^e

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Andijan Machine Building Institute, Andijan, Uzbekistan

Abstract: The article discusses the improvement of a cylindrical loosening drum design for loosening and cleaning cotton raw materials, which is applied to the working surfaces of technological equipment in cotton processing plants. It focuses on enhancing the quality of cotton fiber cleaning and reducing seed damage by using a coating made of heterogeneous composite polymer material based on thermosetting plastic on the pegs of the peg drum. Furthermore, it has been established that the application of heterocomposite materials as coatings for these pegs can extend the service life of the parts due to their wear-resistant properties. One of the main advantages of the proposed material is that the use of heterocomposite coatings simplifies the process of structural repair, thereby achieving economic efficiency.

Keywords: peg drum, heterocomposite, cotton fiber, polymer material, construction, head, compositions, structure

Paxtaga dastlabki ishlov berish jarayonida titish barabani konstruksiyasi va materialini optimallashtirish

Ziyamuxamedova U.A.¹^a, Nafasov J.H.¹^b, Jalolova Z.X.²^c, Axmedova D.A.¹^d,
Bobonorov A.N.¹^e

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

²Andijon mashinasozlik instituti, Andijon, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada paxtaga dastlabki ishlov berish zavodlarining texnologik jihozlari ishchi sirtlariga qo'llaniladigan, paxta xom ashyosini titish va tozalash uchun silindrsimon titish barabani konstruksiyasini takomillashtirish hamda qoziqchali baraban qoziqchalariga reaktoplast asosidagi geterokompozit polimer materialdan olingan qoplamadan foydalanib, paxta tolasini tozalash sifatini oshirish va chigitlarining shikastlanishini kamaytirishga erishilganligi haqida so'z boradi. Bundan tashqari geterokompozit materiallarning ushbu qoziqchalarga qoplama sifatida qo'llanilishi, o'zining yeyilishbardoshlik xossalari tufayli detallarning ish muddatini uzaytirishi mumkinligi aniqlangan. Geterokompozit qoplamalarni qo'llash konstruksiyalarni ta'mirlash jarayonlarini yengillashtirishi va bu bilan iqtisodiy samaradorlikka erishishligi taklif etilayotgan materialning asosiy afzalliklaridan hisoblanadi.

Kalit so'zlar: qoziqchali baraban, geterokompozit, paxta tolas, polimer material, konstruksiya, kallak, tarkiblar, struktura

1. Kirish

Bizga ma'lumki, zamonaviy texnika-texnologiya, mashina va mexanizmlar, shu jumladan paxta sanoatida qo'llaniladigan texnologik jihozlar talab qilingan ishchanlik va ekspluatatsion ishonchlikka ega bo'lishi, paxtani qayta ishlash texnologik jihozlarining ekspluatatsion ishonchligini ta'minlashda ularning konstruksiyalarini takomillashtirish bilan bir qatorda yuqori samarali yangi geterokompozit polimer materiallarni maqsadli qo'llash yechimi kutilayotgan dolzarb innovatsion ilmiy-texnik muammolar jumlasidan hisoblanadi[1-3]. Ayniqsa, jahon

paxta tozalash sohasida chigitli paxtani mayda iflosliklardan tozalash texnikasi hamda texnologiyasini takomillashtirish bo'yicha tadqiqotlar muhim o'rin tutadi[4]. Chigitli paxtani mayda iflosliklardan tozalashning samarali texnologiyasi va qurilmalarini ishlab chiqish, yuqori samarali tarkibli qayishqoq elementli qoziqchali barabnlarni yaratish, geterokompozit polimer (GKP) materialdan qoplama qoplash hamda ishlash rejimlari parametrlarini muqobillashtirish hozirgi kunda zarur masalalardan biri hisoblanmoqda. Shuning uchun texnologik mashina va mexanizmlarning ishchi sirtlarida samarali mahalliy mineral to'ldiruvchilar asosidagi GKP materiallar va ular asosida

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

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

^c <https://orcid.org/0009-0008-2835-806X>

^d <https://orcid.org/0009-0001-5402-218X>

^e <https://orcid.org/0009-0008-5104-0172>



olingan qoplamalarni maqsadli qo'llash bilan texnologik jihozlar ishonchligini ta'minlash, ish unumdorligi va energiya tejamliligini oshirish hamda paxtaning mexanik jarohatlanishini kamaytirish evaziga uning tabiiy sifatini saqlash dolzarb masala hisoblanadi[5].

Bu borada yurtimiz va chet el olimlari tomonidan ko'plab ilmiy va amaliy tadqiqotlar olib borilgan. Olib borilgan tadqiqotlarning tahlili shuni ko'rsatadiki, geterokompozit materiallarning uzoq muddat xizmat qilishligi qoplama yuzasi g'adir-budirligidan tashqari uning sirtiga ta'sir qilayotgan kontaktdagi juftining bosim kuchiga ham bog'liq bo'lib, bosim ortishi bilan ishqalanish koefitsienti ham chiziqli ravishda ortadi[6].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Paxta xom ashyosini titish va tozalash uchun silindrsimon titish barabanning qoziqchali ishchi qismlar uchun geterokompozit polimer materiallarni modifikatsiyalashning samarali turi sifatida mahalliy ashyo va energetik resurslardan ratsional foydalanish imkonini beradigan strukturalashtirish usullarining maqsadga muvofiqligi asoslangan[7-11]. Tadqiqotlar uchun geterokompozit qoplamalar namunalarini tayyorlashda termoreaktiv bog'lovchi epoksid smolasi ED-20 asosidagi kompozitlar va to'ldiruvchilar: mahalliy ashyolardan kaolin, texnik uglerod hamda ipakni qayta ishlash sanoat chiqindisi (IQCh) tanlab olindi (1-jadval).

1-jadval

Qoziqchali ishchi qismlar uchun qoplama sifatida geterokompozit polimer materiallarning tarkibi va xossalari

Qoplama uchun kompozitsiyalar tarkibi	Komponentlar tarkibi, massa qism
ED-20	100
DBF	10-12
PEPA	10-12
Angren kaolini AKF 78-10-15 m/q, AKS 30 – 7-10 m/q AKT 10 – 8-10 m/q	25-35
ITQCh chiqindisi	1,5-2,0
Texnik uglerod	4-5
Mikroqattqlik N_m , MPa	212
Adgezion mustahkamlik (cho'zilishda) σ_{ad} , MPa	28,2
Zarbiy qovushqoqlik σ_{ud} , KJ/sm ²	28,1

Olingan geterokompozit polimer qoplamning qattiqligini aniqlash uchun MET-UDA markali kombinatsiyalangan mikro qattqlikni o'lchash qurilmasidan foydalanildi (1-rasm).



1-rasm. MET-UDA kombinatsiyalangan mikro qattqlikni o'lchash uskunasi

Kombinatsiyalangan ta'sirli (ultrativush va dinamik) ko'chma MET-UDA qattqlik o'lchagichi Brinell (HB), Rokvell (HRC), Vikkers (HV), Shor "D" (HSD) shkalalariga ko'ra turli vazn va xususiyatlarga ega bo'lgan materiallarning tezkor qattqligini o'lchash, shuningdek, perlit sinfiga mansub uglerodli po'latlardan tayyorlangan detallarning cho'zilishga bo'lgan mustahkamlik chegarasini aniqlash uchun mo'ljallangan.

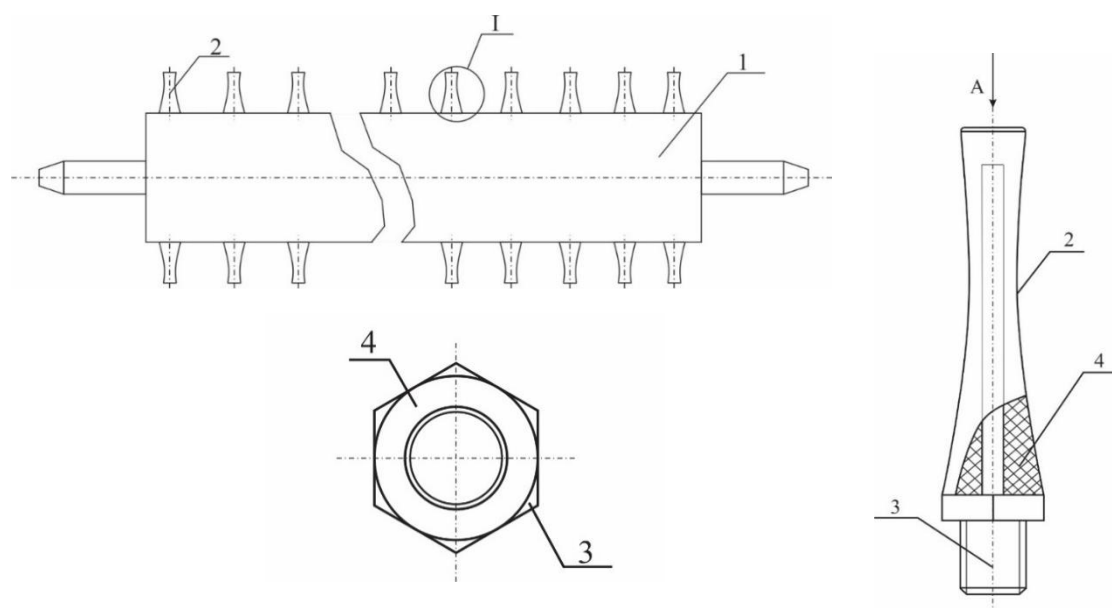
Dinamik va ultrativush usullarining birlashtirilishi turli xil materiallarni nazorat qilishda ushbu MET-UDA qurilmasidan foydalanishning ko'p qirraligini ta'minlaydi.

Qoplamalar uchun muhim hisoblanadigan adgezion mustahkamlikni aniqlashda, avtomat Elcometr 510 jihozidan foydalanildi. Elcometer 510 avtomatik adgezimetri turli metall yoki nometal yuzalarga qoplangan qoplamalarning yopishqoqligini o'lchash uchun mo'ljallangan. Jihozning ishlash prinsipi qoplama materialini asos materialidan ajratish uchun zarur bo'lgan kuchni o'lchashga asoslangan. Adgezimetrlarning nasosining gidravlik bo'lishligi barqaror natijalar olish uchun kuchlanishni bir tekisda qo'yilishini ta'minlaydi. Bunda kuchlanish 0,1-1,4 MPa oralig'ida sozlanishi mumkin. Ushbu juhozda olingan natijalarning nisbiy xatoligi $\pm 1\%$ dab oshmaydi.

Qoplama materialining zarbiy qovushqoqligini aniqlashda umumma'lum standart usullardan foydalanildi.

3. Tahlil va natijalar

Qayd etilgan muammo yechimlari paxta tozalash samarasini oshirish, paxta tolasida xifot va chigitning nisbari ezilishini kamaytirish hamda texnologik jihozlar va chigitning shikastlanishini kamaytirish, shuningdek, paxta bo'lakchalarining tozalash zonasida tormozlanishini kamaytirishdan iborat. Qo'yilgan vazifa qoziqlar va paxta bo'lakchalari orasidagi ishqalanishni kamaytirish orqali titutvchi baraban qoziqlari konstruksiyasini takomillashtirish orqali hal etiladi (3-rasm).



3-rasm. Qoziqchali baraban tuzilishi:

1-silindrsimon qoziqchali baraban, 2-titish qoziqchasi, 3-sterjenning rezbali biriktirish qismi, 4-qoziqcha kallagi (geterokompozit material qoplama)

Yuqoridagi rasmda tolali materialni tozalagichning tituvchi barabani plankali va ularga qoziqlar mahkamlangan silindrsimon gardishni o'z ichiga olgan bo'lib, bo'ylama qatorlar bilan o'rnatilgan. Qoziqlar baraban sirtiga mahkamlash uchun pastki uchida rezbali sterjenlardan tashkil topgan holda bajarilgan, ustki qismi yesa qoziq kallagi teshigiga presslangan. Bunda paxta tolasini tituvchi baraban qoziqchalari zarbaga va yeyilishga bardoshli geterokompozit materialdan tayyorlangan, ishchi qismi yesa qoziqning o'rtasiga toraytirilgan egri chiziqli sirt bilan bajarilgan[12].

Geterokompozit polimer materiallar asosidagi paxtaga dastlabki ishlov berish mashina va mexanizmlar ishchi organlari qoziqchali detallarini olishning optimal parametrlari taklif etilgan hamda qoziqchali baraban ishchi organlari uchun geterokompozit polimer materiallar asosidagi butun quyma qoziqchali detal konstruksiyalari yaratilgan.

4. Xulosa

Paxtaga dastlabki ishlov berish jarayonida titish barabanining ishchi qismlariga geterokompozit polimer materiallardan qoplama sifatida foydalanish hisobiga paxta tolasini hamda chigitining shikastlanishini kamaytirish, shuningdek, paxta bo'lakchalarining tozalash qismida to'htalish va uchilishlarni kamaytirishga erishildi.

Geterokompozit polimer materiallardan qoziqchali barabanning ishchi qismlariga qoplamalar sifatida qo'llash orqali paxtaning mexanik jarohatlanishini 1,6-1,8 marta kamaytirishga erishildi. Mahalliy xomashyo va ishlab chiqarish chiqindilaridan antifriktsion va antifriktsion-yeyilishbardoshli geterokompozit termoreaktiv materiallar olishning samarali texnologiyasi ishlab chiqildi va paxtaga dastlabki ishlov berish texnologik jihozlarining jumladan titish barabani konstruksiyasi va materialini optimallashtirilib ishlash muddatini korroziya va yeyilishdan saqlash evaziga 25-30% ga oshirishga erishildi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Е. В. Королёв, Теплофизические свойства серных строительных материалов. Королёв Е. В., Киселев Д. Г., Прошина Н. А., Альбакасов А. И.// Вестник МГСУ, 2011. - N 8. 249-253 с.
- [2] Gadamov, D., Ziyamukhamedova, U., & Miradullaeva, G. (2024, March). Chemical resistance of a hydrophobic-hemostable organomineral composite material in aggressive liquid media. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3045, No. 1). AIP Publishing.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] У.В.Королёв, Д.Г.Кисилев, Н.А.Порошина, А.И.Альбакасов. Теплофизические свойства серных строительных материалов. Вестник МГСУ. №8. 2011. 249-253 с.
- [6] Ziyamukhamedova U., Djumabaev A., Urinov, B., & Almatayev, T. (2021). Features of structural adaptability of polymer composite coatings. In E3S Web of Conferences (Vol. 264, p. 05011). EDP Sciences.
- [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] Рахматов Э.А. Анализ условий эксплуатации металлоконструкций и пути увеличения срока службы



производственных оборудований нефтегаза применением гетерокомпозиционных материалов // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 11(116).

[9] Ziyamukhamedova, U., Rakhmatov, E., & Nafasov, J. (2021, April). Optimization of the composition and properties of heterocomposite materials for coatings obtained by the activation-heliotechnological method. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1889, No. 2, p. 022056). IOP Publishing.

[10] Ziyamukhamedova, U., Djumabaev, D., & Shaymardanov, B. (2013). Mechanochemical modification method used in the development of new composite materials based on epoxy binder and natural minerals. Turkish journal of Chemistry, 37(1), 51-56.

[11] 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 EECE 2020: Energy, Environmental and Construction Engineering 3 (pp. 346-355). Springer International Publishing.

[12] 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>

Nafasov Jasurbek Himmat o'g'li/
Jasurbek Nafasov Toshkent davlat transport universiteti
"Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası katta o'qutuvchisi. t.f.d. (PhD)
E-mail: nafasovz@mail.ru
Tel.: +99897 710 66 93
<https://orcid.org/0000-0002-0415-2584>

Jalolova Zilola / Zilola Jalolova Andijon mashinasozlik instituti tadqiqot instituti professori, t.f.d., professor
E-mail: zilolajalolova1108@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-2835-806X>

Axmedova Dilafruz / Dilafruz Akhmedova Toshkent davlat transport universiteti
"Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası assistenti
E-mail: akhmedova92@gmail.com
Tel.: +99897 710 66 93
<https://orcid.org/0009-0001-5402-218X>

Bobonorov Alimardon Nurali Bobonorov Toshkent davlat transport universiteti
"Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası talabasi
E-mail: bobonorovalimardon005@gmail.com
Tel.: +99893 664 05 48
<https://orcid.org/0009-0008-5104-0172>



Mahalla center of the future in Uzbekistan: space for all generations

E.V. Shchipacheva¹^a, S.S. Shaumarov¹^b, D. Rashidov¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article presents the developed main aspects of the design concept of modern mahalla centers for the Republic of Uzbekistan. The mahalla center is presented not just as a building, but as a multifunctional ecosystem that combines places of leisure, public events, additional education and development, work and sports, organization of self-government processes and public utilities. The need to implement in the projects the principles of sustainable architecture, including earthquake resistance, energy saving, environmental friendliness and comfort was noted.

Keywords: mahalla, infrastructure, community center, self-actualization, sustainable architecture

Махаллинский центр будущего в Узбекистане: пространство для всех поколений

Щипачева Е.В.¹^a, Шаумаров С.С.¹^b, Рашидов Д.¹

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье приводятся разработанные основные аспекты концепции проектирования современных махаллинских центров для Республики Узбекистан. Махаллинский центр представлен не просто как здание, а как многофункциональная экосистема, объединяющая места досуга, проведения общественных мероприятий, дополнительного образования и развития, работы и спорта, организацию процессов самоуправления и коммунального хозяйства. Отмечена необходимость реализации в проектах принципов устойчивой архитектуры, в том числе сейсмостойкости, энергосбережения, экологичности и комфортности.

Ключевые слова: махалля, инфраструктура, общественный центр, самореализация, устойчивая архитектура

1. Введение

Узбекистан, с его богатой историей и культурным наследием, стоит на пороге новой эры. В условиях стремительных изменений, связанных с урбанизацией и глобализацией, возникает необходимость в создании новых общественных пространств, которые будут служить местом встречи для людей разных возрастов и интересов, способствовать формированию социальной активности граждан, проживающих на одной территории. Одним из таких объектов может стать махаллинский центр будущего.

Концепция махаллинского центра будущего складывается, исходя из представления, что центр - это не просто здание, а это целая экосистема, которая объединяет различные функции и услуги. Это место досуга, проведения общественных мероприятий, развития, дополнительного образования, работы и отдыха, организации процессов самоуправления и коммунального хозяйства (рис. 1).

Махаллинский центр должен стать местом, где молодое население Узбекистана сможет развивать свои таланты, а пожилые люди найдут поддержку и общение.

^a <https://orcid.org/0009-0000-0489-445X>

^b <https://orcid.org/0000-0001-8935-7513>





Рис. 1. Функциональная схема современного махаллинского центра

2. Методология исследования

В результате анализа ряда решений правительства Республики Узбекистан [1, 2, 3] и опыта строительства аналогичных объектов в зарубежных странах [4, 5, 6] были сформулированы основные аспекты концепции проектирования махаллинских центров, которые состоят в ниже следующих положениях.

1. Многофункциональность, включая создание инфраструктуры и развитие малого бизнеса.

Центр должен объединять в себе образовательные и культурные площадки, спортивные зоны, места для отдыха и общения. Это могут быть классы для обучения новым навыкам (иностранным языкам, кулинарии, IT-технологиям, моделированию и т.п.), творческие студии с выставочными зонами и магазинами художественных изделий, спортивные секции, секции для занятий йогой, фитнесом и танцами, открытые площадки для мероприятий [1, 2]. Махаллинский центр должен создать условия для самореализации молодым художникам, музыкантам, модельерам и представителям других творческих профессий. В таких центрах должна осуществляться передача опыта старейшин молодому поколению.

Вместе с тем, в махаллинских центрах целесообразно размещение малых производственных и обслуживающих предприятий, таких как парикмахерские, постирочные, швейные и ремонтные мастерские, кондитерские цеха, кафе и т.п. [3], что создаст условия для самореализации и увеличит занятость определенных категорий граждан, проживающих на территории махалли, позволит улучшить сферу обслуживания населения, сделав ее более удобной и доступной.

Отдельные группы помещений в махаллинских

центрах – это махаллинский комитет, жилищно-эксплуатационная организация и пункт охраны общественного порядка.

2. Инклюзивность.

Важным аспектом является создание доступной среды для людей с ограниченными возможностями. Все пространства должны быть адаптированы для комфортного использования всеми категориями населения.

Кроме того, не менее значимым является создание возможностей для вовлечения женщин с малыми детьми в общественную жизнь общества, их саморазвития, освоения новых профессий, лечения, занятия спортом и т.п.

3. Технологическая интеграция.

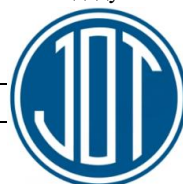
Внедрение современных технологий, таких как бесплатный Wi-Fi, интерактивные информационные панели и цифровые библиотеки, сделает центр более привлекательным для молодежи и поможет пожилым людям освоить новые технологии [1].

4. Толерантность.

Большинство махаллей Узбекистана многонациональны и многоконфессиональны по своему составу. Здание махаллинского центра должно обеспечить мирное сосуществование представителей различных религий и взаимообогащение культур.

5. Архитектурная выразительность.

Наряду с функциональностью, важна архитектурная привлекательность зданий и их соответствие современным дизайнерским стандартам, то есть важна и преемственность, и дух времени. Таким образом, архитектура махаллинского центра должна отражать традиции узбекской культуры, сочетая их с современными элементами. Открытые пространства, зеленые зоны и уютные уголки для общения создадут



атмосферу уюта и тепла.

6. Реализация принципов устойчивой архитектуры.

Особое внимание должно быть уделено сейсмостойкости строения, применению энергосберегающих планировочных и конструктивных решений и технологий, формированию синтеза природы и архитектуры, максимальному использованию природных компонентов, LED-технологий.

Современные жители ценят наличие внутренних дворовых пространств и даже «зеленых» крыш. Устройство на территории махаллинских центров тематических детских игровых площадок, ботанических мини-садов позволит улучшить экологию и создать комфортные условия для отдыха. И хотя экологический эффект от малых озелененных пространств не велик, но они выполняют важную психологическую роль, имитируя присутствие природы в городской среде. А в условиях высокой загрязненности городской среды будет целесообразным размещение на территории махаллинских центров сплит-систем водяного охлаждения и различных водных устройств (фонтанов, водоёмов). Они будут способствовать снижению запылённости воздуха и улучшению микроклимата территории в летний период, обладая высокими средорегулирующими качествами.

Использование экологически чистых материалов и технологий также будет способствовать устойчивому развитию района и города в целом.

7. Информативность.

Наиболее социально ориентированные помещения (библиотеки, спортивные залы, учебные комнаты, мастерские и т.п.) должны иметь большие поверхности наружного остекления, обращенные на жилые улицы, что позволит показать динамику жизни и привлечь внимание жителей махалли, вовлечь их в различные волонтерские программы.

3. Заключение

Создание махаллинского центра будущего в Узбекистане — это шаг к формированию более сплоченного и активного общества, в котором жители махалли могут обсуждать проблемы и совместно разрабатывать стратегии дальнейшего развития. Такой центр станет не только культурной и образовательной площадкой, обеспечивающей самодостаточную общественную жизнь местного сообщества, но и символом единства различных поколений. Вложив

усилия в создание таких пространств, Узбекистан сможет укрепить свои социальные связи и обеспечить гармоничное развитие всех слоев населения.

Использованная литература / References

- [1] В Узбекистане создали программу по развитию института махалли <http://asiatv.kg/2019/05/23>
- [2] lex.uz, president.uz, uzbekistaninfo.ru, uzbekistan.travel, advantour.com, uz.sputniknews.ru, t.me/pravoinf, yuz.uz, Plov.Press.
- [3] В специализированных махаллях появятся микро-промышленные центры <https://nova24.uz/uzbekistan/> 2022/04/19
- [4] Santiago Gonzalez Garci. Community center design // Design Media Publishing Limited. 2014. 224 p.
- [5] Федченко И.Г. «Комьюнити-центр» как новый вид архитектуры в жилой среде // Contemporary World's Architecture, 1/2020. Pp. 248–262
- [6] Шомина Е.С. Соседские центры как элемент инфраструктуры соседского сообщества // Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2015. №4 (8). С. 95–104.

Информация об авторах/ Information about the authors

Щипачева Елена Владимировна / Shchipacheva Elena Vladimirovna Ташкентский государственный транспортный университет, д.т.н., профессор кафедры “Строительство зданий и промышленных сооружений”
E-mail: eshipacheva@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0000-0489-445X>

Шаумаров Саид Санатович / Shaumarov Said Sanatovich Ташкентский государственный транспортный университет, д.т.н., профессор, проректор по научной работе и инновациям
E-mail: shoumarovss@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8935-7513>

Рашидов Д. / Rashidov D. Ташкентский государственный транспортный университет, студент 4 курса



Customer value: the next source for competitive advantage

S.A. Uktamov¹^a, G.E. Pulatova¹^b, F.T. Kurbanova¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

Driven by more demanding customers, global competition, and slow-growth economies and industries, many organizations search for new ways to achieve and retain a competitive advantage. Past attempts have largely looked internally within the organization for improvement, such as reflected by quality management, reengineering, downsizing, and restructuring. The next major source for competitive advantage likely will come from more outward orientation toward customers, as indicated by the many calls for organizations to compete on superior customer value delivery. Although the reasons for these calls are sound, what are the implications for managing organizations in the next decade and beyond? This article addresses this question. It presents frameworks for thinking about customer value, customer value learning, and the related skills that managers will need to create and implement superior customer value strategies.

Keywords:

strategic planning model, transport enterprises, public transport, strategic planning, market conjuncture

Потребительская ценность: Следующий источник конкурентного преимущества

Уктамов С.А.¹^a, Пулатова Г.Э.¹^b, Курбанова Ф.Т.¹^c

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация:

Под влиянием растущих требований клиентов, глобальной конкуренции и медленно развивающихся экономик и отраслей многие органические компании ищут новые способы достижения и сохранения конкурентных преимуществ. Прошлые попытки были направлены в основном на внутренние улучшения в организации, которые проявлялись, например, в управлении качеством, реинжиниринге, сокращении численности персонала и реструктуризации. Следующим важным источником конкурентного преимущества, вероятно, станет большая ориентация на клиентов, о чем свидетельствуют многочисленные призывы к организациям конкурировать за более высокое качество обслуживания клиентов создание ценности. Хотя причины для таких призывов очевидны, каковы их последствия для управления организациями в следующем десятилетии и в последующий период? Этот вопрос рассматривается в данной статье. В нем представлены основы для размышлений о ценности для клиентов, изучения ценности для клиентов и соответствующих навыков, которые понадобятся менеджерам для создания и реализации стратегий повышения ценности для клиентов.

Ключевые слова:

модель стратегического планирования, транспортные предприятия, общественный транспорт, стратегическое планирование, рыночная конъюнктура

1. Введение

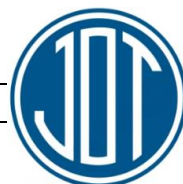
Мы являемся свидетелями удивительных преобразований в сфере органического производства. Под влиянием растущих требований клиентов, глобальной конкуренции и медленно развивающихся экономик и отраслей многие компании находятся в поиске новых способов достижения и сохранения конкурентных преимуществ[1]. Почти два десятилетия назад управление качеством стало популярным, и менеджеры научились повышать качество как продуктов своей организации 2, так и внутренних операционных процессов. Эти усилия привели к значительному повышению производительности слишком часто они усиливали внутреннюю

ориентацию. Наиболее инструменты обеспечения качества помогают менеджерам совершенствовать внутренние процессы и продукты[1]. Менеджеров просили учитывать интересы своих клиентов при определении того, какие улучшения не обходимы, и появилась система измерения удовлетворенности клиентов (CSM), призванная учитывать "голос клиента" в усилиях по обеспечению качества. Однако применение CSM не оправдало надежд по нескольким причинам. Во-первых, многие организации отреагировали на это, установив цели и стратегии по удовлетворенности клиентов, но лишь немногие из них тщательно измерили удовлетворенность своих клиентов (Dutka, 1994). Во-вторых, даже те компании, которые измеряют удовлетворенность, могут не действовать в

^a <https://orcid.org/0009-0006-0298-9475>

^b <https://orcid.org/0009-0006-6358-624X>

^c <https://orcid.org/0009-0004-2752-8523>



соответствии с результатами (Dutka, 1994). Если CSM не опирается на глубокое изучение ценности для клиентов и связанных с этим проблем, которые лежат в основе их оценок, это может не обеспечить достаточного учета мнения клиентов, чтобы помочь менеджерам в принятии соответствующих мер[2].

В-третьих, по мере накопления опыта работы с CSM организации стали замечать проблемы. Иногда данные об удовлетворенности не сильно коррелируют с результатами деятельности организации, на что указывают клиенты, которые говорят, что они удовлетворены, но покупают в других местах (Джонс и Сассер, 1995). Даже если в органических компаниях изначально обнаруживается тесная взаимосвязь между показателями удовлетворенности и производительностью, со временем эта взаимосвязь может ухудшиться. Это может произойти, когда CSM не успевает за изменениями в том, что нужно или чего хотят клиенты. Такие проблемы подрывают доверие менеджеров к CSM и открытым это дает возможность критиковать зачастую значительные ресурсы выделяемые на это[2].

Несмотря на то, что качество необходимо для конкуренции в современных отраслях, оно, возможно, больше не является очевидным источником конкурентоспособности. - Все больше и больше менеджеров сетуют на то, что инновации и качество продукции больше не обеспечивают основу для конкурентного преимущества (Бутц и Гудстайн, 1996). Некоторые организации снова обратились к внутренней политике, пытаясь повысить эффективность за счет более масштабных структурных изменений и изменений процессов. Сокращение штатов, реструктуризация и "зеленый инжиниринг" стали популярными инструментами управления для создания "бережливых и экономичных" организаций. К сожалению, существует неоднозначный опыт в отношении того, оправдали ли себя эти инструменты[2]. Методы работы организаций могут измениться, но по-прежнему не окажут желаемого влияния на конечные результаты- линейное исполнение (Холл, Розенталь и Уэйд, 1993).

2. Методология исследования

Повышение качества и организационные изменения продолжают, но также продолжается и вызвавшее их внешнее рыночное давление. Следовательно, поиск преимуществ продолжается, и поэтому важно задаться вопросом, где организации будут искать источники преимуществ в следующий раз[1]. Вместо того, чтобы уделять основное внимание внутренним процессам и структуре, следующая крупная трансформация управления, вероятно, произойдет по мере того, как организации будут уделять больше внимания рынкам и клиентам. В соответствии с этим прогнозом, нет недостатка в призывах к переориентации стратегия, направленная на обеспечение более высокой потребительской ценности (Группа 1991; День 1990; Шторм 1994; Науманн, 1995). Эти объявления-специалисты по работе с клиентами обычно приводят один или более из четырех видов доказательств в поддержку своей позиции: широко разрекламированные истории успеха компаний, которые управляют таким образом (например, AT&T, Federal Express, Xerox,

химическая компания Eastman); анализ влияния маркетинговой стратегии на прибыль (PIMS) данные, которые показывают тесную взаимосвязь между качеством, долей рынка и прибылью (Gale, 1994); исследования, выявляющие положительную взаимосвязь между ориентацией на рынок и эффективностью организации (например, Яворски и Коли 1993; Нарвер и Слейтер, 1990); и анализ затрат, демонстрирующий, что удержание клиентов значительно дешевле дороже, чем привлечение клиентов (например, Birch 1990). Проблема, по-видимому, заключается не в том, должна ли организация конкурировать за предоставление потребительских преимуществ, а скорее в том, какона должна это делать. Похоже, все согласны с двумя вещами. Во-первых, ориентация на повышение потребительской ценности требует от организаций всестороннего изучения своих рынков и целевых потребителей. Решение о том, как конкурировать за повышение потребительской ценности, поднимает сложные вопросы, такие как следующие- вывод: что именно ценят клиенты? [2] На чем из всего, что ценят клиенты, нам следует сосредоточиться, чтобы добиться преимуществ? Насколько хорошо, по мнению клиентов, мы реализуем эту ценность? Как изменятся ценности клиентов в будущем? Во-вторых, менеджеры должны переводить обучение клиентов позволяет повысить эффективность работы с клиентами. Например, внутренние процессы организации по созданию ценности должны быть приведены в соответствие с тем, что ценят клиенты[7].

Концепции потребительской ценности также различаются в зависимости от обстоятельств, в которых клиенты думают о ценности[1]. Чтобы проиллюстрировать это наблюдение, рассмотрим две характеристики потребительской ценности. В колонках указывается, что потребители могут оценивать ценность в разное время, например, при принятии решения о покупке или при оценке характеристик продукта во время или после использования. В каждом из этих контекстов решаются совершенно разные задачи оценки потребителем. Покупка означает выбор, а это требует от покупателей умения различать предлагайте альтернативные продукты и оценивайте, какой из них предпочтительнее. Напротив, во время или после использования клиенты больше заботятся о качестве выбранного продукта в конкретных ситуациях использования[4]. Появляющиеся данные подтверждают важность этого различия. Гардиал, Клемонс, Вудрафф, Шуман и Бернс (1994) показали, что покупатели могут воспринимать ценность товара иначе во время покупки, чем во время или после использования. Например, мысли об атрибутах, по-видимому, играют большую роль при покупке, в то время как последствия более заметны, когда потребители оценивают использование. Кроме того, потребление- покупатели могут учитывать несколько иные характеристики и последствия- при покупке и при использовании продукта (Гардиал и др., 1994; Оливер, 1997). Либо до покупки, либо после ее создания, во время использования (Oliver, 1997), клиенты могут представлять, какую ценность они хотят (т.е. желаемую ценность). Клиенты учатся мыслить конкретно о ценности в виде предпочтительных атрибутов, характеристик и последствий- возникает в результате использования продукта в ситуации использования.



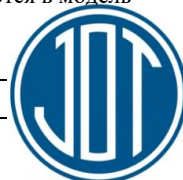
Кроме того, они формируют оценочные мнения или чувства по поводу реальной ценности использования продукта (т.е. полученной ценности). Во время выполнения задачи выбора клиенты могут прогнозировать полученную ценность, но во время использования они фактически ощущают полученную ценность. Хотя приведенная выше классификация выявляет важные различия между типами потребительской ценности, эта концепция, по-видимому, имеет гораздо более узкую перспективу при применении в исследованиях потребителей[5]. На практике ценность часто измеряется на основе желаний (или предпочтений), которые влияют на покупку. Например, исследования в фокус-группах широко используются организациями для выявления движущих сил потребительских качеств или "ключевых критериев покупки", таких как качество продукции и своевременная доставка (Gale, 1994; Lai, 1995). Аналогичным образом, исследование удовлетворенности обычно покупателей просят оценить бренд или продавца по тем характеристикам, которые, как считается, влияют на принятие покупателями решений о покупке[5]. Мы, скорее всего, упустим важные нюансы потребительской ценности, если ограничим изучение клиентов этой узкой точкой зрения. Например, клиенты предпочитают другие измерения ценности, а не просто атрибуты, такие как однократное использование-последствия (Вудрафф и Гардиал, 1996; Холбрук, 1994). Другие классификации идут еще дальше, определяя взаимосвязи между типами значений. Например, ожоги (1993) описывает четыре различных типа ценности: ценность продукта, ценность в процессе использования, ценность владения и общая ценность.- увязать воедино в процессе оценки потребителем[6].

3. Результаты исследования

На пути к концепции потребительской ценности, ориентированной на клиента Растущий объем концептуальных знаний о потребительской ценности довольно фрагментарен, отстаиваются различные точки зрения, и нет общепринятого способа свести все эти взгляды воедино. Возможно, это отчасти объясняет, почему применение этой концепции в современных организациях, вероятно, не позволяет в полной мере использовать все ее богатство и сложность[4]. Для продвижения практики управления органическими предприятиями в направлении повышения потребительской ценности настало время обобщить эти взгляды. С этой целью рассмотрим следующее определение: Потребительская ценность - это воспринимаемое потребителем предпочтение и оценка тех свойств продукта, его эксплуатационных характеристик и последствий использования, которые облегчают (или препятствуют) достижению целей и предназначений потребителя в ситуациях использования[6]. В этом определении используется точка зрения потребителей на ценность, полученная на основе эмпирических исследований того, как потребители думают о ценности (Гардиал и др., 1994; Ричинс, 1994а, 1994б; Вудрафф, Шуман, Клемонс, Бернс и Гардиал, 1990; Зейтхамл, 1988). Оно включает в себя как желаемую, так и полученную ценность и

подчеркивает, что ценность проистекает из усвоенного потребителями восприятия, предпочтений и оценок[6]. Оно также связывает продукты с ситуациями использования и связанными с ними последствиями, с которыми сталкиваются целеустремленные клиенты. Это определение основано на концептуальной структуре, предоставляемой моделью типа "средства-цель". Хотя изначально эта модель предназначалась для описания того, как потребители классифицируют информацию о продуктах в памяти (Gutman, 1982), Вудрафф и Гардиал (Woodruff, 1996) показывают, что ее можно адаптировать, чтобы отразить суть потребительской ценности. Иерархия потребительских ценностей предполагает, что клиенты воспринимают желаемую ценность с точки зрения средств к существованию. Начиная с самого низа иерархии, клиенты учатся воспринимать продукты как совокупность определенных атрибутов и характеристик эффективности. Приобретая и используя продукт, они формируют желания или предпочтения в отношении определенных атрибутов, основываясь на их способности способствовать достижению желаемых результатов, отражаемых в ценности использования и владения, на следующем уровне иерархии[8]. Клиенты также учатся желать определенных последствий в соответствии со своими способностями, которые помогут им достичь "своих целей" (т.е. самого высокого уровня). Рассматривая иерархию сверху вниз, клиенты используют цели и поручения, чтобы придать важность последствиям (Клемонс и Вудрафф, 1992). Аналогичным образом, важные последствия ориентируют клиентов, когда они придают значение атрибутам и характеристическим характеристикам.

Иерархия потребительских ценностей предполагает, что клиенты воспринимают желаемую ценность с точки зрения средств к существованию[3]. Начиная с самого низа иерархии, клиенты учатся воспринимать продукты как совокупность определенных атрибутов и характеристик эффективности[10]. Приобретая и используя продукт, они формируют желания или предпочтения в отношении определенных атрибутов, основываясь на их способности способствовать достижению желаемых результатов, отражаемых в ценности использования и владения, на следующем уровне иерархии. Клиенты также учатся желать определенных последствий в соответствии со своими способностями, которые помогут им достичь "своих целей" (т.е. самого высокого уровня). Рассматривая иерархию сверху вниз, клиенты используют цели и поручения, чтобы придать важность последствиям (Клемонс и Вудрафф, 1992). Аналогичным образом, важные последствия ориентируют клиентов, когда они придают значение атрибутам и характеристическим характеристикам. Концепция потребительской ценности предполагает тесную связь с удовлетворенностью потребителей. Обе концепции описывают оценочные суждения о продуктах, и те, и другие придают особое значение ситуации использования. Несмотря на это потенциальное совпадение, только недавно мы стали свидетелями появления концептуальных основ, объединяющих эти две концепции (например, Клемонс и Вудрафф, 1992; Спренг, Маккензи и Ольшавский, 1996; Уэстбрук и Рейли, 1983). На основе этой работы показано, как желаемая и полученная ценность вписываются в модель



удовлетворенности по типу опровержения.

Общая удовлетворенность - это чувства потребителя в ответ на оценку одного или нескольких впечатлений от использования продукта. Но что именно клиенты оценивают в отношении опыта использования? Иерархия потребительских ценностей помогает ответить на этот вопрос[6]. Побуждаемый к проведению оценки, клиент формирует некоторые представления о том, какую ценность он желает получить, исходя из прошлого и настоящего опыта. Иерархия потребительских ценностей предполагает, что желаемая ценность складывается из предпочтений в отношении конкретных и поддающихся измерению аспектов - атрибутов, характеристик атрибутов и последствия, связанные с целями в ситуациях использования. Желаемая ценность, в свою очередь, определяет потребителей, когда они формируют представление о том, насколько хорошо или плохо продукт показал себя в ситуации использования[6]. То есть они оценивают опыт использования по одним и тем же атрибутам, характеристикам эффективности и последствиям, построенным в соответствии с желаемыми иерархиями ценностей. Полученные значения могут непосредственно приводить к формированию общего чувства удовлетворенности (Черчилль и Сурпреант, 1982), или они могут сравниваться с одним или несколькими другими стандартами (такими как ценности, прогнозируемая ценность или нормы, основанные на опыте), чтобы сформировать у себя ощущение неудовлетворенности другим способом повлиять на общее чувство удовлетворенности (Клемонс и Вудрафф 1992; Вудрафф, Клемонс, Шуман, Гардиал и Бернс 1991).

4. Заключение

Рассматривая потребительскую ценность как иерархию, мы получаем гораздо более полное представление о том, что клиенты думают о ценности продуктов и их использовании в конкретных ситуациях[9]. Кроме того, иерархия предполагает, что могут возникать различные виды общего чувства удовлетворенности (Клемонс и Вудрафф, 1992). Таким образом, клиенты могут быть более или менее удовлетворены свойствами продукта и его производительностью, использовать соответствующие последовательности и даже цели и их достижение[4]. Концепция потребительской ценности становится важным инструментом управления только в том случае, если она используется в рамках организации. Тем, кто участвует в разработке и внедрении стратегий повышения потребительской ценности, нужна общая основа для понимания потребительской ценности. Например, операционная концепция ценности, такая как иерархия потребительской ценности, помогает точно определить, что менеджеры должны знать о своих клиентах. Самое важное, что иерархия призывает не ограничиваться так называемыми ключевыми критериями покупки, основанными на атрибутах[8]. Продавцы должны научиться о последствиях в ситуациях использования, которых клиенты хотят (или которых хотят избежать), и о целях, к которым приводят эти последствия. В конечном счете, то, как клиенты

видят ценность, влияет на то, что они будут делать на рынке.

Две категории, по-видимому, отражают большинство способов, с помощью которых менеджеры узнают о клиентах[9]. Во-первых, неформальное обучение включает в себя такие источники, как опыт проб и ошибок при принятии прошлых решений в отношении клиентов, отзывы продавцов, контактирующих с отдельными клиентами, и личные наблюдения менеджеров за клиентами. Во-вторых, формальное исследовательское обучение включает в себя все доступные организациям методы изучения рынка и потребителей, такие как эксперименты, опросы и качественные исследования. Хотя все эти способы могут дать важную информацию о потребителях, даже более важным является процесс, с помощью которого менеджеры учатся. Процесс решает два вопроса: что следует узнать о клиентах и как это узнать[7].

Использованная литература / References

- [1] Dutka, A. (1994). Customer Satisfaction Measurement and Management. Cambridge, MA: Blackwell.
- [2] Jones, T.O., & Sasser, W.E. (1995). Why Satisfied Customers Defect. Harvard Business Review, 73(6), 88-99.
- [3] Ведакин, И.В. (2002). Маркетинговая ориентация и ее влияние на эффективность бизнеса. Российский маркетинг, 6(4), 50-58.
- [4] Вудрафф, Р.Б., & Гардиал, С.Ф. (1996). Понимание ценности потребителя: Новый подход к оценке качества и удовлетворенности. В книге: Сервисное качество: Новые направления теории и практики, ред. Р.Т. Раст и Р.Л. Оливер, М.: Сэйдж.
- [5] Акофф Р. Акофф о менеджменте / Р. Акофф; пер. с англ.; под ред. Л.А. Волковой; -СПб.: Питер, 2002. - 398 с.
- [6] Zaynutdinov Sh.N. Innovatsion saloxnyatni oshirish strategiyasi // "Iktisodiyot va innovatsion texnologiyalar" ilmiy elektron jurnali, 2011, 1 son, sentyabr.
- [7] Менеджмент / Ф. Тейлор. - Москва: Издательство журнала «Контроллинг», 1992. - 137 с. Teylor, F. Testimony before the Special Committee of the U.S. House of Representatives / F. Teylor. - New York, 1912
- [8] Sharma, S. (1994). Market Orientation and Organizational Performance: An Empirical Analysis. Journal of Business Research, 29(1), 31-44.
- [9] Afonin, I.V. Innovatsiyalarni boshqarish. M.: Gardariki, 2005 yil.
- [10] Глухов В.. Менеджмент. Учебник для вузов. - Питер.. 2009. ст.608.

Информация об авторах/ Information about the authors

Uktamov Toshkent davlat transport universiteti
Sarvar Atxam doktoranti
o'g'li e-mail: uktamovsa@gmail.com
tel: +998998746575
<https://orcid.org/0009-0006-0298-9475>

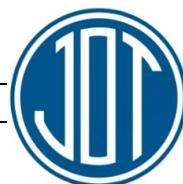


Pulatova
Gulchexra
Erkinovna

TDTU “Korporativ boshqaruv”
kafedrası mustaqil izlanuvchisi
e-mail: pulatovag873@gmail.com
tel: +99893-536-16-32
<https://orcid.org/0009-0006-6358-624X>

Kurbanova
Feruza
Tuxtamura-
dovna

TDTU “Korporativ boshqaruv”
kafedrası mustaqil izlanuvchisi.
e-mail: kurbanovaferuza267@yandex.com
tel: +99890349-60-07
<https://orcid.org/0009-0004-2752-8523>



Optical phenomena observed in the atmosphere: physical foundations of rainbow, galo and fatamorgana phenomena

Ch.Kh. Toshpulatov¹ ^a

¹Samarkand State University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry, and Biotechnology, Tashkent Branch

Abstract: This article analyzes in depth the physical mechanisms of the main optical phenomena observed in the atmosphere - rainbow, galo and fatamorgana phenomena, the conditions and properties of their formation. The main purpose of the study is to study the theoretical foundations of optical phenomena in the atmosphere from the point of view of modern physics and determine their dependence on atmospheric conditions. Among the research tasks are: Analysis of the physical mechanisms of rainbow, galo and fatamorgana phenomena; to study the dependence of these phenomena on atmospheric parameters; to determine the conditions of their observation; to improve the methods of prediction. The study was carried out on the basis of methods of systematic analysis of existing scientific literature and theoretical physical modeling. As a result of the study, the main parameters affecting the formation of atmospheric optical phenomena were identified, the conditions and frequency of their observation were studied. Optimal meteorological conditions and observation times were set for each event. In the context of Global climate change, changing trends in these phenomena have been identified. Based on the results obtained, new methods for predicting atmospheric optical phenomena were proposed. The results of the study are of significant practical importance in the fields of Atmospheric Physics, Meteorology and climatology.

Keywords: Atmospheric Optics, Rainbow, galo, fatamorgana, light dispersion, light refraction, atmospheric refraction

Atmosferada kuzatiladigan optik hodisalar: kamalak, galo va fatamorgana hodisalarining fizik asoslari

Toshpo'latov Ch.X.¹ ^a

¹Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti Toshkent filiali

Annotatsiya: Ushbu maqolada atmosferada kuzatiladigan asosiy optik hodisalar - kamalak, galo va fatamorgana hodisalarining fizik mexanizmlari, ularning hosil bo'lish shartlari va xususiyatlari chuqur tahlil qilingan. Tadqiqotning asosiy maqsadi atmosferadagi optik hodisalarining nazariy asoslarini zamonaviy fizika nuqtai nazaridan o'rganish va ularning atmosfera sharoitlariga bog'liqligini aniqlashdan iborat. Tadqiqot vazifalari qatoriga quyidagilar kiradi: kamalak, galo va fatamorgana hodisalarining fizik mexanizmlarini tahlil qilish; bu hodisalarining atmosfera parametrlariga bog'liqligini o'rganish; ularning kuzatilish sharoitlarini aniqlash; bashorat qilish usullarini takomillashtirish. Tadqiqot mavjud ilmiy adabiyotlarni tizimli tahlil qilish va nazariy fizik modellash usullari asosida amalga oshirilgan. Tadqiqot natijasida atmosfera optik hodisalarining shakllanishiga ta'sir etuvchi asosiy parametrlar aniqlandi, ularning kuzatilish sharoitlari va chastotasi o'rganildi. Har bir hodisa uchun optimal meteorologik sharoitlar va kuzatilish vaqtlari belgilandi. Global iqlim o'zgarishi sharoitida bu hodisalarining o'zgarish tendensiyalari aniqlandi. Olingan natijalar asosida atmosfera optik hodisalarini bashorat qilishning yangi usullari taklif etildi. Tadqiqot natijalari atmosfera fizikasi, meteorologiya va iqlimshunoslik sohalarida muhim amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: atmosfera optikasi, kamalak, galo, fatamorgana, yorug'lik dispersiyasi, yorug'lik sinishi, atmosfera refraksiyasi

1. Kirish

Atmosferada kuzatiladigan optik hodisalar insoniyat tarixida azaldan qiziqish va hayrat uyg'otib kelgan. Bu hodisalar nafaqat oddiy kuzatuvchilarni o'ziga jalb qiladi, balki olimlar va tadqiqotchilar uchun ham muhim ilmiy ahamiyatga ega. Atmosfera optik hodisalarining o'rganilishi meteorologiya, fizika va atrof-muhit fanlari rivojiga sezilarli hissa qo'shmoqda [1].

Zamonaviy ilm-fan va texnologiyalar rivojlanishi bu hodisalarining fizik mexanizmlarini yanada chuqurroq

tushunish imkonini bermoqda. Atmosferada kuzatiladigan optik hodisalar orasida kamalak, galo va fatamorgana alohida o'rin tutadi. Bu hodisalarining har biri o'ziga xos atmosfera sharoitlarida yuzaga keladi va turli fizik jarayonlar natijasida hosil bo'ladi [2]. Kamalak hodisasi suv tomchilarida yorug'likning dispersiyasi va qaytishi natijasida, galo muz kristallarida yorug'likning sinishi va qaytishi tufayli, fatamorgana esa atmosfera qatlamlarida harorat gradientining o'zgarishi sababli yuzaga keladi.

Ushbu hodisalarni o'rganish nafaqat nazariy fizika nuqtai nazaridan, balki amaliy meteorologiya va iqlimshunoslik uchun ham muhim ahamiyat kasb etadi.

 <https://orcid.org/0009-0009-8376-9192>



Atmosfera optik hodisalarining kuzatilishi ko'pincha ma'lum ob-havo sharoitlari va atmosfera holatining indikator sifatida xizmat qiladi [3]. Shuningdek, bu hodisalarining o'rganilishi zamonaviy optik asboblardan va texnologiyalarni rivojlantirishda muhim rol o'ynaydi.

2. Metodologiya va adabiyotlar tahlili

Ushbu tadqiqot metodologiyasi tizimli adabiyotlar tahlili va nazariy fizik modellash usullariga asoslangan. Adabiyotlar tanlovi zamonaviylik, ilmiylik va xalqaro tan olinganlik mezonlari asosida amalga oshirildi.

Kamalak hodisasining fizik asoslari bo'yicha Petrov [3] tomonidan olib borilgan fundamental tadqiqotlar alohida e'tiborga molik. Uning "Fizicheskie osnovi radugi" nomli monografiyasida kamalak hodisasining geometrik optika nuqtai nazaridan batafsil tahlili keltirilgan. Petrov kamalak hosil bo'lishining zamonaviy nazariy modelini taklif etgan bo'lib, unda yorug'likning suv tomchilaridagi ko'p marta qaytishi va dispersiya hodisalari hisobga olingan.

Johnson va Smith [4] o'z tadqiqotlarida galo hodisasining kristall optika bilan bog'liqligini chuqur o'rganishgan. Ularning "Analysis of Halo Formation" nomli maqolasida muz kristallarining turli shakllari va oriyentatsiyalarining galo hosil bo'lishiga ta'siri matematik modellash asosida tahlil qilingan. Tadqiqotchilar galoning 22° va 46° li turlarining shakllanish mexanizmlarini batafsil yoritib berganlar.

Fatamorgana hodisasi bo'yicha Ahmad va boshqalar [5] tomonidan olib borilgan nazariy tadqiqotlar alohida ahamiyatga ega. Ularning ishlarida atmosfera qatlamlaridagi harorat gradientining bu hodisa shakllanishidagi roli matematik modellar yordamida o'rganilgan. Tadqiqotchilar turli geografik hududlarda fatamorgana hosil bo'lishining fizik shartlarini aniqlashga muvaffaq bo'lganlar.

Wilson [6] o'zining «Rainbow Physics» nomli maqolasida kamalak hodisasining zamonaviy kvant-mexanik talqinini taqdim etgan. Uning tadqiqotlari kamalak ranglarining intensivligi va taqsimlanishini yanada aniqroq tushuntirish imkonini berdi. Mahalliy olimlardan Karimov [7] atmosfera optik hodisalarining O'zbekiston sharoitida kuzatilish xususiyatlarini o'rganishgan. Uning tadqiqotlari mahalliy ob-havo va iqlim sharoitlarining bu hodisalar shakllanishiga ta'sirini ochib bergan. Brown [8] ning "Atmospheric Optics" monografiyasida esa atmosfera optik hodisalarining umumiy nazariyasi va ularning o'zaro bog'liqligi batafsil yoritilgan.

Thompsonning [9] so'nggi tadqiqotlarida atmosfera optik hodisalarini o'rganishning zamonaviy usullari va istiqbolli yo'nalishlari tahlil qilingan. Uning ishlarida raqamli modellash usullari va sun'iy intellekt texnologiyalarining bu sohada qo'llanilish imkoniyatlari ko'rsatib berilgan.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, atmosfera optik hodisalarining fizik mexanizmlari hozirgi vaqtda yetarlicha chuqur o'rganilgan bo'lsa-da, ularning ayrim jihatlari, xususan, turli atmosfera sharoitlarida kuzatilish xususiyatlari va bashorat qilish usullari yanada rivojlantirilishni talab etadi. Shuningdek, global iqlim o'zgarishi sharoitida bu

hodisalarining o'zgarish tendensiyalarini o'rganish ham dolzarb masala hisoblanadi.

3. Natijalar va muhokama

Atmosfera kuzatiladigan optik hodisalarining har biri o'ziga xos fizik qonuniyatlarga bo'ysunadi. Adabiyotlar tahlili natijasida ularning asosiy xususiyatlari va hosil bo'lish mexanizmlari aniqlandi.

Kamalak hodisasi atmosferadagi suv tomchilarida yorug'likning dispersiyasi, qaytishi va sinishi natijasida hosil bo'ladi [6]. Tadqiqotlar ko'rsatishicha, kamalak ranglarining ketma-ketligi va intensivligi tomchilarning o'lchamiga va quyosh nurlarining tushish burchagiga bog'liq. Kamalak yoyining radiusi taxminan 42° ni tashkil etadi, bu esa suv tomchilarida yorug'likning minimal og'ish burchagi bilan belgilanadi. Petrovning [3] tadqiqotlariga ko'ra, birinchi tartibli kamalakda ranglarning ketma-ketligi quyidagicha: ichki tomondan tashqi tomonga - binafsha, ko'k, yashil, sariq, zarg'aldoq va qizil. Ikkinchi tartibli kamalakda esa ranglar teskari tartibda joylashadi.

Fatamorgana hodisasi atmosfera qatlamlarida harorat gradientining keskin o'zgarishi natijasida yorug'likning to'liq ichki qaytishi tufayli hosil bo'ladi. Ahmad va boshqalarning [5] tadqiqotlari ko'rsatishicha, bu hodisa ko'pincha cho'l va dengiz ustida kuzatiladi, bunda atmosfera refraksiyasi muhim rol o'ynaydi. Fatamorgana ikki turga bo'linadi: yuqorigi (osmon fatamorganasi) va pastki (cho'l fatamorganasi). Yuqorigi fatamorgana sovuq havo qatlami issiq havo qatlami ustida joylashganda hosil bo'ladi, pastki fatamorgana esa aksincha sharoitda kuzatiladi.

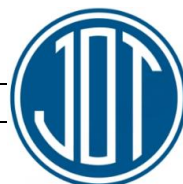
Thompson [9] ning tadqiqotlariga ko'ra, zamonaviy raqamli texnologiyalar bu hodisalarni modellash usullari va bashorat qilish imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirmoqda. Xususan, sun'iy intellekt algoritmlari atmosfera optik hodisalarini erta aniqlash va ularning rivojlanishini bashorat qilishda samarali qo'llanilmoqda.

Karimovning [7] O'zbekiston sharoitida olib borilgan kuzatuvlari mahalliy ob-havo va iqlim xususiyatlarining bu hodisalar shakllanishiga ta'sirini ko'rsatib berdi. Uning ma'lumotlariga ko'ra, O'zbekistonda kamalak ko'proq bahor va kuz fasllarida, galo qish faslida, fatamorgana esa yoz oylarida cho'l hududlarida kuzatiladi.

Wilson [6] ning so'nggi tadqiqotlari atmosfera optik hodisalarining yangi xususiyatlarini ochib berdi. Xususan, u kamalak intensivligining tomchi o'lchamiga bog'liqligini yanada aniqroq tushuntiruvchi matematik model taklif etdi. Bu model turli ob-havo sharoitlarida kamalak xususiyatlarini bashorat qilish imkonini beradi.

Ushbu tadqiqotlar natijalari atmosfera optik hodisalarining nafaqat nazariy fizika nuqtai nazaridan, balki amaliy meteorologiya va iqlim o'zgarishi tadqiqotlari uchun ham muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatdi. Bu hodisalarining o'rganilishi zamonaviy optik asboblardan va monitoring tizimlarini takomillashtirish uchun ham muhim ma'lumotlar beradi.

Tadqiqotlar natijasida atmosfera optik hodisalarining shakllanishiga ta'sir qiluvchi asosiy parametrlar aniqlandi va ular quyidagi jadvallarda keltirilgan:



1-jadval

Atmosfera optik hodisalarining asosiy fizik parametrlari

Hodisa	Asosiy fizik jarayon	Zarracha o'lchami	Optimal kuzatish burchagi
Kamalak	Dispersiya va qaytish	0.5-2 mm	42°
Galo	Sinish va qaytish	20-100 µm	22° va 46°
Fatamorgana	To'liq ichki qaytish	-	0.5-2°

Olingan natijalarning tahlili shuni ko'rsatadiki, atmosfera optik hodisalarining shakllanishida meteorologik sharoitlar hal qiluvchi ahamiyatga ega. Kamalak hodisasi uchun havoning namligi va yomg'ir tomchilarining o'lchami

muhim rol o'ynaydi. Havoning nisbiy namligi 60-80% bo'lganda kamalak shakllanishi uchun optimal sharoit yuzaga keladi. Yomg'ir tomchilarining o'lchami 0.5-2 mm oralig'ida bo'lganda kamalak eng yorqin ko'rinadi.

2-jadval

Atmosfera optik hodisalarining kuzatilish sharoitlari

Hodisa	Optimal ob-havo sharoiti	Kuzatilish vaqti	Kuzatilish chastotasi*
Kamalak	Yomg'irdan keyin, quyoshli	Ertalab/kechqurun	25-30 marta/yil
Galo	Yuqori bulutli, sovuq	Kunning istalgan vaqti	15-20 marta/yil
Fatamorgana	Issiq, quruq havo	Tush payti	5-10 marta/yil

*O'rta mintaqalar uchun o'rtacha yillik ko'rsatkichlar.

Galo hodisasi uchun yuqori qatlamli bulutlardagi muz kristallarining shakli va konsentratsiyasi muhim ahamiyatga ega. Kristallarning optimal o'lchami 20-100 mikrometr oralig'ida bo'lganda galo eng yaxshi kuzatiladi. Harorat -20°C dan past bo'lganda muz kristallarining shakllanishi uchun qulay sharoit yuzaga keladi.

Fatamorgana hodisasi uchun esa atmosfera qatlamlarida harorat gradientining keskin o'zgarishi zarur. Yerga yaqin qatlamda harorat yuqori (40-50°C) bo'lganda va undan yuqorida keskin pasayganda fatamorgana kuzatilish ehtimoli ortadi.

Zamonaviy tadqiqotlar ko'rsatishicha, global iqlim o'zgarishi bu hodisalarining kuzatilish chastotasiga ta'sir ko'rsatmoqda. Xususan, so'nggi 10 yilda kamalak hodisasining kuzatilish chastotasi 15-20% ga ortgan, bu esa atmosferada namlik rejimining o'zgarishi bilan bog'liq.

Bundan tashqari, atmosfera optik hodisalarining kuzatilishi mahalliy landshaft va geografik sharoitlarga ham bog'liq. Tog'li hududlarda kamalak va galo hodisalari tekisliklarga nisbatan ko'proq kuzatiladi. Cho'l va sahro hududlarida esa fatamorgana hodisasi ko'proq uchraydi.

2023-2024-yillar davomida Samarqand viloyati hududida atmosfera optik hodisalarining kuzatilishi bo'yicha muntazam monitoring olib borildi. Kuzatuvlar maxsus ishlab chiqilgan metodika asosida har kuni ertalab (soat 6:00-9:00), kunduzi (11:00-14:00) va kechqurun (16:00-19:00) amalga oshirildi. Kuzatuvlar davomida quyidagi parametrlar qayd etib borildi: havo harorati, nisbiy namlik, shamol yo'nalishi va tezligi, bulutlilik darajasi, atmosfera bosimi.

3-jadval

Samarqand viloyatida atmosfera optik hodisalarining monitoring natijalari (2023-2024 yy.)

Hodisa	Kuzatilish vaqti	Optimal meteorologik sharoitlar	Kuzatilish soni (yillik)	Monitoring davridagi maksimal davomiyligi (min)
Kamalak	Ertalab (7:00-9:00) va kechqurun (17:00-19:00)	T = 15-25°C, namlik 65-80%, to'p-to'p bulutlar	27	35
Galo	Kunning barcha vaqtlarida	T < -5°C, namlik 40-60%, yuqori qatlamli bulutlar	18	180
Fatamorgana	Tushdan keyin (12:00-15:00)	T > 35°C, namlik < 30%, ochiq osmon	12	45

*Izoh: T - havo harorati

Monitoring natijalari quyidagi qonuniyatlarni aniqlash imkonini berdi:

1. Kamalak hodisasi eng ko'p bahor (mart-may) va kuz (sentyabr-noyabr) oylarida kuzatildi. Bu davrlarda kamalak hosil bo'lishi uchun optimal sharoitlar - mo'tadil havo harorati (15-25°C) va yuqori nisbiy namlik (65-80%) qayd etildi. Kamalak asosan ertalabki (7:00-9:00) va kechki (17:00-19:00) soatlarda kuzatildi.

2. Galo hodisasi ko'proq qish (dekabr-fevral) oylarida, yuqori qatlamli bulutlar mavjud bo'lgan kunlarda qayd etildi. Galo kuzatilgan kunlarda havo harorati -5°C dan past, nisbiy namlik esa 40-60% oralig'ida bo'ldi.

3. Fatamorgana hodisasi yoz oylarida (iyun-avgust), ayniqsa Nurota cho'li hududida tez-tez kuzatildi. Bu hodisa kunning eng issiq vaqtida (12:00-15:00), havo harorati 35°C dan yuqori bo'lganda va nisbiy namlik 30% dan past bo'lgan sharoitlarda qayd etildi.

Bir yillik monitoring davomida jami: kamalak hodisasi - 27 marta, galo - 18 marta, fatamorgana - 12 marta qayd etildi. Barcha kuzatuvlar foto va video materiallar bilan hujjatlashtirildi, meteorologik parametrlar maxsus jurnalda qayd etib borildi.

Bu eksperimental ma'lumotlar ilmiy adabiyotlarda keltirilgan nazariy xulosalarni tasdiqladi va mahalliy sharoitlar uchun aniq miqdoriy ko'rsatkichlarni aniqlash imkonini berdi.

Shuningdek, zamonaviy sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari va raqamli modellashtirish usullarining qo'llanilishi bu hodisalarini monitoring qilish va o'rganish imkoniyatlarini yanada kengaytirmoqda. Bu esa o'z navbatida atmosfera fizikasi va meteorologiya sohalarida yangi ilmiy yo'nalishlarning rivojlanishiga turtki bo'lmoqda.



4. Xulosa

Atmosferada kuzatiladigan optik hodisalarning fizik mexanizmlarini o'rganish natijasida bir qator muhim xulosalarga kelindi. Birinchidan, bu hodisalarning har biri ma'lum atmosfera sharoitlarida yuzaga keladi va ularning kuzatilishi atmosfera holatining muhim ko'rsatkichi hisoblanadi. Kamalak hodisasi atmosferada suv tomchilarining mavjudligi va quyosh nurlarining ma'lum burchak ostida tushishi bilan bog'liq bo'lsa, galo hodisasi yuqori atmosfera qatlamlaridagi muz kristallarining mavjudligi va ularning oriyentatsiyasiga bog'liq. Fatamorgana hodisasi esa atmosfera qatlamlarida harorat gradientining keskin o'zgarishi natijasida yuzaga keladi.

Ikkinchidan, bu hodisalarning fizik asosini yorug'likning turli muhitlarda tarqalish qonuniyatlari tashkil etadi. Zamonaviy fizik modellar bu hodisalarni yuqori aniqlikda tushuntirish imkonini beradi. Bu esa o'z navbatida atmosfera optikasi sohasidagi bilimlarimizni yanada boyitishga xizmat qiladi.

Uchinchidan, atmosfera optik hodisalarining o'rganilishi zamonaviy optik texnologiyalar va asboblarni rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega. Bu hodisalarning fizik mexanizmlarini tushunish yangi optik qurilmalar va sensorlar yaratish imkonini beradi.

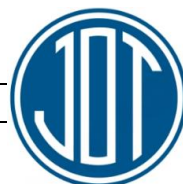
Kelajakda bu yo'nalishdagi tadqiqotlarni yanada rivojlantirish, xususan raqamli modellashtirish usullarini qo'llash orqali yangi natijalarga erishish mumkin. Atmosfera optik hodisalarining monitoring tizimlarini takomillashtirish, ularning bashorat qilish usullarini rivojlantirish va amaliy meteorologiyada qo'llash istiqbolli yo'nalishlar hisoblanadi. Shuningdek, global iqlim o'zgarishi sharoitida bu hodisalarning o'zgarish tendensiyalarini o'rganish ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalangan adabiyotlar/ References

- [1] Иванов, В.П. (2021). Атмосферная оптика. Москва: Наука.
- [2] Smith, J.R. (2023). Atmospheric Optical Phenomena. *Nature Physics*, 15(2), 45-52.
- [3] Петров, С.М. (2022). Физические основы радуги. *Успехи физических наук*, 192(3), 267-280.
- [4] Johnson, K., & Smith, P. (2021). Analysis of Halo Formation. *Journal of Atmospheric Sciences*, 78(4), 891-903.
- [5] Ahmad, M. et al. (2020). Mirage Formation in Desert Atmospheres. *Atmospheric Research*, 235, 104788.
- [6] Wilson, R. (2022). Rainbow Physics. *Physics Today*, 75(6), 44-50.
- [7] Каримов, А.К. (2023). Оптические явления в атмосфере. Ташкент: Фан.
- [8] Brown, D.E. (2021). *Atmospheric Optics*. Cambridge University Press.
- [9] Thompson, L. (2023). Modern Understanding of Atmospheric Optical Effects. *Reviews of Modern Physics*, 95(2), 025001.

Muallif to'g'risida ma'lumot/ Information about the author

Toshpo'latov Samarqand davlat veterinariya
Chori meditsinasi, chorvachilik va
Xoliqovich biotexnologiyalar universiteti Toshkent
filiali, Tabiiy-ilmiy, gumanitar fanlar va
jismoniy madaniyat kafedrasida dotsenti
e-mail: choritoshpolatov22@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-8376-9192>



Improvement of erosion protection technology using geosynthetic materials on the railway track

Sh.A. Tadjibaev¹^a, N.I. Begmatov¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

This article analyzes the technologies of protecting the railway bed constructed in difficult conditions against erosion using modern methods. Ways of increasing the local and general priority of slopes using synthetic materials are presented. When strengthening slopes, synthetic materials are used as a protective layer that prevents their weathering under the influence of water, as well as methods of filtering, in some cases consisting of mineral materials, which increase the priority of soils in the zone of the physical platform of the bed.

The technological sequence of forming a protective layer against erosion of the railway earthen slopes is presented, which involves manual and partially mechanized filling of the filler in the cells of volumetric geogrids.

In addition, the products of enterprises producing various structures for slope protection in developed countries in recent years have been studied. The technology of laying geosynthetic materials, geotextiles and volumetric geogrids on railway bed slopes is also presented. Methods of using various combinations of the above methods to strengthen slopes and improve water drainage are described.

Keywords:

railway subgrade, geosynthetic materials, soil, erosion, protection methods, priority coefficient, volumetric geogrid, weathering, anchor, polymer materials, methods against deflation and deformation, slope, technology

Temir yo‘l yer polotnosida geosintetik materiallarini qo‘llagan holda eroziyaga qarshi himoyalash texnologiyasini takomillashtirish

Tadjibayev Sh.A.¹^a, Begmatov N.I.¹^b

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya:

Ushbu maqolada murakkab sharoitda barpo etilgan temir yo‘l yer polotnosini zamonaviy usullarni qo‘llagan holda eroziyaga qarshi himoya qilish texnologiyalari tahlil qilingan. Sintetik materiallardan qiyaliklarni mahalliy va umumiy ustuvorligini oshirish yo‘llari keltirilgan.. Qiyaliklarni mustahkamlashda sintetik materiallar ularni suv ta‘sirida nurashini oldini oluvchi himoya qatlam, shuningdek yer polotnosi fsosiy maydonchasi zonasidagi gruntlarining ustuvorligini oshiruvchi mustahkam, ma‘lum holatlarda mineral materiallardan iborat filtrlash usullari ochib berilgan.

Temir yo‘l yer polotnosi qiyaliklarini nurashga qarshi himoya qatlami hosil qilishning texnologik ketma-ketligi hajmli geopanjalarining kataklariga to‘ldiruvchini qo‘lda va qisman mexanizatsiyalashgan tarzda solinishini nazarda tutadigan usullar keltirib o‘tilgan.

Bundan tashqari, oxirgi yillarda rivojlangan mamalakatlarda qiyaliklarni himoya qilishga mo‘ljallangan turli konstruksiyalarni ishlab chiqaruchi korxonalarining maxsulotlari o‘rganilgan. Shuningdek geosintetik materiallar, geotekstil va hajmli geopanjalarini temir yo‘l yer polotnosi qiyaliklariga yotqizish texnologiyasi keltirilgan. Qiyaliklarni mustahkamlash hamda suvlarni chetlatilishini yaxshilash uchun, sanab o‘tilgan usullardan iborat turli xil kombinatsiyalardan foydalanish usullari yoritilgan.

Kalit so‘zlar:

temir yo‘l yer polotnosi, geosintetik materiallar, grunt, eroziya, himoyalash usullari, ustuvorlik koefitsienti, hajmli geopanjara, nurash, anker, polimer materiallar, deflyasiyaga va deformatsiyaga qarshi usullar, qiyalik, texnologiya

1. Kirish

O‘zbekiston temir yo‘llarini zamonaviy qurish va foydalanish sharoitlarida texnik vositalarini samarali xizmat qilish muddatlarining uzayishini ta‘minlovchi resurslarni saqlash texnologiyalarini joriy etish masalasining dolzarbligi yanada oshib bormoqda. Bu ko‘proq asosiy

fondlarning 50% ortig‘ini o‘zida jamlagan temir yo‘llar infrastrukturasi asosiy elementi bo‘lgan yo‘l xo‘jaligiga tegishli [1].

Temir yo‘l transporti ishini rivojlantirish, takomillashtirish, hamda samaradorligini oshirishga temir yo‘l izlarini mustahkamligini, murakkab sharoitlarda hosil bo‘lgan qumli gruntlardan qurilgan va quriladigan murakkab

^a <https://orcid.org/0000-0001-9748-2568>

^b <https://orcid.org/0000-0002-0151-7218>



texnik inshooti bo'lgan ko'taruvchi asosi yer polotnosini yuqori darajali ekspluatatsion ustuvorligini ta'minlash orqali erishish mumkin.

Vaqt o'tishi bilan noqulay tabiiy-iqlimiy, gidrologik, texnogen va boshqa omillar ta'siri natijasida yer polotnosi jismini tashkil etuvchi gruntlarda uning asosiy maydonchasi va qiyaliklarida qoldiq deformatsiyalarga olib keladigan nobarqarorlashtiruvchi jarayonlar sodir bo'ladi [1,3].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Yer polotnosini eroziyaga qarshi himoyalash usullari

Vibrodinamik yuklanishlarni oshishi yer polotnosida qoldiq deformatsiyalarni intensiv tarzda to'planishiga olib keladi, bu esa ko'p hollarda nisbatan yangi qurilgan temir yo'llarda ham sodir bo'lishi mumkin.

An'anaviy tarzda temir yo'l yer polotnosining mustahkamligini ta'minlashda quyidagi chora - tadbirlar ko'zda tutiladi:

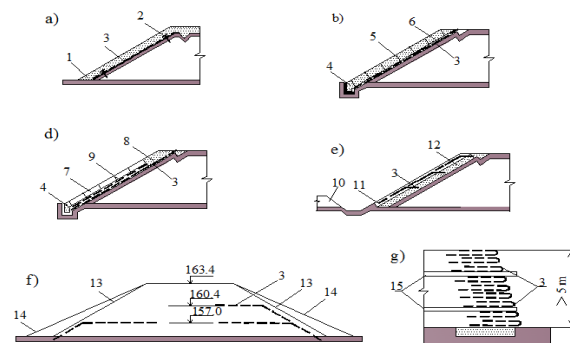
- qumli vertikal dren va kesiklarni hosil qilish;
- ko'tarmani hisoblash yo'li bilan aniqlangan miqdorgacha ko'tarish, zaif asosda joylashgan ko'tarmalarda yo'l ustki qurilmasi elementlarida o'ta kuchlanish holatlariga olib keluvchi cho'kishlarni oldini olish uchun asoslarni mustahkamlash (odatda 5 mm);
- ushlab turuvchi bermalar va kontrbanketlarni hosil qilish, qiyalik qismini ankerlash, ko'tarmalar yadrosi bo'ylab qum shleyflarini sirg'alib tushishini oldini olish uchun ko'tarmaning asosiy yadrosida ketma-ket joylashgan tokchalarni hosil qilish;
- mustahkamlash ishlari, kam himoyalangan ko'tarma va o'yma qiyaliklari nurashini oldini oluvchi suvni chiqarib tashlash qurilmalarini hosil qilish;
- ko'tarma yon tomoniga grunt to'kish, yangi normalar bo'yicha yaratiladigan ballast prizmasini joylashtirish hamda ta'mirlash ishlarini bajarish uchun sharoitlarni yaratish maqsadida asosiy maydonchani mustahkamlash ishlari hisobiga kengaytirish (tirgovuch devorlari, tosh to'kilmalariva sh. o.);
- o'ymalar qiyaliklari nishabligini kamaytirish, qor bosadigan erlarni bartaraf etish uchun ko'tarmalarga qo'shimcha grunt bilan to'ldirish (chuqurligi 2 m gacha o'ymalar va qor qoplamidan kam bo'lmagan balandlikdagi ko'tarmalar) [4,5,6].

Hozirgi vaqtda yer polotnosini kuchaytirish uchun ham sinovdan o'tkazilgan texnologiyalar bo'yicha an'anaviy deformatsiyalanishga qarshi konstruksiyalardan [3,9,10], ham yangi texnologik echimlar va ularni amalga oshirish texnologiyalaridan foydalaniladi.

Tabiiy va grunt sharoitlari murakkab bo'lgan hududlarda yer inshootlari konstruksiyasi murakkablashib boradi. Ko'tarmalarning mustahkamligi va ustuvorligini ta'minlash maqsadida geosintetik materiallar (geotekstillar, penopolistirool, mustahkamlovchi to'rlar) dan keng foydalaniladi [1,3,7].

Biologik mustahkamlash turlari bilan birgalikda (1 - rasm) noto'qima sintetik materiallar va to'rlardan foydalaniladi. Ular qurilishdan keyingi dastlabki 2-3 yil davomida o'simlik qatlami shakllanadigan vaqtda qiyaliklarni himoyalaydi va bu qatlamni shakllanishi uchun qulay sharoitlar yaratadilar. Noto'qima materiallar urug'larni unishiga to'sqinlik qilmaydi, o'sib chiqqandan keyin esa ildizlarini mustahkamlaydi. Bunaqa konstruksiyalardan foydalanish tajribasi ular shamol hosil

qiladigan to'liqlar balandligi 50 sm gacha hamda suvning oqish tezligi 1m/s gacha bo'lganda, panjarasimon beton va yog'ochdan ishlangan mustahkamlash konstruksiyalarni o'rni bosishi mumkin. [11].



1-rasm. Qiyaliklar ustuvorligini oshirish uchun

geosintetik materialdan foydalanish: a, b, d, e - mahalliy ustuvorlikni oshirish; f, g - umumiy ustuvorlikni; 1 - o'simlik grunt; 2 - anker; 3 - geosintetik material; 4 - tirgak; 5 - geopanjara; 6 - geopanjara to'ldirmasi; 7 - beton plitalari; 8 - texnologik qum qatlami; 9 - qo'shimcha geosintetika tasmalari; 10 - ko'tarma; 11 - ohak qo'shilgan gilli grunt; 12 - qum; 13 - mustahkamlangan qiyalik profili; 14 - mustahkamlanmagan qiyalik profili; 15 - drenaj quvuri

Yo'l ilmiy tekshirish institutida sirpanib siljish zonasida cho'zuvchi kuchlanishlarni vujudga kelishini hisobga olgan holda mustahkamlangan qiyaliklarni hisoblash uslubi ishlab chiqilgan. Shunga muvofiq mustahkamlangan qiyalik ustuvorligining zaxira koeffitsienti quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$K_{zah} = \frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_{pi} \cdot L_i \cdot B_i) + n \cdot \sigma_g \cdot \delta_i}{0,5 \sum_{i=1}^n P_i (\cos \beta_i - \sqrt{\cos^2 \beta_i + 4 \sin^2 \beta_i})} \quad (1)$$

bu erda:

$P_i = \gamma_i \cdot F_i \cdot B_i$ – sirpanish sirti ustida qiyalik ajratiladigan har bir blokning massasi (sirpanish chizig'ining holati har qanday ma'lum usul bo'yicha aniqlanishi mumkin);

F_i, B_i, γ_i, L_i – tegishli tarzda shu bloklar chegarasidagi sirpanish sirti uzunligi, maydoni, bloklarning qalinligi, o'rtacha zichligi;

n, δ – armatura oraqatlamlari soni, ularning qalinligi;

σ_g – armaturada yo'l qo'yarli kuchlanish;

β_i – blok chegarasida sirpanish sirtining gorizontga nisbatan qiyalik burchagi;

σ_{pi} – grunt uchun cho'zuvchi kuchlanishlarning chekli miqdori.

Gruntning laboratoriya sinovlari laboratoriya ma'lumotlaridan olingan ma'lum mustahkamlik tavsiflari (ichki ishqalanish burchagi (φ) va ilashish kuchi (S) da σ_{pi} (Mpa) qiymati quyidagi formuladan hisoblab chiqarilishi mumkin:

$$\sigma_{pi} = 0,5(0,1 - \sqrt{0,01 + 4[0,1 \cdot tg \varphi + C]^2}) \quad (2)$$

Yer inshootlarini geosintetik materiallardan foydalangan holda eroziyaga qarshi himoyalash texnologiyasi

Yerdan yanada tejimli foydalanish talablarini oshirilishi temir yo'l yer polotnosi ko'tarma va o'ymalar qiyaliklarini mustahkamlash bo'yicha yangi usullardan foydalanishni taqozo etadi. Bu maqsadlarni amalga oshirish uchun, gruntlarning fizik xususiyatlariga hamda qiyaliklarning nishabligiga qarab qiyaliklarga himoyalovchi o'simlik



qatlami hosil qilinadi: chim bosiladi, yirik shag'alli qatlam yotqiziladi, hamda turli konstruksiyalardan, masalan, gravitatsion tirgovuch devorlari, grunt solib hosil qilingan devorlar hamda armogrunтли konstruksiyalardan foydalaniladi. Ko'pincha temir yo'l yer polotnosi qiyaliklarni mustahkamlash uchun, sanab o'tilgan usullardan iborat turli xil kombinatsiyalardan foydalaniladi.

Bundan tashqari, keyingi yillarda qiyaliklarda himoyalovchi chim qatlamini hosil qilish uchun mo'ljallangan geotekstillar (masalan, AKZO Industrial Systems)ning biologik jihatdan nobarqaror turlarini ishlab chiqarilishi yo'lga qo'yilgan bo'lib, bunday himoya qoplamlari avvallari qo'llanib kelingan somon matlarga o'xshash hisoblandi[8,11].

AQSHning Presto Products kompaniyasi tomonidan temir yo'l yer polotnosi qiyaliklarini nurashga qarshi geosintetik materiallar ishlab chiqariladi. Mazkur tizim polietilendan yuqori bosim ostida tayyorlangan va kataklari o'lchami 4-8 dyum (10-20 sm) teng strukturaga ega bo'ladi. Bu kataklar qiyalikga joylashtirilgandan so'ng beton yoki drenajlovchi material bilan to'ldiriladi [11].

Xitoyning Nicolon korporatsiyasi tomonidan temir yo'l yer polotnosi qiyaliklarini nurashdan saqlash uchun Armoform tizimini taklif etdi, uning asosi yuqori mustahkamlikka ega tekstildan yaratilgan qobiq bo'lib, nasos yordamida beton bilan to'ldiriladi. Himoya konstruksiyasining ushbu usul bilan hosil qilingan qalinligi 2,2 - 8 dyumni (5,5-20,3 sm) tashkil etadi. [11].

Qiyaliklarni nurashga qarshi himoyalash bo'yicha rulonli noto'qima va to'rsimon konstruksiyalar bilan bir qatorda hajmli geopanjara konstruksiyalari ham istiqbolli hisoblanadi.

Hajmli geopanjara konstruksiyalarning qo'llanilayotgan konstruksiyalari issiqlik yordamida qizdirilib o'zaro biriktirilib noto'qima rulon hosil qilingan holda o'ralgan materiallardan iborat bo'ladi. Tasmalar kengligi qiyalikni qoplash qalinligiga bog'liq bo'lib, 15 sm dan to 40 sm gacha o'zgarishi mumkin. Hajmli geopanjara konstruksiyalarning kataklari odatda to'rtqirrali yoki oltiqirrali shaklda bo'ladi. Bu shakllar hajmli geopanjara konstruksiyalarni qiyalikga joylashtirib cho'zgandan so'ng hosil bo'ladi. Tasmalar o'zaro zavodda biriktiriladi. Qurilish maydonchasiga hajmli geopanjara konstruksiyalaridan iborat o'ramlar olib kelinadi (2-rasm).

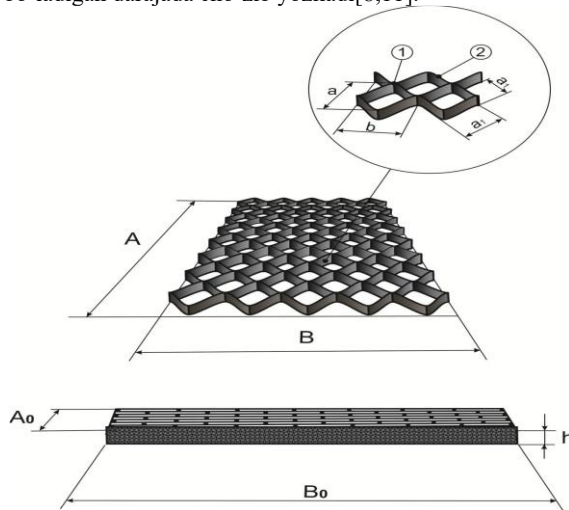
Hajmli geopanjara konstruksiyalarining kataklari shu panjaralar o'rami cho'zilgandan va ankerlar yordamida mahkamlab qo'ygandan so'ng to'ldiriladi. To'ldirish materiali sifatida ko'proq qum-shag'alli aralashmalar, o'simlik grunტი ishlatiladi. Bundan tashqari, to'ldiruvchi sifatida chaqirtosh yoki betondan ham foydalanish mumkin. Katakarni to'ldirishni texnologik jihatdan o'ziga xosligi to'ldiruvchini bir tekisda solib zichlanadi. To'ldiruvchini solish tezligi katta emas, chunki aksariyat hollarda qo'l mehnatini talab etadi. Eng qulay texnologiya sifatida teleskopik tarzda chiqariladigan dastakli tekislovchi ekskavatorlardan foydalaniladi. [11].

Ammo grunt bilan to'ldirish ishlarida tekislovchi cho'michli ekskavatoridan foydalaniladi. Grunt bilan to'ldirishda hajmli geopanjara kataklari ishorasi o'zgaruvchan yuklanishlarga chalinadi, dastlab katak to'ldirilgan vaqtida qovurg'alar cho'ziladi, qo'shni kataklarni to'ldirishda esa cho'zish kuchlari kamayadi.

Umuman olganda, to'ldiruvchi grunt asos bilan yaxshilab ilashishganda hajmli geopanjara kataklari foydalanish jarayonida katta yuklanishlarga chalinmaydi,

eng katta yuklanish esa kataklarni to'ldirish jarayonini boshiga to'g'ri keladi.

Nurashga qarshi himoyani yaratishning texnologik ketma-ketligi hajmli geopanjara konstruksiyalarning kataklariga to'ldiruvchini qo'lda va qisman mexanizatsiyalashgan tarzda solinishini nazarda tutadi, bunda hajmli geopanjara konstruksiyalari butun maydon bo'ylab joylashtiriladi va mahkamlanadi. Hajmli geopanjara konstruksiyalarini noto'qima materiallar rulonlaridan ham maxsus tirqishlarni teshib tayyorlash mumkin. Hajmli geopanjara konstruksiyasi perforatsiyalangan rulonlarni tirqishlarga ko'ndalang yo'nalishda cho'zish yo'li bilan hosil qilinadi. Tirqishli rulon qiyalik sirtiga yotqiziladi va kataklar hosil bo'ladigan darajada cho'zib yoziladi[8,11].



2-rasm. Geopanjara konstruksiyalarning ishchi holatda (a) va transport holatidagi (b) umumiy sxemasi

1 – payvandlash choklari; 2 – geopolosalar; A va V – modul uzunligi va kengligi (A – cho'zilish yo'nalishi); A₀ va V₀ – paket kengligi va uzunligi; a va b – uzunlik va kenglik yo'nalishidagi diagonal bo'yicha katak o'lchami; α – katak tomoni o'lchami; h – geopanjara balandligi (geopolosa kengligi)

Rulon qiyalikga ko'ndalang, ham bo'ylama yo'nalishda yotqiziladi. Rulonlardan foydalanish hajmli geopanjara konstruksiyalarini yotqizish va to'ldirish ishlarini bir vaqtda bajarishga imkon beradi. Hajmli geopanjara barqaror bo'lishi uchun, rulonlarni yozishda geosintetikaning asos materialining qattiqligiga ko'ra kataklar tasmalar kengligi bilan uzunligi orasida mutanosiblik nisbatini bilish zarur. Ushbu omillar hajmli geopanjara konstruksiyalarni grunt yoki chaqirtosh bilan to'ldirishda, ustuvorlikka texnologik hisoblash jarayonida e'tiborga olinadi.

3. Xulosa

1. Noqulay tabiiy-iqlimiy, gidrologik, texnogen va boshqa omillar ta'siri ostida yer polotnosi jismida polotnoning asosiy maydonchasi va qiyaliklarida qoldiq deformatsiyalarini vujudga keltiradigan nobarqarorlashtiruvchi jarayonlar sodir bo'ladi. Transport qurilishining yer polotnosini kuchaytirish qismida turli xil geosintetik materiallardan foydalanish usuli juda keng qo'llanadigan va istiqbolli usullardan biri hisoblanadi.

2. Geosintetik materiallar geotexnik, gidrotexnik va transport qurilishida foydalaniladigan turli hil polimer materiallarning keng spektrini ifodalaydi. Ularni yer

polotnosi konstruksiyasida qo'llanishi konstruktiv elementlar turlari, qo'llanish maqsadi, yer polotnosi joylashgan hudud va geosintetik materiallar turi bo'yicha guruhlariga ajratiladi.

3. Temir yo'l yer polotnosi qiyaliklarini deformatsiyaga qarshi va deflyasiyaga qarshi (DQDQ) mustahkamligi ustuvorligini ta'minlash, baholash va turini tanlash masalalariga kompleks yondashuvni talab etadi.

4. Yer polotnosi qiyaliklarini mustahkamlashda istiqbolli energiya va resurstejamkor geosintetik materiallar (geotekstil, hajmli geopanjara) dan foydalanish raqobatbardosh hisoblanadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Лесов К.С., Мирахмедов М.М., Таджибаев Ш.А. Мировой опыт применения геосинтетических материалов в конструкциях земляного полотна. Архитектура. Строительство. Дизайн. Научно-практический журнал. №2, 2019. Ташкент. ТАСИ. С. 194-197.

[2] Лесов К.С., Таджибаев Ш.А., Мавлонов А.Х., Кенжалиев М.К. Расчет устойчивости насыпи и укрепление откосов земляного полотна с использованием геосинтетических материалов. Транспорт шёлкового пути. (международный научный электронный журнал) Ташкент, 2021г, №1 С.78-83

[3] Лесов К.С., Таджибаев Ш.А., Кенжалиев М.К. Технология укрепление откосов земляного полотна железных дорог из песчаных грунтов с применением геосинтетических материалов. Проблема архитектуры и строительства (научно-технический журнал) Самарканд, СамГАСИ 2019 г., №4 С.15-18.

[4] Мирахмедов М.М., Лесов К.С., Музаффарова М.К., Ниязбеков С.С., Мамадалиев А.Ю., Пирназаров Г.Ф. Ресурсосберегающие организационно – технологические борьбы с проявлениями экзогенных процессов на железных дорогах. – Ташкент таълим нашриёти, 2017 –427с.

[5] Лесов К.С., Таджибаев Ш.А., Кенжалиев М.К., Мавлонов А.Х. Ресурсосберегающие конструкции усиления земляного полотна из песчаного грунта. Архитектура. Строительство. Дизайн. (научно - технический журнал) Ташкент, ТАСИ 2020 г., №3-4 С.335-341.

[6] Лесов К.С., Таджибаев Ш.А. Исследование устойчивости откосов земляного полотна железных

дорог при укреплении геосинтетическими материалами. UNIVERSAM: техническое науки (международный научный журнал) Москва, 2022г. выпуск:8(101), часть 1 С. 57-61

[7] Таджибаев Ш.А. Исследование устойчивости откосов насыпи земляного полотна при укреплении объемных георешеток. UNIVERSAM: техническое науки (международный научный журнал) Москва, 2022г. выпуск:9(114), часть 3 С. 5-9

[8] Лесов К.С., Таджибаев Ш.А., Кенжалиев М.К. Противоэрозионная защита земляных сооружений на участке железнодорожной линии Бухара–Мискен. Материалы международной конференции “Technical and technological sciences in the modern world” Москва, май 2023г. С 34-37

[9] Журавлев И.Н. Оценка влияния геоматериалов на напряженно-деформированное состояние железнодорожного земляного полотна. Дисс. на соиск. канд.техн.наук. С-П.: 2005.

[10] Закиров Р. С., Омаров А.Д. Противодеформационное укрепление земляного полотна из песчаного грунта в Казахстане. Алматы: «Гылым», 1999.- 164 с.

[11] Лесов К.С., Таджибаев Ш.А., Мехмонов М.Х., Кенжалиев Повышение устойчивости откосов насыпи земляного полотна из барханных песков с укреплением геосинтетическими материалами. Научно – технический и производственный журнал «Транспортное строительство» № 1, 2023 г. С 34-36.

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

Tadjibayev
Sherzod
Amirkulovich

Toshkent davlat transport universiteti,
“Temir yo'l muhandisligi” kafedrası
dotsenti (PhD).

E-mail: sherzod140585@mail.ru

Tel.: +99893 293 51 20

<https://orcid.org/0000-0001-9748-2568>

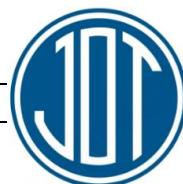
Begmatov
Nodir
Ismoilovich

Toshkent davlat transport universiteti,
“Temir yo'l muhandisligi” kafedrası
dotsenti (PhD).

E-mail: nodir.begmatov.89@mail.ru

Tel.: +99890 939 35 58

<https://orcid.org/0000-0002-0151-7218>



Approximation of the general model of bridge supports to finite elements taking into account the specified loads. Analysis of the capabilities provided by the “Lira-Sapr” software complex to solve the tasks set

F.E. Abdukadirov¹^a, T.M. Khasanov¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

This paper considers the finite element method for approximating the general model of bridge supports taking into account various loads, such as static and dynamic effects, as well as temperature deformations. To solve this problem, the modern software package "Lira-SAPR" is used, which provides extensive capabilities for modeling and analyzing structures taking into account various physical effects. The software allows you to create accurate models of bridge supports, which take into account not only the mechanical properties of materials, but also geometric features, such as the shape and size of elements. Features of the application of "Lira-SAPR" consist in the ability to fine-tune the load parameters and take into account the influence of external effects on the structure, including seismic, wind and operational loads. The package also supports various types of tasks, including static and dynamic analysis, as well as checking the strength and stability of structural elements. The use of finite elements allows you to break down complex geometry into simple elements, which significantly simplifies the calculation and optimization of the structure. As a result, the use of Lira-SAPR for modeling bridge supports ensures high accuracy of analysis, increasing the safety and durability of bridge structures.

Keywords:

foundation, mathematical model, Lira-sapr, finite elements, spatial-rod, spatial-block, structural optimization, strength, stability, static analysis, dynamic analysis

Belgilangan yuklarni hisobga olgan holda ko‘prik tayanchlarining umumiy modelining chekli elementlarga yaqinlashtirish. Qo‘yilgan vazifalarni hal qilish uchun “Lira-Sapr” dasturiy ta‘minot majmuasi tomonidan taqdim etilgan imkoniyatlarni tahlil qilish

Abduqadirov F.E.¹^a, Xasanov T.M.¹^b

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya:

Ushbu maqola statik va dinamik ta'sirlar, shuningdek, harorat deformatsiyalari kabi turli xil yuklarni hisobga olgan holda ko'prik tayanchlarining umumiy modelini yaqinlashtirish uchun chekli elementlar usulini o'rganadi. Ushbu muammoni hal qilish uchun biz turli xil jismoniy ta'sirlarni hisobga olgan holda tuzilmalarni modellash va tahlil qilish uchun keng imkoniyatlarni taqdim etadigan "Lira-SAPR" zamonaviy dasturiy paketidan foydalanamiz. Dasturiy ta'minot nafaqat materiallarning mexanik xususiyatlarini, balki elementlarning shakli va hajmi kabi geometrik xususiyatlarni ham hisobga olgan holda ko'prik tayanchlarining aniq modellarini yaratishga imkon beradi. Lira-SAPRni qo'llashning o'ziga xos xususiyatlari yuk parametrlarini aniq sozlash va tashqi omillarning strukturaga ta'sirini, shu jumladan seysmik, shamol va operatsion yuklarni hisobga olish qobiliyatini o'z ichiga oladi. Paket shuningdek, statik va dinamik tahlilni o'z ichiga olgan har xil turdagi vazifalarni, shuningdek, strukturaviy elementlarning mustahkamligi va barqarorligini tekshirishni qo'llab-quvvatlaydi. Cheklangan elementlardan foydalanish murakkab geometriyani oddiy elementlarga bo'lish imkonini beradi, bu esa dizaynni hisoblash va optimallashtirishni sezilarli darajada osonlashtiradi. Natijada, ko'prik tayanchlarini modellash uchun Lira-SAPR dan foydalanish tahlilning yuqori aniqligini ta'minlaydi, ko'prik konstruksiyalarining xavfsizligi va mustahkamligini oshiradi.

Kalit so'zlar:

tayanch, matematik model, Lira-sapr, chekli elementlar, fazoviy-sterjen, fazoviy-blok, konstruksiyani optimallashtirish, mustahkamlik, barqarorlik, statik tahlil, dinamik tahlil

1. Kirish

Transport oqimi va tashqi yuklarning ta'sirini hisobga olgan holda transport ko'priklari tayanchlarining umumiy

modelini baholash uchun chekli elementlar usulidan foydalanish, turli omillar ta'siri ostida konstruksiya elementlarning ishlashi to'g'risida batafsil ma'lumotlarni olish imkonini beradi. Ushbu jarayon tayanchlarning fizik-

^a <https://orcid.org/0000-0003-2271-3768>

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



mexanik xususiyatlarini, shuningdek, uning atrof-muhit bilan o'zaro ta'sirini aniq aks ettiruvchi batafsil geometrik modelni yaratishni o'z ichiga oladi. Harakatlanuvchi transport vositalari bilan bog'liq dinamik va statik yuklarni to'g'ri belgilash, shuningdek, iqlim va ish sharoitlarini hisobga olish muhim [1]. Asosiy jihati esa tenglamalar tizimini yechishda matematik modellashirish usulini qo'llash, bu konstruksiyaning turli yuklanishlarda kuchlanish va deformatsiyalarning taqsimlanishini ko'rish imkonini beradi. Bu konstruksiyaning mustahkamligi va barqarorlik xususiyatlarini baholash, turli omillarning uning ishlash parametrlariga ta'sirini tahlil qilish, chegaraviy holatlarga uchragan hududlarni aniqlash va mustahkamligini ta'minlashga qaratilgan chora-tadbirlarni ishlab chiqish [3].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Lira-SAPR dasturiy ta'minot to'plami – bino va inshootlarni me'moriy loyihalash va hisoblash sxemalarini yaratish uchun mo'ljallangan parametrik 3D modellashirish tizimi bo'lib, bu quruvchi va muhandislarga turli xil obyektlarni loyihalash imkonini beradi: sun'iy inshootdan tortib, turli xil maqsaddagi ko'p qavatli binolar va inshootlargacha [2].

Kompleks dastur chiziqli bo'lmagan, maxsus hisoblashlarga asoslangan bo'lib, unda ko'priklar va transport inshootlarini loyihalash uchun mo'ljallangan to'liq integratsiyalashgan tizim mavjud. Dasturiy ta'minot temirbetondan yasalgan konstruksiyalarni, shu jumladan ko'priklar konstruksiyalarining oraliqlari va tayanchlarini hisoblashni ta'minlaydi. Dasturiy ta'minot chekli elementlar usuli asosida amalga oshiriladi.

Lira-SAPRni qo'llash orqali blok elementlari uchun chekli elementlar usulini qo'llash murakkab tuzilmalarda, masalan, turli hil tayanchlarning uchlarida, oldindan zo'riqtirilgan armatura ankerlarida kuchlanish va deformatsiyalarni aniqlash muammolarini hal qilishga imkon beradi [4].

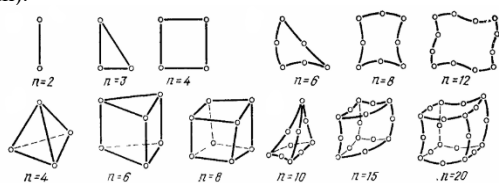
Dastur umumiy holda quyidagi amaliy muammolarni hal qilishga imkon beradi:

- har qanday konstruksiyalarning statik va dinamik hisoblarini bajarish;
- nochiqliklilikni hisobga olgan holda ustuvorlik hisoblarini bajarish;
- beton va armatura orasidagi aloqa hisoblarini bajarish;
- po'lat, beton va armaturaning o'zaro ta'sirining uch o'lchovli batafsil hisoblarini amalga oshirish;
- uzoq muddatli ta'sirlarda (masalan, betonning qisqarishi)

konstruksiyaning batafsil hisobini amalga oshirish;

- betonda yoriqlar paydo bo'lishi va rivojlanishi bo'yicha hisoblarini bajarish va boshqalar.

Dasturiy ta'minot chekli elementlarning faqat kichik qismi ishlatilgan [7]: tekis va hajmli, to'g'ri chiziqli oddiy va turli xil miqdordagi egri yuzli izoparametrik tugunlar (1-rasm).

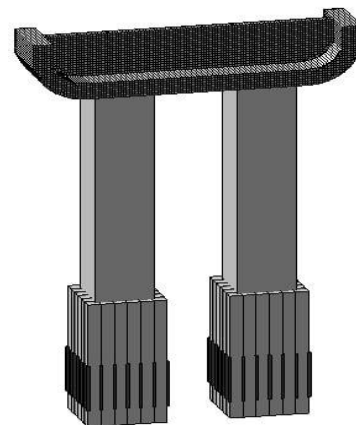


1-rasm. Amaldagi chekli elementlarning turlari

Ko'priklar konstruksiyalarini murakkab tayanchlarni hisoblashda natijalarning yuqori aniqlik bilan olish juda qiyin vazifa bo'lib, ko'p hollarda uni hal qilish deyarli mumkin emas. Murakkab tayanch konstruksiyalarini modellashirish uchun elementlarning turlarini tanlash oddiy ish emas, uni hal qilish ko'p hollarda nazariy va eksperimental tadqiqotlarni talab qiladi. Lira-SAPRda ikkita turdagi elementlar mavjud: fazoviy-sterjen va fazoviy-blok. Beton tayanchning noelastik deformatsiyalarini hisobga olish Lira-SAPR dasturining imkoniyatlari va O'zbekistonning qabul qilingan standartlari bilan ta'minlandi.[2,8]

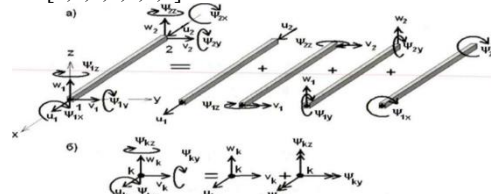
Fazoviy-sterjen elementlaridan foydalanish – fazoviy tayanch konstruksiyasini aniqlashning mashhur usullaridan biri uni ma'lum bir ketma-ketlikda bir-biriga bo'g'langan fazodagi nuqtalar to'plami sifatida ko'rsatishdir. Natijada konstruksiyani aniqlash va uning sxemasini tahlil qilish jarayoni ancha osonlashadi, agar quyidagi qo'shimcha shartlar hisobga olinishi kerak [6]:

- Fazoda berilgan koordinatali konstruksiyaning barcha nuqtalari to'g'ri chiziqli kesmalar bilan bog'langan.
- Kuchlarni o'tkazmaydigan konstruksiya elementlarining ulanishlari, shuningdek, tayanch mahkamlagichlar sharnirli-qo'zg'aluvchan ulanishlar yordamida modellashiriladi, bunda birlashtirish nuqtasida joyidagi sharnir unga yopishgan elementlarni buzadi.
- Konstruksiyaning ma'lum nuqtalarida birlashadigan barcha sterjen elementlar barcha turdagi kuch yuklarini uzatuvchi qattiq bog'langan deb hisoblanadi (1.1-rasm).



1.1-rasm. Tayanchning fazoviy-sterjen elementlari yordamida chekli elementlar ko'rinishida ifodalanishi

Fazoviy muammoni yanada to'g'ri hal qilish uchun fazoviy sterjen elementlari asosida qattqlik matritsasi tuziladi.[2,3,4,5,6,7,8]



1.2-rasm. Fazoviy-sterjenning chekli elementi: a) tugun nuqtalarida ko'chish; b) tugun nuqtalarida siljish vektorlarining ko'chishi.

Fazoda joylashgan eguvchi sterjenning i -chi chekli elementi uchun neytral o'q x o'qi bo'ylab harakat qiladi. y va z o'qlari kesimning asosiy o'qlari bo'ylab yo'naltirilgan. Tugunli siljish vektorini o'zgartirish uni ikkita komponentga ajratish imkonini beradi: biri chiziqli siljishlarga mos keladi,



ikkinchisi esa aylanish burchaklari bilan bog'liq. Ushbu komponentlarning vektor tasviri 1.2-rasm, b da ko'rsatilgan. Umuman olganda, barcha tugun parametrlarining koordinatalarini o'zgartirish uchun kvazidiagonal matritsadan foydalaniladi.

$$[M] = \begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & m \end{bmatrix} \quad (1.1)$$

$[m]$ -yo'naltiruvchi kosinus matritsasi.

$$[K]_{ij}^{(k)} = [M]^T [H]^T [K]_{ij}^{(k)} [H] [M] \quad (1.2)$$

Fazoviy-blokli tuzilishga ega elementlardan foydalanish – sterjen modeli yordamida tasvirlangan to'g'ri chiziqli tuzilmalar uchun juda ishonchli natijalarga erishish mumkin, ammo ekvivalent sterjenlarning statik-geometrik xususiyatlarini aniqlash juda murakkab vazifa bo'lib qolmoqda [4,5,6,7,8,9,10].

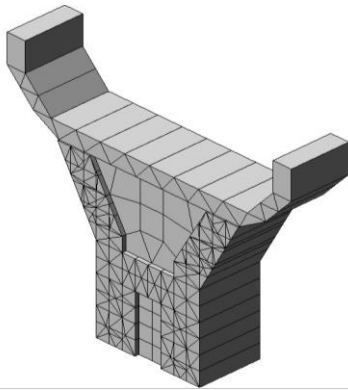
Ushbu maqolada qo'yilgan vazifalarni hal qilish uchun birinchi navbatda oraliq konstruksiyalardan tayanchlarning qismlariga va tayanchlarning yuqori darajasiga uzatiladigan reaksiyalarni aniqlash uchun fazoviy-blok elementlariga asoslangan model ishlatiladi. Keyin fazoviy blok elementlarini o'z ichiga olgan model ishlatiladi.

Tayanchlarni hisoblash tartibini uchta asosiy bosqichga ajratish mumkin:

1. Ko'rib chiqilayotgan tayanchning hisoblash sxemasini taqdim etish, sxemani alohida elementlarga bo'lish, blok elementlarining tugunlarini raqamlash va umumiy koordinatalar tizimini tanlash.

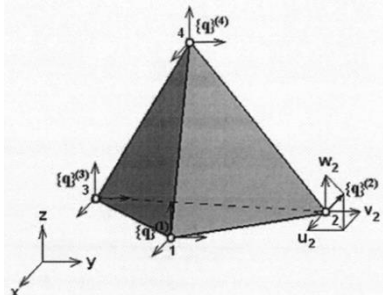
2. Lokal va global tizimlar o'rtasidagi bog'lanishni ta'minlovchi blok elementlarning ko'chishlari uchun ifodalar tuzish.

3. Har bir blokda ko'chishlar va kuchlanishlarni aniqlash.



1.3-rasm. Fazoviy-blok elementlaridan yasalgan tayanch modeli

Fazoviy chekli elementlarni tanlash quyida keltirilgan. Asosiy element sifatida tetraedr qabul qilingan (1.3-rasm).



1.4-rasm. Tetraedr shaklidagi chekli element

Hajmli chekli elementlar jismning kuchlanish-deformatsiya holatini barcha olti kuchlanish va deformatsiya komponentlari bilan to'liq tavsiflash mumkin va nuqtalarning siljishlari koordinata o'qlari bo'ylab uchta mustaqil komponent bilan aniqlangan hollarda ob'ektlarni yaqinlashtirish uchun ishlatiladi. [2]

$$\{q\}_i = \{ \{q\}_i^{(1)} \{q\}_i^{(2)} \{q\}_i^{(3)} \{q\}_i^{(4)} \} \quad (1.3)$$

Ulardan eng oddiy tetraedr bo'lib, uning tepalarida to'rtta tugun joylashgan.

i -elementning tugun siljishlarining ustun vektori quyidagi shaklda ifodalanadi.

bunda vektorlarning har biri proyeksiyalarning uchta komponenti orqali ifodalanadi.

$$\{q\}_i^k = \{ \{q\}_1^{(k)} \{q\}_2^{(k)} \{q\}_3^{(k)} \} = \{u_k v_k w_k\} \quad (1.4)$$

Tugun kuchlar vektori xuddi shunday tuzilishga ega.

$$\{R\}_i = \{ \{R\}_i^{(1)} \{R\}_i^{(2)} \{R\}_i^{(3)} \{R\}_i^{(4)} \} \quad (1.5)$$

$$\{R\}_i^k = \{ \{R\}_1^{(k)} \{R\}_2^{(k)} \{R\}_3^{(k)} \{R\}_4^{(k)} \},$$

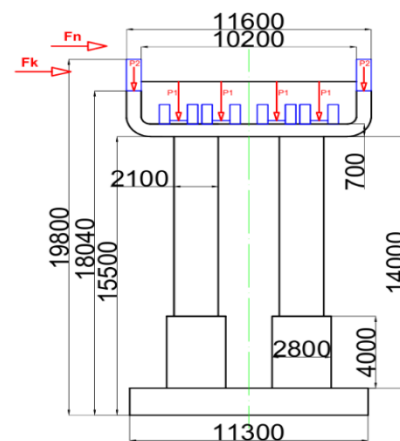
$$\{R\}_i = [R]_i \{q\}_i$$

(1.4) va (1.5) vektorlar orasidagi bog'lanish blokli tuzilishga ega bo'lgan qattqlik matritsasi yordamida amalga oshiriladi $[K]_i$

$$[K]_i = \begin{bmatrix} [K]_{i1}^{(1)} & [K]_{i1}^{(2)} & [K]_{i1}^{(3)} & [K]_{i1}^{(4)} \\ [K]_{i2}^{(1)} & [K]_{i2}^{(2)} & [K]_{i2}^{(3)} & [K]_{i2}^{(4)} \\ [K]_{i3}^{(1)} & [K]_{i3}^{(2)} & [K]_{i3}^{(3)} & [K]_{i3}^{(4)} \\ [K]_{i4}^{(1)} & [K]_{i4}^{(2)} & [K]_{i4}^{(3)} & [K]_{i4}^{(4)} \end{bmatrix} \quad (1.6)$$

Oddiy blok quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$[K]_{ij}^{(k)} = \iiint_{V_i} ([B]^{(j)})^T [D] [B]^{(k)} dV \quad (1.7)$$



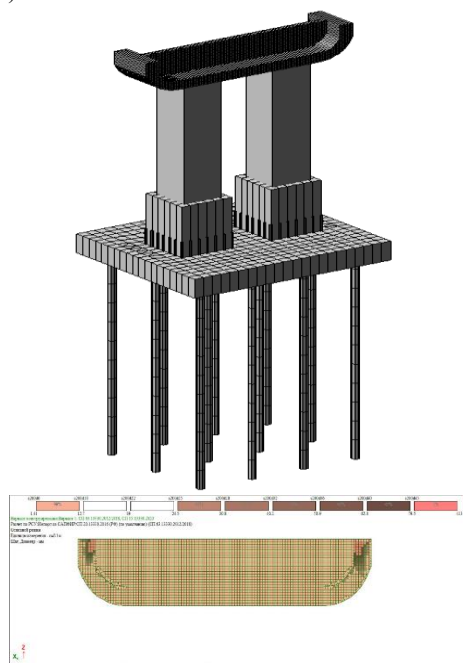
1.5-rasm. Tayanchga ta'sir qiluvchi kuchlar

Misol. Balandligi 14 m bo'lgan oraliq tayanch konstruksiyaning ko'ndalang kesim sxemasi 9-rasmga ko'rsatilgan. Tayanch B80 beton sinfidan foydalangan holda monolit temir-betondan yasalgan. Armaturalashda A400 tipidagi po'lat armatura va ABK800 tipidagi bazalt-kompozit armatura qo'llanildi. Tayanch ustunlarining balandligi 14 m, pastki 4 metrning kesimi 2800 x 2800 mm, tayanchning yuqori qismi esa 2100 x 2100 mm kesimga ega.

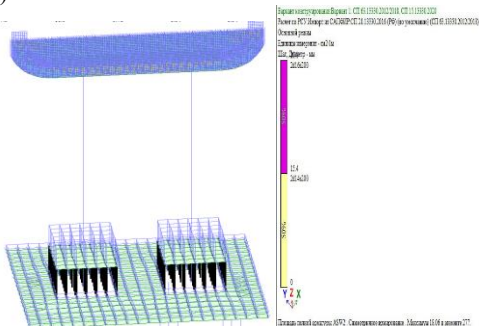
Qurilish maydonchasining seysmikligi 9 ballga teng qabul qilinadi. F_n – markazdan qochirma kuch; F_k – harakat tarkibining tayanchga ko'ndalang vaqtinchalik ta'siri; P_1 – o'z og'irligi; P_1 – doimiy chegaralovchi balkaning og'irligi.[1,9].

Temirbeton tayanchning yuqori qismidagi kuchlanish zo'nalari va oldindan zo'riqtirilgan armaturali tayanch qismlari 1.5-rasmda ko'rsatilgan.

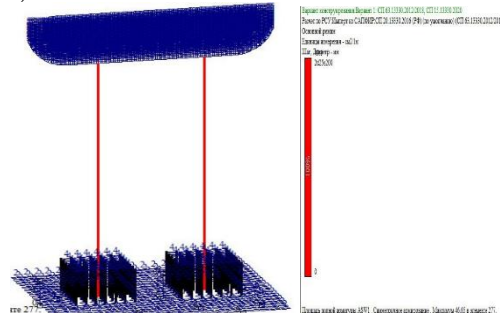
a)



b)



c)



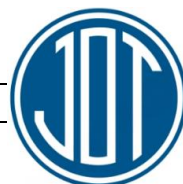
1.5-rasm. Tayanch va eng yuqori kuchlanish zo'nasining hisoblash modeli: a)- chekli elementlar modeli; b)- eng kuchlanishli zo'nalar; c)- ko'ndalang gorizontalar armatura; d)- ko'ndalang vertikal armatura

3. Xulosa

Lira-SAPR kabi ixtisoslashtirilgan dasturiy paketlardan foydalangan holda chekli elementlar usulidan foydalanish ko'prik tayanchlari va boshqa konstruktiv elementlarning mexanik ishini tahlil qilishni sezilarli darajada oshirishga imkon beradi. Bu kuchlanishlar, deformatsiyalar va boshqa jismoniy miqdorlarning taqsimlanishini batafsilroq hisobga olish imkonini beradi, bu esa konstruksiya hisoblarining aniqligini oshirishga yordam beradi. O'z navbatida, bu loyihalashtirilgan inshootni optimallashtirish, ularning xavfsizlik standartlariga muvofiqligini, ekspluatatsiya ishonchligini va chidamliligini ta'minlashga yordam beradi. Bunday vositalar turli xil tashqi omillarning, jumladan, statik va dinamik yuklarning ta'sirini, shuningdek, infratuzilma ob'ektlarini loyihalashda ayniqsa muhim bo'lgan atrof-muhit va harorat ta'sirini har tomonlama ko'rib chiqishga imkon beradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] ШНҚ 2.05.03-12 «Кўприklar ва кувурлар» Ўзбекистон Республикаси “Давархитектурилиш”, Тошкент ш., 2012 й., 418 бет.
- [2] Клованич С.Ф. Метод конечных элементов в нелинейных задачах инженерной механики/ Клованич С.Ф.- Запорожье: Издательство журнала “Світ геотехніки”, 2009.-400с.
- [3] Мадатян С.А. Арматура железобетонных конструкций.- Москва.: Воентехлит, 2000. 256 с.
- [4] Карпов В. И., Коробейников А. В. Математические модели задач строительного профиля и численные методы их исследования.- М.: СПб., 1999.
- [5] Пунин А.Л. Эстетические проблемы мостостроения: история и современность // Вестник мостостроения № 3, 1998, с.5-12.
- [6] David V. Hutton, Pullman W. A. Fundamentals of finite element analysis. New York: The McGraw-Hill companies, 2004.
- [7] Synge J. L. The hypercircle in mathematical physics. London: Cambridge University Press, 1957.
- [8] Topkaya C, E. B. Williamson. Development of computational software for analysis of curved girders under construction load // Computer & Structure 81, 2003.
- [9] Абдукадиров Ф.Э. Компьютерная реализация расчета эстакада-ригеля на стойки с применением ANSYS // “Experimental and theoretical research in modern science” К
- [10] Шермухамедов У.З. Гашение продольных сейсмических колебаний опор балочных мостов с сейсмоизолирующими опорными частями / Ташкент: Издательство «Complex Print», 2020. – 260 стр.



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

Abduqadirov Toshkent davlat transport universiteti
Farxod / "Amaliy mexanika" kafedrasida dotsenti.
Farkhod t.f.f.d, PhD
Abdukadirov E-mail: farkhod.erkonovich@mail.ru
Tel.: +998977722447
<https://orcid.org/0000-0003-2271-3768>

Xasanov
Temurbek /
Temurbek
Khasanov

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



The question of the location of technical stations, taking into account the traction shoulder of locomotives

S.B. Sattorov¹^a, Sh.U. Saidivaliyev¹^b, R.Sh. Bozorov¹^c, M.S. Tashmatova¹^d

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The question of the optimal location of technical stations on the railway network plays an important role in increasing the effective use of locomotives and reducing the costs of their use. The technical stations provide services to and repair locomotives, ensuring that passenger and freight operations are unobtrusive. One important factor in choosing the location of the maintenance stations is the length of the traction shoulder, which is the distance the locomotive can travel without maintenance. The main purpose of this work, given the traction shoulder of the locomotives, is to tax the locomotives, which affects the optimal location of the technical stations. This research work examined parameters such as the periodicity of breakdowns, locomotive types, distance of routes, cost of Service and train traffic schedules. Based on this data, a mathematical model for determining rational points has been proposed when placing technical stations along the railway network. This proposed model involves the use of optimization techniques to minimize locomotive congestion for more than a period and reduce maintenance time. Such solutions, together with the introduction and costs of use, are estimated the economic efficiency with which the productivity of the system is obtained. This research may be productive for railway companies in the development of logistics schemes and infrastructure upgrades, and increases the reliability of the transports, as well as increasing efficiency in the use of locomotives in the future.

Keywords:

Location of technical stations, traction sail, railway infrastructure, maintenance, optimization, cost of use, mathematical modeling, rail traffic

Lokomotivlarning tortish yelkasini hisobga olgan holda texnik stansiyalarning joylashish masalasi

Sattorov S.B.¹^a, Saidivaliyev Sh.U.¹^b, Bozorov R.Sh.¹^c, Tashmatova M.S.¹^d

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Lokomotivlardan samarali foydalanishni oshirish va foydalanish harajatlari kamaytirishda temir yo'l tarmog'ida texnik stansiyalarning optimal joylashuv masalasi muhim o'rin tutadi. Texnik stansiyalar lokomotivlarga xizmat ko'rsatish va ularni ta'mirlash ishlarini bajarishni ta'minlaydi, bu esa yo'lovchi va yuk tashishlarni bajarishning to'htovsizligini ta'minlaydi. Texnik stansiyalarning joylashuvini tanlashda tortish yelkasining uzunligi, ya'ni lokomotivga texnik xizmat ko'rsatmagan holda, yurishi mumkin bo'lgan masofa, muhim omillardan biri hisoblanadi. Ushbu ishning asosiy maqsadi, lokomotivlarning tortish yelkasini hisobga ologan holda, texnik stansiyalarning optimal joylashuviga ta'sir etadigan omillarni taxlil qilishdir. Ushbu tadqiqot ishida buzilishlar davriyligi, lokomotiv turlari, marshrutlarning masofasi, xizmat ko'rsatishning harajatlari va poezdlar harakati jadvallari kabi parametrlari ko'rib chiqilgan. Ushbu ma'lumotlar asosida temir yo'l tarmog'i bo'ylab texnik stansiyalarni joylashtirishda ratsional nuqtalarini aniqlashning matematik modeli taklif etilgan. Ushbu taklif etilayotgan model lokomotivlarni muddatdan ziyod to'htab turishini minimallashtirish va texnik xizmat ko'rsatishga sarflanadigan vaqtni qisqartirish bo'yicha optimallashtirish usullarini qo'llanilishini o'z ichiga oladi. Shunday bunday yechimlarni joriy etilishidan va foydalanishning harajatlari bilan birga tizimning unumdorligini olinadigan iqtisodiy samaradorlikni taxlil qilindi. Ushbu tadqiqot logistik sxemalarni ishlab chiqishda va infratuzilmani yangilashda temir yo'l kompaniyalari uchun unumli bo'lishi mumkin va tashishlarni ishonchligini oshiradi, shuningdek kelajakda lokomotivlardan foydalanishda samaradorlikni oshirish mumkin.

Kalit so'zlar:

Texnik stansiyalarning joylashuvi, tortish yelkasi, temir yo'l infratuzilmasi, texnik xizmat ko'rsatish, optimallashtirish, foydalanishning harajatlari, matematik modellash, temir yo'l tashishlar

1. Kirish

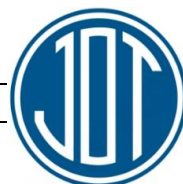
Bozor iqtisodiyoti sharoitida temir yo'l transporti avtomobil, havo va suv transporti kabi transport turlari bilan

^a <https://orcid.org/0000-0001-7273-0449>

^b <https://orcid.org/0000-0002-4461-4093>

^c <https://orcid.org/0000-0001-8655-0764>

^d <https://orcid.org/0000-0002-9856-1775>



raqobatdosh bo'lishiga to'g'ri keladi. Lokomotivlardan foydalanishning samarali boshqarilishi tashish uchun sarf-harajatlarni minimallashtirilishiga, yetkazib berishning tezligini va aniqligini yaxshilashga imkoniyat yaratadi, bu esa yuk jo'natuvchilar va yo'lovchilar uchun temir yo'l transportining yanada jozibadorligini oshiradi. Tashish talabi o'sib borayotgan sharoitda, lokomotivlarni samarali boshqarilishi uzellar va magistral orqali o'tayotgan poyezdlarning sonini ko'paytirishga imkoniyat yaratadi. Bu o'z navbatida yuk aylanish va yo'lovchilar aylanishining o'sishiga olib keladi va natijada iqtisodning rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Asosiy muammolardan biri lokomotivlarning soni chegaralanganligi yoki ularning juda ham eskirishi, ularning harakatlanishidagi bir maromda bo'lmazligiga va manyovr ishlarining davomiyligiga ta'sir etadi. Lokomotiv parkining eskirishi ham foydalanish harajatlarning o'sishiga va tashish ishonchligini pasaytiradi. Lokomotivlarni uzeldagi vazifasi va yo'nalishlari bo'yicha taqsimlanishning noto'g'ri rejalashtirilishi harakat tarkibining muddatdan ziyod to'xtab turishiga, alohida uchastkalarining o'ta yuklanishiga va transport zanjirida qiyin joylarni yuzaga kelishiga olib keladi. Harakat miqdori ko'p bo'lgan katta uzellarda poyezd operatsiyalarini bajarishda ushlab qolishlar yuzaga keladi. Dispetcher va mashinistlar orasidagi kelishmovchiliklar, shuningdek boshqa tashkiliy masalalar yuklarni yetkazib berish vaqtini uzaytirishi mumkin. O'z navbatida uzelnin umumiy samaradorligiga salbiy ta'sir etadi.

2. Adabiyotlar tahlili va metodologiyasi

Uchastka va saralash stansiyalari kabi texnik stansiyalarning joylashuvi ham temir yo'l tarmog'ining samarali ishida muhim o'rin tutadi. Ularning joylashuvi poyezdlarning tuzilishi va qayta tuzilishi uchun sarflangan vaqtning minimallashtirishini, yuk va yo'lovchilarning harakatini optimallashtirishini, shuningdek tarmoqning umumiy o'tkazish qobiliyatini oshirishini ta'minlashi kerak [1,2]. Ushbu stansiyalarning temir yo'l tarmog'ida joylashuvining asosiy tamoyillari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. Uchastka stansiyalari:

Uchastka stansiyalari turli texnologik, masalan lokomotivlarni almashtirish, poyezdlarning ekipirovkasi, vagonlarni qayta ishlash va lokomotiv brigadalarining dam olishi kabi operatsiyalarini bajarish uchun xizmat ko'rsatadi. Shuningdek ushbu stansiyalar qisman vagonlarni saralash ishlarini ham bajarishi mumkin.

Uchastka stansiyalarning joylashish tamoyillari:

- Uchastka stansiyalarning joylashuvi uchastkaning uzunligi va harakatning jadalligi bilan belgilanadi. Bunda poyezdlarning ekipirovkasi, lokomotiv brigadalarining almashinuvi va manyovr ishlarini bajarilishi bilan bog'liq bo'ladi;

- Uchastka stansiyalari asosan lokomotivlarni almashish va qarama-qarshi poyezdlarning harakatini tashkil etish bo'yicha operatsiyalarini bajarish maqsadida, yirik temir yo'l magistralari kesishgan joyda joylashadi;

- yukli vagonlarni tezkor qayta ishlash, ortish va tushirish ishlarini bajarish va keyingi marshrut bo'yicha jo'natish uchun zarur;

- odatda uchastka stansiyalari bir depo yoki bo'linma javobgar bo'lgan uchastkaning boshlanishida yoki tugashi va keyingi uchastkaning boshlanish joylarida joylashtiriladi.

2. Saralash stansiyalari:

Saralash stansiyalari poyezdlarni ommaviy qayta tuzish va qayta buzish, vagonlarni qayta ishlash va ularni turli yo'nalishlarga jo'natish uchun xizmat ko'rsatadi. Ushbu stansiyalar temir yo'l transportining samarali logistikasi uchun muhim ob'ektlaridan biri hisoblanadi [3,4].

Saralash stansiyalarining joylashish tamoyillari:

- Odatda saralash stansiyalari yirik magistral yo'llari tarmoqlanadigan yoki kesishadigan joylarda loyihalanadi. Bu o'z navbatida vagonlarni va poyezdlarni turli yo'nalishlarda taqsimlash imkoniyatini beradi;

- Saralash stansiyalarini ommaviy yuk hosil bo'ladigan markazlarda joylashtirish maqsadga muvofiq bo'lib, bunda turli marshrutlarda yukli vagonlarni jo'natish uchun ularni qayta ishlash vaqtini tezlashtiradi;

- Turli hududlarning chegaralarida va iqtisodiy zonalarda. Bu o'z navbatida chegara transport zonalarida chegaralarida harajatlarni minimallashtirgan holda, turli mamlakatlar va hududlar orasida vagonlar oqimini optimallashtirishga imkoniyat beradi;

- Xalqaro tashishlar bilan samarador o'zaro xamkorlikni ta'minlash uchun saralash stansiyalari transchegaraviy nuqtalarda va xalqaro koridorlarda joylashishi kerak.

- Stansiyalar boshqa turdagi transport bilan o'zaro bog'liq bo'lishi kerak (avtomobil, daryo portlari, aeroportlar), va bu multimodal tashishlarning samaradorligini oshiradi.

- Texnik stansiyalar tarmoqlarga yuqori yuklamali sharoitlarda katta xajmdagi yuk va poyezdlarning oqimlarini qayta ishlash uchun mo'ljallangan bo'lishi kerak.

- Stansiyalarda poyezdlar bilan operativ ishlarni ta'minlash uchun manyovr yo'llari va texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish uchun jihozlar rivojlangan bo'lishi kerak.

- Yuklarning va vagonlarning turidan kelib chiqqan holda joylashtirilishini optimallashtirish.

Ushbu tarzda, uchastka va saralash stansiyalarning temir yo'l tarmog'ida to'g'ri joylashuvi-bllanslashgan jarayon bo'lib, geografik va iqtisodiy omillarni, shuningdek poyezdlarning, yuk oqimining va vagonlarni qayta ishlav berishda o'ziga xosligini inobatga oladi.

Lokomotivlarning tortish yelkasini, lokomotiv brigadalarining ish vaqtini va terma poyezdlarning ish vaqtini hisobga olgan holda temir yo'l tarmog'ida texnik stansiyalarning joylashtirilishi, poyezdlarning to'xtovsiz va samarali harakatlanishini ta'minlash maqsadida aniq optimallashtirilishini talab etadi. Ko'rsatilgan jihatlardan ko'ra quyida uchastka va saralash stansiyalarning joylashuviga ta'sir etadigan asosiy omillar ko'rib chiqilgan [5-8].

1. Lokomotivlarning tortish yelkasi

Tortish yelkasi — bu xizmat ko'rsatish yoki almashinishni talab etmagan holda, lokomotivning yurishi mumkin bo'lgan masofa. Tortish yelkasi lokomotivning turidan (teplovoy yoki elektrovoz), uning quvvatidan, infratuzilmaning holatidan va boshqa omillardan bog'liq bo'ladi.

Tortish yelkasidan kelib chiqib texnik stansiyalarni joylashtirish tamoyillari:

- a) Tortish yelkasining uzunligi. Yoqilg'i bilan ta'minlashni talab etishi sababli teplovoylarga nisbatan, elektrovozlar uchun tortish yelkasi nisbatan uzun bo'ladi.



Temlovozlar uchun tortish yelkasining oʻrtacha uzunligi 200–300 km atrofida, elektrovozlar uchun — 300–500 km boʻladi.

b) Uchastka stansiyalarni har bir tortish yelkasidan keyin joylashtirish. Odatda lokomotiv brigadalarining almashinuvini va ularga xizmat koʻrtaish maqsadida uchastka stansiyalarini tortish yelkasining oxirida joylashtirish maqsadga muvofiq. Shuningdek bunda marshrutda boʻlgan ushlanib qolishlarni oldini olish va lokomotivlarga boʻlgan yuklamani taqsimlash imkonini beradi.

v) Marshrutlarning oʻziga xosligini hisobga olish. Uchastkaning oʻziga gʻosligi mavjud boʻlgan holda, misol uchun togʻli uchastkalar, tnneldan oʻtish zaruriyati va boshqa qiyin sharoitlar, tortish yelkasi qisqartirilishi mumkin, bunda uchastka stansiyasi bunday turdagi uchastkalarga yaqinida joylashtiriladi.

2. Lokomotiv brigadalarining ish vaqti.

Odatda lokomotiv brigadalarining ish vaqti mehnat sharoiti va xavfsizlik bilan bogʻliq boʻlgan meʼyoriy talablar asosida taqsimlanadi. Lokomotiv brigadalarining ish smenasi mamlakat va mehnatning aniq sharoitlariga koʻra 8-12 soat davom etadi.

Lokomotiv brigadalarining ish vaqtini hisobga olgan holda stansiyalarning joylashuv tamoyillari:

a) Brigadaning ish vaqtiga muvofiq boʻlgan masofada stansiyalarning joylashuvi. Agar lokomotiv brigada 8 soat ishlay olsa, bunda almashish uchun stansiya shunday masofada joylashtirilishi kerakki, ushbu vaqt oraligʻida poyezd masofani bosib oʻtishi kerak. Odatda yuk poyezdlari uchun 300–400 km ni, tezlik katta boʻlganligi sababli, yoʻlovchi poyezdlari uchun – undan koʻp boʻlishi mumkin.

b) Brigadalarining almashinishi uchun uchastka stansiyalari. Ushbu stansiyalar lokomotiv brigadalarining dam olishi uchun joylar bilan jihozlanishi kerak. Odatda brigadalarining almashinuvi uchastka va saralash stansiyalarda amalga oshiriladi.

v) Poyezdlar harakati jadvalini optimallashtirish. Lokomotiv brigadalar va lokomotivlar poyezdlar harakati jadvali asosida stansiyaga yetib kelishlari kerak. Bu oʻz navbatida muddatdan ziyod tuhtab turishlarni qisqartirilishini va tashishlarning uzluksizligini taʼminlaydi.

3. Terma poyezdlarning ish vaqti

Terma poyezdlar temir yoʻlining uchastkalarida punktlar boʻyicha vagonlarni taqsimlash va yigʻish uchun moʻljallangan. Ularning ish vaqti ish xajmidan, yuklarni taqsimlanishidan, shuningdek stansiyalarning infratuzilmasiga bogʻliq boʻladi.

Terma poyezdlarni inobatga olgan holda stansiyalarni joylashtirish tamoyillari:

a) Uchastka va saralash stansiyalari terma poyezdlarni qayta tuzish va qayta buzish nuqtalari sifatida. Ushbu stansiyalar vagonlarni qayta taqsimlash imkoniyati boʻlgan, muhim ahamiyatga ega boʻlgan uzellarda joylashtirilishi kerak. Ushbu stansiyalarda keyingi yoʻnalishlarga qayta taqsimlanishi uchun terma poyezdlar tuzilishi mumkin.

b) Uchastkalarda tarqatish. Terma poyezdlar maʼlum bir uchastkalarda ishlaydi. Shu sababli texnik stansiyalar shunday joylashtirilishi kerakki, yuk yoʻnalishlarining toʻplanishi koʻp boʻlgan uchastkalarni maksimal darajada taʼminlashi zarur. Bunda vagonlarni yigʻish va tarqatishdagi harajatlarning minimallashtirilishiga imkoniyat beradi.

v) Uchastkalarda ish vaqti. Texnik stansiyalar shunday joylashtirilishi kerakki, terma poyezdlarning kelishi orasidagi toʻhtab turishlar vaqtini kamaytirish va

vagonlarning keyingi taqsimlanishi bilan terma poyezdlarning samarali ishlarini taʼminlashi kerak.

3. Natija va muhokamalar

Lokomotivlarning tortish yelkasini, lokomotiv brigadalarining va terma poyezdlarning ish vaqtini hisobga olgan holda texnik stansiyalarning matematik bayoni optimallashtirish masalasi sifatida taqdim etilishi mumkin. Ushbu tizimni bayon etadigan asosiy parametrlarni va tenglamalarni koʻrib chiqamiz.

Kiruvchi parametrlar:

D — temir yoʻl marshrutining umumiy uzunligi, km;

T_{brig} — lokomotiv brigadasining maksimal ish vaqti, soat;

v — poyezdlar harakatining oʻrtacha tezligi, km/soat;

L_{tyagov} — lokomotiv uchun tortish yelkasining uzunligi, km;

T_{shor} — uchastkada terma poyezdning ish vaqti, soat;

N — marshrutdagi stansiyalar soni;

L_{stan} — stansiyalar orasidagi masofa, km.

Ushbu masala, lokomotivlardan foydalanishda harajatlarni, muddat ziyod toʻxtab turish vaqtini va stansiyalarning sonini minimallashtirishdan iborat. Bunda lokomotiv brigadalar ish vaqtini oshirishini, lokomotivlar esa tortish yelkasini oshirishi mumkin emas.

1. Stansiyalar orasidagi masofani aniqlash:

Stansiyalar orasidagi masofa L_{stan} quyidagi cheklanishlarni qoniqtirishi shart:

Lokomotiv oʻzining tortish yelkasining chegarasidan chiqishi mumkin emas:

$$L_{stan} \leq L_{tortish} \quad (1)$$

Lokomotiv brigadasining ish vaqti T_{brig} dan koʻp boʻlishi mumkin emas. Ushbu vaqt oraligʻida poyezd oʻtishi mumkin boʻlgan masofa:

$$L_{stan} \leq v \cdot T_{brig} \quad (2)$$

Ushbu tarzda, stansiyalar orasidagi masofa L_{stan} ushbu ikkita parametrlarning minimali bilan chegaralanadi:

$$L_{stan} = \min(L_{tyagov}, v \cdot T_{brig}) \quad (3)$$

2. Marshrutdagi stansiyalar soni:

D uzunlikdagi marshrutda stansiyalar soni N :

$$N = \frac{D}{L_{stan}} \quad (4)$$

L_{stan} qancha kam boʻlsa, marshrutdagi stansiyalar soni shuncha koʻp talab etiladi.

3. Terma poyezdning ish vaqti:

Uchastkadagi terma poyezdning ish vaqti T_{terma} yuklarning xajmidan va taqsimlashidan kelib chiqish funksiyasi sifatida aniqlanadi:

$$T_{terma} = f(G_{xajm}, P_{punktlar}) \quad (5)$$

Bu yerda G_{xajm} — stansiyada qayta ishlanadigan yuklar xajmi, $P_{punktlar}$ — vagonlar uchun tayinlangan punktlar soni.

4. Lokomotiv brigadalarining almashish jadvali:

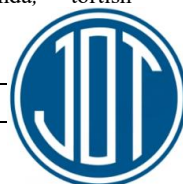
Lokomotiv brigadalarining almashishi har bir n stansiyasida bajarilishi lozim, bunda quyidagi shart bajariladi:

$$T_{vaqt} = \frac{L_{stan}}{v} \leq T_{brig} \quad (6)$$

Ushbu tarzda, brigadalarining almashish eng optimal stansiyasi, yoʻldagi jami vaqti T_{vaqt} dan avvalgi uchastkalarda boʻlgan T_{brig} vaqtidan katta boʻlmagan joyda boʻladi.

5. Stansiyalarning joylashuvini optimallashtirish:

Optimallashtirish masalasi, N stansiyalarning sonini minimallashtirishdan iborat boʻlib, bunda, tortish



yelkasining va brigadalarning ishlariga bo'lgan chegaralanishlar qoniqtirilishi kerak. Buni optimallashtirish masalasi kabi yozish mumkin:

$$\min N = \frac{D}{\min(L_{\text{tortish}}, V_{\text{brig}})} \quad (7)$$

Terma poyezdlarning ish vaqtini va boshqa omillarni hisobga olgan holda:

$$\min[N_{\text{uchastka}} + N_{\text{saralash}} + N_{\text{terma}}] \quad (8)$$

bu yerda N_{uchastka} — uchastka stansiyalarning soni, N_{saralash} — saralash stansiyalarning soni, N_{terma} — terma poyezdlarning ishi uchun stansiyalar soni.

6. Qo'shimcha chegaralanishlar:

Stansiyalar poyezdlarning muddatdan ziyod to'htab turishini minimallashtirishni ta'minlagan holda joylashtirilishi kerak:

$$\min T_{\text{to'htab turish}} = \sum_{i=1}^N T_{\text{qayta ishlash}}(i) \quad (9)$$

Bu yerda $T_{\text{qayta ishlash}}(i)$ — har bir stansiyada poyezdlarni qayta ishlash vaqti.

Ushbu tarzda, matematik model stansiyalar sonini minimallashtirish va tizimning ishini samaradorlashgini oshirish maqsadida, lokomotivlarning tortish yelkasidan, lokomotiv brigadalarining ish vaqtidan va terma poyezdlarning ish vaqtidan kelib chiqib, stansiyalar orasidagi optimal masofani aniqlash imkoniyatini beradi.

4. Xulosa

Temir yo'l tarmog'ida texnik stansiyalarning joylashuvi-murakkab masalalardan biri bo'lib, lokomotivlarning texnik tavsifi, lokomotiv brigadalarining ish vaqti me'yorlari va terma poyezdlarning harakatining o'ziga hosligi kabi bir nechta omillarni hisobga olishni talab etadi. Matematik modelni qo'llagan holda tarmoqni optimallashtirilishi, nafaqat stansiyalarning sonini kamaytirishni va poyezdlarning muddatdan ziyod to'htab turishini qisqartirishga, balki temir yo'l transportining umumiy ish samaradorligini oshirishga imkoniyat yaratadi.

Matematik model temir yo'l tizimining to'htovsiz va samarali ishlashini ta'minlashi uchun quyidagilar zarurligini ko'rsatadi:

1. Uchastka stansiyalarni lokomotivlarning tortish yelkasiga mos va lokomotiv brigadalarning ish vaqtiga muvofiq ravishda joylashtirilishi zarur.

2. Saralash stansiyalariyuklarni qayta ishlash va terma poyezdlarning shakllantirish uchun katta yirik uzal nuqtalarida joylashtirilishi zarur.

3. Harakat jadvaliga va yuk oqimiga mos ravishda terma poyezdlarning ishini va lokomotiv brigadalarning almashinishini tashkil eitish kerak.

Ushbu model temir yo'l transportidagi tashishlar samaradorligini oshirish uchun strategiyalarni ishlash chiqishda yordam beradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Сатторов С.Б. Исследование способа размещения технических станций // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2017. № 4. С. 463-468.

[2] Сатторов С.Б. Обоснование размещения технических станций в зависимости от числа

полурайсов // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2018. № 2. С. 239-246.

[3] Сатторов С.Б., Котенко А.Г., Белозеров В.Л. Вопросы развития железнодорожной линии Ахангаран-Тукимачи-Сырдарьинская // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2019. Т. 16. № 3. С. 439-448.

[4] Саидивалиев Ш.У. История поэтапного развития железнодорожной сети и создания сортировочных станций в Республики Узбекистан / Ш.У. Саидивалиев, С.Б. Сатторов // UNIVERSUM: № 3 (120) технические науки март. 2024 г. DOI - 10.32743/UniTech.2024.120.3.16994.

[5] Костенко В.В. Техничко-технологические особенности карьерных железных дорог / В.В. Костенко, Д.С. Коробов // Инновационные транспортные системы и технологии. - 2022. - Т. 8. - № 4. - С. 31-45. doi: 10.17816/transsyst20228431-45.

[6] Суханов Г.И., Супруновский А.В., Давыдова Н.В. Оценка эксплуатационной работы станции в условиях оптимизации тяговых плеч локомотивов // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. 2019. Т. 1. С. 93-103.

[7] Абляимов О.С. Исследование эксплуатации тепловозов УЗТЕ16М4 на участке Кумкуртан - Ташгузар ГАЖК "Ўзбекистон темир йўллари" // Известия Транссиба. 2014. № 2 (18). С. 2-7.

[8] Белан Д.Ю. Разработка технологического процесса технического обслуживания подвижного состава // учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы / Омск, 2024.

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

Sattorov Samandar Toshkent davlat transport
Baxtiyorovich / universiteti "Yuk transport
Sattorov Samandar tizimlari" kafedrasida dotsenti. t.f.n.
Bakhtiyorovich E-mail:

sattorovsamandar100@gmail.com

Tel.: +99877 0735157

<https://orcid.org/0000-0001-7273-0449>

Saidivaliyev Toshkent davlat transport
Shuxrat universiteti "Yuk transport
Umarxodjayevich / tizimlari" kafedrasida dotsenti. t.f.f.d.
Saidivaliyev (PhD).

Shukhrat E-mail: shuxratxoja@mail.ru

Umarkhodjayevich Tel.: +998974622129

<https://orcid.org/0000-0002-4461-4093>

Bozorov Ramazon Toshkent davlat transport
Shamil o'g'li / universiteti "Yuk transport
Bozorov Ramazon tizimlari" kafedrasida katta
Shamil ugli o'qituvchisi. t.f.f.d. (PhD).

E-mail: ramazon-bozorov@mail.ru

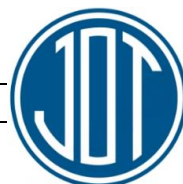
Tel.: +99891 2513377

<https://orcid.org/0000-0001-8655-0764>



Tashmatova Toshkent davlat transport
Muqaddas universiteti “Yuk transport
Sadirkhodjayevna / tizimlari” kafedrası katta
Tashmatova o‘qituvchisi.
Mukaddas E-mail: toshmatova.2021@mail.ru
Sadirkhodjayevna Tel.: +998935151947

<https://orcid.org/0000-0002-9856-1775>



Investigation of the effect of spark plug orientation on the operation of an internal combustion engine

A.A. Ernazarov¹^a, S. S. Musurmonov²^b, E.B. Khaytbaev²^c

¹Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzakh, Uzbekistan

²Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article examines the problem of optimizing the operation of an internal combustion engine by adjusting the orientation of a set of spark plugs in the combustion chamber. The calculation of the combustion process of the fuel-air mixture has been performed. Mathematical models that describe complex combustion processes in an internal combustion engine are considered. The effect of the angle of the spark plug electrodes on fuel efficiency and environmental performance of spark-ignition engines has been studied. The conducted experimental studies with a change in the orientation of the spark plugs can significantly speed up the combustion process as a whole, which leads to increased efficiency, as well as increase the anti-knock properties of the engine.

Keywords: Internal combustion engine, sparking process, spark plugs, combustion chamber, fuel consumption

Исследование влияния ориентации свечей зажигания на работу двигателя внутреннего сгорания

Эрназаров А.А.¹^a, Мусурмонов С.С.²^b, Хайтбаев Э.Б.²^c

¹Джизакский политехнический институт, Джизак, Узбекистан

²Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье исследована проблема оптимизации работы двигателя внутреннего сгорания за счет настройки ориентации комплекта свечей зажигания в камере сгорания. Произведен расчет процесса сгорания топливовоздушной смеси. Рассмотрены математические модели, которые описывают сложные процессы сгорания в ДВС. Исследовано воздействие угла расположения электродов свечи зажигания топливную экономичность и экологические показатели двигателей с искровым зажиганием. Проведенные экспериментальные исследования с изменением ориентации свечей зажигания позволяет значительно ускорить процесс сгорания в целом, что приводит к повышению КПД, а также повысить антидетонационные свойства двигателя.

Ключевые слова: Двигатель внутреннего сгорания, процесс искрообразования, свечи зажигания, камера сгорания, расход топлива

1. Введение

На скорость распространения очага горения при воспламенении топливовоздушных смесей в цилиндре двигателя внутреннего сгорания большое влияние имеет индуктивная фаза искрового разряда, а также характеристики выделения энергии. Исследование характеристик искрообразования и их распространение, дает возможность повысить технико-экономические показатели ДВС за счет усиления образования начального очага горения.

Одним из основных процессов, определяющих эффективность рабочего процесса двигателя, является процесс сгорания. Так как экспериментально процесс сгорания исследовать достаточно сложно, широко используют математическое моделирование. На сегодняшний день существуют следующие

математические модели, которые описывают сложные процессы сгорания в ДВС [1-3]:

- однозонные модели сгорания;
- двухзонные модели сгорания;
- многозонные модели сгорания;
- модели турбулентного сгорания.

В случаях двух и многозонных моделей применяется подход, который можно называть, реакторным. Объем, который моделируется необходимо разделить зоны с гомотетным распределением параметров.

Однозонная модель характеризуется следующими положениями:

- состав рабочего тела и термодинамические параметры в момент времени неизменяем по объему цилиндра;
- топливовоздушная смесь полностью перемешивается и сгорает мгновенно.

Так при расчетах модель описывается следующими уравнениями:

^a <https://orcid.org/0000-0002-4188-2084>

^b <https://orcid.org/0009-0009-8618-1722>

^c <https://orcid.org/0009-0002-2798-6220>



- уравнение расчета материального баланса:

$$\frac{dm}{d\varphi} = \frac{dm_{vx}}{d\varphi} - \frac{dm_{vix}}{d\varphi}, \quad (1)$$

- уравнение расчета сохранения энергии:

$$\frac{d(m, u)}{d\varphi} = h_{vx} \frac{dm_{vx}}{d\varphi} - h_{vix} \frac{dm_{vix}}{d\varphi} + p \frac{dV}{d\varphi} + \frac{dQ_w}{d\varphi}, \quad (2)$$

- уравнение расчета состояния идеального газа:

$$\frac{dP}{d\varphi} = \frac{mR}{V} \cdot \frac{dT}{d\varphi} + \frac{mT}{V} \cdot \frac{dR}{d\varphi} + \frac{RT}{V} \cdot \frac{dm}{d\varphi} - \frac{P}{V} \cdot \frac{dV}{d\varphi}, \quad (3)$$

- уравнение расчета первого закона термодинамики

применяемый для закрытых систем:

$$d(m, c_v, T) = dQ_w + dQ_w + dQ_x - p dV, \quad (4)$$

где m , dm_{vx} , dm_{vix} - общая масса рабочего тела и его массы, подводимые и отводимые через впускной и выпускной клапаны;

u - внутренняя энергия рассчитываемого рабочего тела;

h_{vx} , h_{vix} - соответствующие удельные энтальпии потоков при входе и выходе в цилиндр рабочего тела;

R , T , p , V , c_v - давление, температура, изохорная теплоемкость и объем рабочего тела;

Q_w , dQ_w - изменение теплоты, проводимая стенкам камеры сгорания;

Q_x , dQ_x - изменение теплоты, которая выделяется во время сгорания топлива;

Используя, указанные выше уравнения появляется возможность решить две задачи расчета исследуемого рабочего процесса [4,5]:

1. Рассчитать изменение возникающего давления в цилиндре двигателя (рис 1). Необходимо применить закон теплообмена dQ_w и закон тепловыделения dQ_x для нахождения количества теплоты, необходимой для передачи рабочему телу которая используется для повышения внутренней энергии. Решение данной задачи называют прямой задачей расчета действительного рабочего процесса.

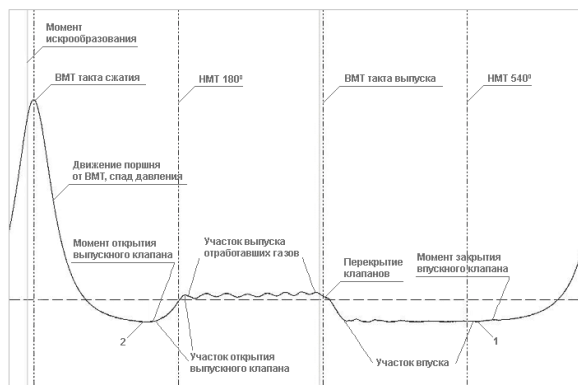


Рис. 1 Изменение возникающего давления в цилиндре двигателя

2. Рассчитать тепловыделение, применяя закон изменения давления, данные которого получены расчетным или экспериментальным путем. Данную задачу является обратной задачей расчета исследуемого рабочего процесса. Выделяемое при сгорании изменение тепла dQ_x , представлено скоростью неравномерного видимого тепловыделения. Так в основу зависимостей необходимо применить положены случаи общего закона вероятности случайной величины:

$$\frac{dx}{d\varphi} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{A_i}{\varphi_i^{n_i}} \cdot \varphi^{n_i-1} \cdot \exp \left[B_i \cdot \left(\frac{\varphi}{\varphi_i} \right) \right] \right), \quad (5)$$

где n_i , φ_i - величины, применяемые непосредственно для каждого конкретного закона;

A_i , B_i - определяемые коэффициенты при $X_{\max}=1$.

Такой подход к расчету характеристики тепловыделения был предложен проф. К. Нейманом [94]:

$$x = (3 - 2 \cdot \frac{t}{t_z}) \cdot (\frac{t}{t_z})^2 \quad (6)$$

где x - доля топлива, сгоревшего к моменту времени t ;

t_z - продолжительность сгорания, с;

t - текущее время, с.

Из общего закона были получены и другие широко известные зависимости, которые позволяют произвести расчет эффективности сгорания топлива [6,7].

Поскольку статистические методы определения характеристик тепловыделения в двигателе не учитывают изменения состава топливовоздушной смеси и низшей теплоты сгорания поэтому было решено для расчета рабочего процесса двигателя с искровым зажиганием за работы в режиме малых нагрузок на бензине использовать такую методику, в которой на основе экспериментальных индикаторных диаграмм можно определить продолжительность всех фаз сгорания [8].

Целью экспериментальных исследований является определение воздействия угла расположения электродов свечи зажигания топливную экономичность и экологические показатели двигателей с искровым зажиганием.

2. Методология исследования

Анализ процессов документооборота в перевозке грузов

В соответствии с целью и задачами экспериментальных исследований программа включает:

1. Определение характеристик двигателей в режиме холостого хода от угла расположения электродов свечи зажигания с оценкой топливной экономичности и экологических показателей.

2. Определение характеристик механических потерь двигателя при различных положениях угла расположения электродов свечи зажигания.

Экспериментальные исследования проводились в соответствии с ГОСТ 14846-2020. Испытания проводились на обкатанном двигателе серийного производства, укомплектованный штатным вспомогательным оборудованием. В процессе испытаний не проводились работы по регулировке, за исключением работ по ТО двигателя согласно установленному регламента и программе испытаний.

При проведении эксперимента атмосферное давление, температура воздуха, барометрическое давление, а также влажность воздуха соответствовала нормам.

Экспериментальные исследования проводились на марке топлива, моторного масла, а также технологических жидкостях, предусмотренных в технических условиях на двигатель. Измерения расхода топлива проводились весовым методом. Погрешности в измерениях соответствуют нормативам.

Экспериментальные исследования на содержание СН в отработанных газах проводились при помощи



газоанализатор ЭЛАН-50. Показания анализатора при испытаниях на различных режимах не отклонялись от номинального значения калибровочной точки не более чем на $\pm 2\%$ показаний с учетом погрешности калибровочных газов.

Эксперимент проводился с замерами работы двигателя с различной ориентацией положения

электродов свечей. В первом эксперименте комплект свечей ориентировались открытой частью искрового зазора в противоположную сторону от камеры сгорания. Во втором эксперименте комплект свечей ориентирован на камеру сгорания. В третьем, комплект свечей имеет боковую ориентацию.

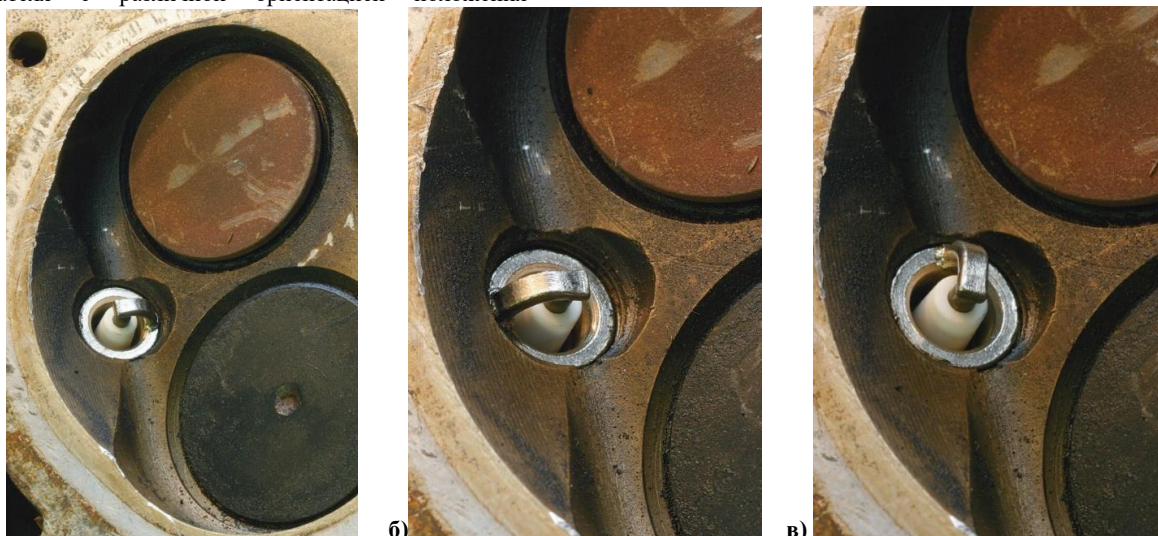


Рис 1. Расположение свечи зажигания а) в противоположную сторону от камеры сгорания, б) в сторону камеры сгорания, в) в сторону впускного клапана

3. Результаты исследования

По результатам эксперимента установлено, ориентация электрода свечи влияет на процесс распространения, тем самым закрывая искру от топливоздушнй смеси, что на режимах холостого хода и при малых нагрузках вызывает рост удельного расхода топлива, а содержание несгоревших углеводородов (CH) в выхлопных газах растет.

Таблица 1

Удельный расход топлива при направлении комплекта свеч в противоположную сторону от камеры сгорания

Крутящий момент, Нм	20	40	60	80	100	120
Удельный расход топлива, кг/кВт	0,56	0,36	0,32	0,29	0,28	0,27

Таблица 2

Удельный расход топлива при направлении комплекта свеч в сторону впускного клапана

Крутящий момент, Нм	20	40	60	80	100	120
Удельный расход топлива, кг/кВт	0,48	0,35	0,29	0,28	0,27	0,26

Таблица 3

Удельный расход топлива при направлении комплекта свеч в сторону камеры сгорания

Крутящий момент, Нм	20	40	60	80	100	120
Удельный расход топлива, кг/кВт	0,47	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25

Таблица 4

Содержание СН в отработавших газах при направлении комплекта свеч в противоположную сторону от камеры сгорания

Крутящий момент, Нм	20	40	60	80	100	120
Удельный расход топлива, кг/кВт	225	180	160	170	180	190

Таблица 5

Содержание СН в отработавших газах при направлении комплекта свеч в сторону впускного клапана

Крутящий момент, Нм	20	40	60	80	100	120
Удельный расход топлива, кг/кВт	170	120	125	140	150	160

Таблица 6
Содержание СН в отработавших газах при
направлении комплекта свеч в сторону камеры
сгорания

Крутящий момент, Нм	20	40	60	80	100	120
Удельный расход топлива, кг/кВт	150	100	125	155	185	210

Результаты эксперимента графически приведены в рисунках 2 и 3.

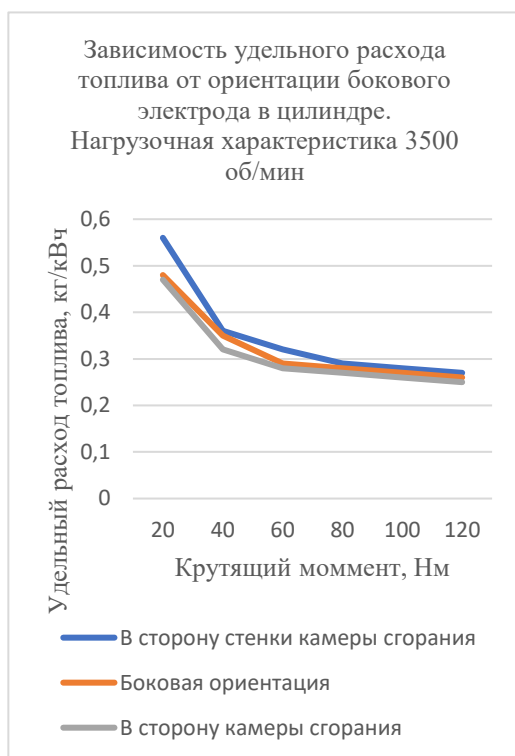


Рис. 2. Зависимость удельного расхода топлива от ориентации бокового электрода в цилиндре

Так, в случае, когда комплект свечей направлен в сторону стенки цилиндра, двигатель не работает стабильно на оборотах режимах холостого хода с оборотами менее 1200 об/мин!

4. Заключение

В процессе эксплуатации автомобильных двигателей одним из основных факторов является качество сгорания топливовоздушной смеси бензиновых двигателей с точки зрения топливной экономии и экологических показателей, а потому необходимым и актуальным является поиск и применение мер, которые улучшают работу двигателей в этих режимах. Одной из таких мер является интенсификация процесса сгорания предполагается регулировка ориентации электродов свечи в камере сгорания двигателя. По результатам проведенных экспериментальных исследований бензиновых двигателей с различной ориентацией свечей зажигания установлено улучшение топливной экономии: двигателя 5...8%, а суммарные массовые выбросы ВВ на

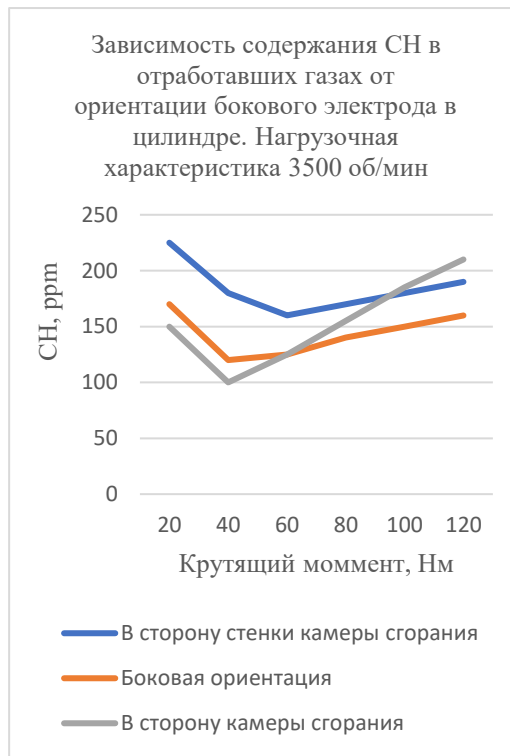
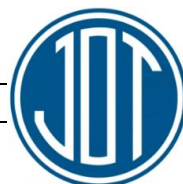


Рис. 3. Зависимость содержания СН в отработавших газах от ориентации бокового электрода в цилиндре

4%. Проведенные экспериментальные исследования с изменением ориентации свечей зажигания позволяет значительно ускорить процесс сгорания в целом, что приводит к повышению КПД, а также повысить антидетонационные свойства двигателя.

Использованная литература / References

- [1] Особенности математической модели процессов сгорания в поршневых ДВС / Д. В. Тимошенко // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ» 2014, Том 5, № 1, С. 311 – 318.
- [2] El Khalfi, Ahmed. (2024). Mathematical model for dynamic analysis of internal combustion engines. 54. 607-622. 10.22059/JCAMECH.2023.367595.897.
- [3] Paul N. Blumberg, George A. Lavoie, Rodney J. Tabaczynski, Phenomenological models for reciprocating internal combustion engines, Progress in Energy and Combustion Science, Volume 5, Issue 2, 1979, Pages 123-



167, ISSN 0360-1285, [https://doi.org/10.1016/0360-1285\(79\)90015-7](https://doi.org/10.1016/0360-1285(79)90015-7).

[4] Бердников А.А., Нагайцев Д.С., Титков Н.В. ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С НЕТРАДИЦИОННЫМ РАБОЧИМ ЦИКЛОМ // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 2. – С. 21-25; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41350> (дата обращения: 22.01.2025).

[5] Уткин Ю.С., Уткин Ю.С., Герасимов А.Р., Гурин В.А. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛАЗЕРНОГО ЗАЖИГАНИЯ В ДВС // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. ; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=12863> (дата обращения: 28.01.2025).

[6] Мракин А.Н., Афанасьева О.В., Кулешов О.Ю. Расчет интенсивности теплообмена топлив // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – Т. 334. – № 5. – С.109-115.

[7] Pavel Ditl, Calculations of CO2 emission and combustion efficiency for various fuels, Energy, Volume 290, 2024, 130044, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.130044>.

[8] Z.H Kodah, H.S Soliman, M Abu Qudais, Z.A Jahmany, Combustion in a spark-ignition engine, Applied Energy, Volume 66, Issue 3, 2000 Pages 237-250, ISSN 0306-2619, [https://doi.org/10.1016/S0306-2619\(99\)00129-4](https://doi.org/10.1016/S0306-2619(99)00129-4).

Информация об авторах/ Information about the authors

Эрназаров Азиз Алибаевич / Ernazarov Aziz Alibayevich

Джизакский политехнический институт, доцент кафедры «Инженерия транспортных средств».

E-mail: aziz-ernazarov@mail.ru

Тел.: +998939404123

<https://orcid.org/0000-0002-4188-2084>

Мусурмонов Сарвар Собир угли / Musurmonov Sarvar Sobir ugli

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, базовый докторант кафедры «Техника оказания услуг».

E-mail:

musurmonovsarvarbek2@gmail.com

Тел.: +998991051695

<https://orcid.org/0009-0009-8618-1722>

Хаитбоев Эргаш Бахтиер угли / Khaytbaev Ergash Bakhtiyor ugli

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, базовый докторант кафедры «Техника оказания услуг».

E-mail: ergashhayitboyev@gmail.com

Тел.: + 998883254550

<https://orcid.org/0009-0002-2798-6220>



Characteristics and analysis of drum machine designs for polishing leather semi-finished products

L.E. Tursunboev¹^a, A.M. Nabiev¹^b

¹Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures named after M.T. Urozboev of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article is dedicated to studying the designs and operational characteristics of drum machines used for grinding leather semi-finished products. Extensive scientific research is being conducted worldwide to improve the technologies for initial processing of products and to develop their scientific foundations. In this field, increasing the efficiency of grinding drum machines and ensuring their operational reliability in processing leather semi-finished products is particularly important. Furthermore, a rational justification of the geometric, kinematic, and control parameters of the grinding drum machine contributes to enhancing its economic efficiency and ensuring its longevity.

Keywords: grinding machine, sandpaper, abrasive material, dust removal, abrasive processing, grinding drum, aspiration device, ferromagnetic abrasive powder, electromagnetic inductor, brush conveyor

Особенности и анализ конструкций барабанных машин для шлифования кожных полупродуктов

Турсунбоев Л.Э.¹^a, Набиев А.М.¹^b

¹Институт механики и сейсмостойкости сооружений имени М.Т. Урозбоева Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: Данная статья посвящена изучению конструкций барабанных машин, используемых при шлифовании кожаных полуфабрикатов, и особенностей их работы. В мире проводятся широкомасштабные научно-исследовательские работы по совершенствованию технологий первичной переработки продукции и разработке их научных основ. Особенно важное значение в этом направлении имеет повышение эффективности шлифовальных барабанных машин при обработке кожаных полуфабрикатов и обеспечение их эксплуатационной надежности. Также рациональное обоснование геометрических, кинематических и управляющих параметров шлифовальной барабанной машины способствует повышению её экономической эффективности и обеспечению сохранности.

Ключевые слова: шлифовальная машина, шлифовальная бумага, абразивный материал, очистка от пыли, абразивная обработка, шлифовальный барабан, аспирационное устройство, ферромагнитный абразивный порошок, электромагнитный индуктор, щеточный транспортер

1. Введение

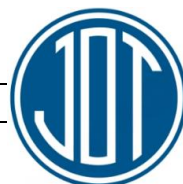
Шлифование является одной из самых сложных механических отделочных операций. Оно заключается в удалении поверхностного или обратного обложечного слоя с помощью мелкозернистого абразивного материала. Способ проведения операции определяется в зависимости от ее цели. Поверхностное шлифование выполняется для устранения крупных дефектов на небольших участках или для полного удаления слоя, что необходимо при производстве модифицированных кож. Интенсивность шлифования сырья оказывает значительное влияние на качество и внешний вид кожи. Шлифование обратной стороны сырья выполняется с целью выравнивания толщины и придания поверхности шелковистой мягкости. В кожевенной промышленности имеется ряд научных и технических источников,

посвященных процессу шлифования. В этих исследованиях подробно рассматриваются эффективность технологии шлифования, ее методы, а также применяемое оборудование. Полуфабрикаты кожевенного производства в настоящее время играют важную роль в повышении эффективности производственных процессов и улучшении качества продукции. В данной области существует множество технологических процессов, среди которых основное значение имеют шлифовальные барабанные машины. Шлифовальные барабанные машины являются одним из ключевых видов оборудования, используемых в производстве кожевенного полуфабриката. Они играют важную роль в повышении качества продукции и ускорении производственного процесса.

Шлифовальные барабанные машины функционируют как механические устройства,

^a <https://orcid.org/0000-0002-1591-6201>

^b <https://orcid.org/0000-0002-4927-2213>



вращающие или вибрирующие продукт. Они выполняют такие процессы, как очистка, перемешивание, упаковка или другие операции, подвергая продукт воздействию различных механических сил. Эти технологические процессы служат эффективными средствами для контроля качества продукции, выявления дефектов и автоматизации производственного процесса.

Использование шлифовальных барабанных машин в процессе производства кожевенного полуфабриката не только упрощает производственный процесс, но и способствует улучшению качества продукции. Эти машины выполняют необходимые движения для обеспечения стабильности и высокого качества продукции, что позволяет предоставлять потребителям изделия с улучшенными характеристиками. Кроме того, они повышают эффективность производства, давая возможность производителям экономить время и ресурсы.

Анализируются конструкции и эксплуатационные характеристики шлифовальных барабанных машин для обработки кожевенного полуфабриката. В статье рассматриваются технические аспекты, принципы работы, эффективность, преимущества и недостатки этих машин. Также обсуждается их роль и значение в развитии технологических процессов и повышении производственной эффективности.

Для достижения указанных целей в статье на научной основе проводится детальный анализ шлифовальных барабанных машин, их рабочих механизмов, конструкций и роли в производственном процессе.

Также рассматриваются усовершенствованные конструкции и эффективность барабанных машин на основе передовых технологий и новшеств. В статье находят отражение научно-технические достижения, а также инновационные подходы к решению существующих проблем.

Кроме того, путем анализа конструкций шлифовальных барабанных машин выявляются наиболее важные аспекты их работы. Рассматриваются стабильность работы машин, скорость выполнения операций, энергоэффективность и вопросы технического обслуживания. Каждый тип конструкции обладает своими уникальными характеристиками, и их эффективность, а также влияние на производственный процесс оцениваются отдельно.

Таким образом, данная статья посвящена всестороннему изучению конструкций, характеристик и значимости шлифовальных барабанных машин в производственном процессе кожевенного полуфабриката. На основе научного анализа и технического подхода в статье подробно рассматриваются возможности и проблемы передовых технологий. Это, в свою очередь, может послужить важным источником информации для разработки инновационных решений в промышленности.

Роль кожевенной полуфабрикатной промышленности.

Кожевенная полуфабрикатная промышленность является одной из ключевых частей производственного процесса и занимает важное место в таких отраслях, как пищевая, химическая и другие. В процессе производства этих материалов зачастую используются автоматические или полуавтоматические системы, что позволяет ускорить производственный цикл и повысить

его эффективность. Шлифовальные барабанные машины играют важную роль в достижении этих целей, способствуя увеличению производственной продуктивности.

Шлифовальные барабанные машины выполняют различные технологические процессы, используемые в кожевенной полуфабрикатной промышленности. Они предназначены для того, чтобы вызывать определенные физико-химические изменения в материале. Эти процессы включают в себя улучшение качества кожевенного полуфабриката, его перемешивание, очистку и придание необходимой формы.

2. Методология исследования

Проводились исследования по разработке шлифовальных барабанных машин для обработки сырья, а также по совершенствованию конструкции шлифовальных машин.

В частности, машина для шлифования и очистки кожи от пыли, разработанная Д.Р. Амирхановым и В.Н. Мальцевым, является устройством, применяемым в кожевенной промышленности. Она предназначена для высококачественной обработки, шлифования и очистки кожевенных изделий от пыли. Данная машина используется для механической обработки кожевенного полуфабриката и искусственной кожи [1].

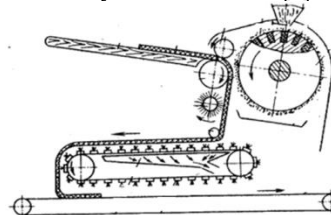


Рис. 1. Схематическое изображение машины для шлифования и очистки кожи от пыли

Эта машина представляет собой устройство для шлифования и очистки кожи от пыли, рабочим органом которого является барабан, покрытый шлифовальной бумагой, кардолентой или алмазными зернами.

Машина для шлифования и очистки кожи от пыли состоит из подающего устройства, шлифовального барабана и аспирационной системы для удаления пыли с поверхности кожи. Она имеет следующие особенности: Оснащена устройством для удерживания ферромагнитного абразивного порошка на поверхности шлифовального барабана, что повышает производительность и качество обработки. Устройство для удаления пыли с поверхности кожи включает щеточный транспортер.

Аспирационная система расположена между его секциями. Также имеется устройство для шлифования немагнитных материалов, которое состоит из двух подающих механизмов, индуктора и клапана с ферромагнитным абразивным порошком. Обрабатываемый материал (лист, лента) проходит между индуктором и клапаном, и при периодическом включении электромагнита с заданной частотой порошок поднимается со дна клапана, соприкасается с обрабатываемой поверхностью и выполняет процесс шлифования.

Существующие конструкции машин имеют следующие недостатки: из-за жесткости шлифовального

барабана и неоднородности толщины кожи по всей площади невозможно обеспечить качественную обработку периферийных участков. Кроме того, шлифовальный барабан быстро нагревается и выходит из строя. Закрепление режущего инструмента на барабане и удаление пыли с поверхности кожи представляют собой определенные сложности.

П.П. Бураков и В.И. Краснопольский — ученые и инженеры, внесшие значительный вклад в технологии производства обуви. Их работы были направлены главным образом на оптимизацию процессов обработки в обувной промышленности, повышение эффективности и разработку новых методов.

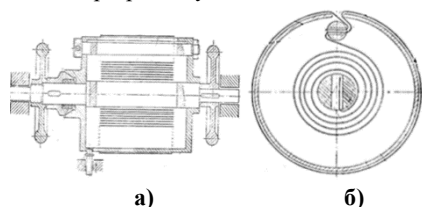


Рис. 2. Схематическое изображение машины для шлифования нижних частей обуви: а – поперечное сечение рабочего барабана; б – продольное сечение рабочего барабана

Эта машина предназначена для шлифования нижних частей обуви и оснащена полым барабаном с шлифовальной бумагой. По сравнению с аналогичными существующими машинами, она позволяет значительно снизить расход шлифовальной бумаги [2].

Особенностью данной машины является то, что барабан установлен на приводном валу с возможностью свободного вращения. В нем имеется продольная щель для размещения одного конца шлифовальной бумаги. Барабан также оснащен продольной щелью, под которой, во внутренней части барабана, в отверстиях его боковых стенок установлен дополнительный валик. Этот валик имеет продольную щель для закрепления второго конца шлифовальной бумаги. Шлифовальная бумага размещается внутри барабана в виде рулона и покрывает его внешнюю цилиндрическую поверхность. Для приведения барабана во вращение на приводной вал установлена муфта, соединяющая вал с барабаном. Для наматывания шлифовальной бумаги на валик, когда муфта находится в разомкнутом состоянии, приводной вал оснащен жестко закрепленным маховиком. В барабане также предусмотрено специальное отверстие (паз), удерживающее его в неподвижном состоянии во время наматывания шлифовальной бумаги на валик.

Данная машина, разработанная В.Н. Мальцевым и А.Н. Лебедевым, предназначена главным образом для шлифования искусственной кожи и удаления пыли с ее поверхности. Ее конструкция обеспечивает высококачественную шлифовку материалов, а также включает процесс их очистки после шлифования.

Машина для шлифования кожи состоит из шлифовального барабана, опорного устройства и щетки, и обладает следующими характеристиками: Для улучшения качества шлифования и обеспечения постоянной жесткости в зоне шлифования опорное устройство состоит из корпуса, внутри которого размещена основа из эластичного материала. Его конец, обращенный к шлифовальному барабану, имеет дугообразную форму, а также оснащен винтом для фиксации и регулировки основания [3].

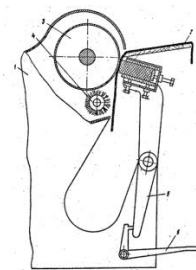


Рис. 3. Схематическое изображение машины для шлифования и очистки кожи от пыли: 1 – машина для шлифования кожи, 2 – стол, 3 – барабан, 4 – щетка, 5 – педаль

Процесс работы машины осуществляется следующим образом: Устройство подает кожу со стола в зону обработки в заданном положении. При нажатии на педаль опорное устройство прижимает кожу к шлифовальному барабану, выполняя процесс шлифования, одновременно подавая ее через подающее устройство с скоростью, зависящей от силы прижима.

П.А. Большаков и Н.П. Балкинов разработали устройство, относящееся к легкой промышленности, а точнее – к производству кожи, которое может применяться на кожевенных фабриках в процессе шлифования кожи. Устройство для шлифования кожи оснащено рабочим органом, механизмом транспортировки материала, вращающимся столом и прижимным механизмом для удержания рабочего органа в контакте с кожей. Рабочий орган представляет собой барабан с вертикальным валом, на боковой поверхности которого в определенных местах закреплены прямоугольные пластины из шлифовальной бумаги. Система прижимного механизма рабочего органа включает в себя дифференциальный винтовой механизм. Подвижный винт конечного механизма одним концом соединен с двумя передаточными элементами, которые взаимодействуют между собой с помощью соединенных краевых частей, а также через упругие элементы соединен с опорами вращения рабочего органа. Система привода рабочего органа выполнена в виде двухгидромоторной насосной системы, подключенной параллельно к магистрали подачи масла и оснащенной регулируемыми дросселями на выходных линиях. Выходные валы гидромоторов механически соединены с дифференциальным винтовым механизмом [4].

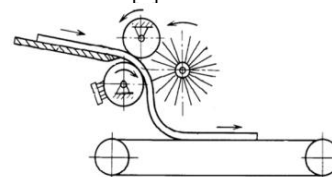


Рис. 4. Машина для шлифования кожи

Принцип работы устройства следующий. После подачи напряжения на двигатели осуществляется передача движения к транспортирующим устройствам и механизму подачи кожи. Кожа размещается на столе обработанной стороной вверх, выравнивается и вручную подается между прижимным и вращающимся валом барабана. Таким образом, кожа направляется к вращающемуся рабочему органу. При включенном двигателе выходные валы гидромоторов начинают вращаться, так как они подключены параллельно через отверстия насосной системы, а выход рабочей жидкости



регулируется дросселями, настроенными в соответствии с требуемым режимом работы устройства. При этом выходные валы гидромотора приводят в вращение рабочий орган через муфту, зубчатые колёса и гибкий вал, одновременно механически связываясь с движущимся винтом дифференциального винтового механизма через зубчатое колесо-гайку. Вращающий момент передаётся на винт, так как один конец движущегося винта соединён с выходным валом гидромотора через муфту. Этот гидромотор подключён параллельно к отверстиям насосной системы и образует гидромеханический дифференциал, при котором осевая скорость движения винта зависит от разницы скоростей вращения винта и гайки.

К.Л. Александрович, Б.В. Владимирович, Б.М. Николаевич и М.Ю. Юрьевич изобрели машину для шлифования кожи. Машина для шлифования кожи состоит из бесконечной шлифовальной ленты, изготовленной из абразивного материала. Эта лента используется для очистки, шлифования и транспортировки кожи [5].

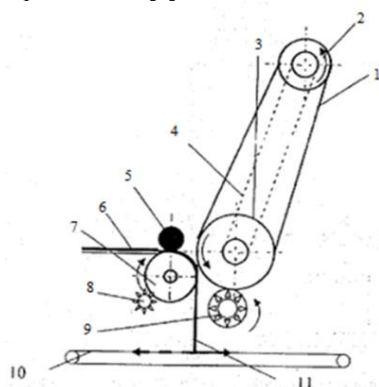


Рис. 5. Принципиальная схема устройства для шлифования кожи: 1 – шлифовальная лента, 2, 3 – валковые барабаны, 4 – цепная передача, 5, 7 – валики, 6 – рабочий стол, 8, 9 – щетки, 10 – конвейер, 11 – полуфабрикат кожи

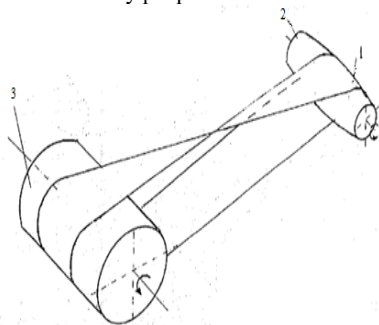


Рис. 6. Эскиз установки шлифовальной ленты на валковые барабаны: 1 – шлифовальная лента, 2, 3 – валковые барабаны

Машина для шлифования кожи относится к области машиностроения для лёгкой промышленности. В частности, она предназначена для устройств, используемых для шлифования натуральной кожи. Её можно применять на кожевенных заводах и в малосерийных сервисных предприятиях для повышения качества обработки поверхности натуральной кожи.

Устройство состоит из бесконечной шлифовальной ленты, установленной на двухвальном барабане. Концы ленты соединены в форме кольца Мёбиуса с поворотом

на 180° , что позволяет использовать обе стороны ленты.

Диаметр одного из валовых барабанов больше ширины ленты, что обеспечивает стабильность движения ленты. Натяжение бесконечной шлифовальной ленты 1 на двухвальном барабане и их кинематическая связь, например, через цепную передачу 4, предназначены для обеспечения принудительного движения ленты 1 и валовых барабанов 2, 3 вместе. При работе машины, когда рабочая поверхность шлифовальной ленты контактирует с полуфабрикатом, более длинная рабочая поверхность шлифовальной бумаги изменяет свои свойства медленнее. Это связано с тем, что количество проходов полуфабриката, необходимых для выполнения требуемой шлифовки, уменьшается. В результате зерна шлифовальной бумаги разрушаются медленнее и меньше отслаиваются от поверхности ленты. Таким образом, лента теряет свою работоспособность медленнее, улучшается качество шлифовки, а необходимость её частой замены снижается.

Эластичная шлифовальная машина, разработанная Ю.А. Факторовичем, Г.Л. Стольным, С.И. Бунинным и В.А. Хрусталёвым, предназначена для шлифовки листовых частей эластичных материалов. Данная машина оснащена механизмом подачи материала, шлифовальным валом, перемещающимся в осевом направлении, и щётчным валом для очистки материала после шлифования. Шлифование искусственной кожи в этой машине осуществляется первым валом в узкой зоне, что не охватывает всю ширину обрабатываемого листа и, следовательно, требует нескольких проходов. Для повышения производительности машины при шлифовании искусственной кожи она оснащена двумя подвижными шлифовальными валами, которые перемещаются в осевом направлении и расположены в шахматном порядке [6].

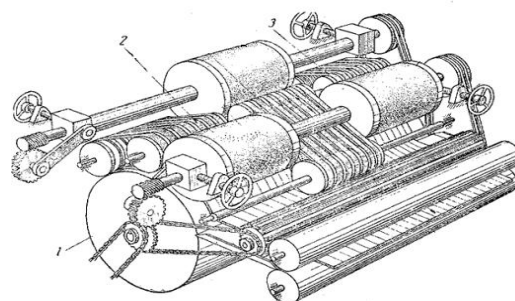


Рис. 7. Машина для шлифования эластичных материалов

Машина оснащена механизмом подачи материала, который включает в себя следующие элементы: подающий барабан 1 и три ленточных транспортирующих механизма 2, 3, установленных в шахматном порядке. Также предусмотрены три шлифовальных вала, расположенные в шахматном порядке и перемещающиеся в осевом направлении. Очистной щётчный вал расположен над подающим барабаном. Два ролика используются для опускания и укладки обработанных листов искусственной кожи. Шлифовальный вал оснащён подающим механизмом, обеспечивающим его осевое перемещение, а также позволяющим регулировать степень прижима кожаных заготовок к шлифовальным валам.

3. Результаты и обсуждение

При очистке кожи шлифование выполняется несколько раз: сначала с использованием крупнозернистого абразивного материала, а затем – с мелкозернистым. Интенсивность шлифования зависит от эластично-пластических свойств поверхности, то есть её влажности, размера абразивных зёрен и силы прижима шлифовального вала. Структурные элементы шлифуемой поверхности (волокна и их пучки) должны обладать определённой жёсткостью, а также иметь упругую волокнистую сетку. Если обрабатываемая поверхность обладает чрезмерной пластичностью, микро-режущие элементы не обеспечивают требуемого снятия материала, а вызывают его смещение и взаимное трение волокон. В этом случае энергия, возникающая в результате трения, преобразуется в тепло, что приводит к нагреву поверхности. Степень шлифования оказывает непосредственное влияние на качество кожи. Таким образом, если в процессе шлифования удаляется 3–4% массы кожи, её качественный уровень после обработки составляет 76–78% (первый сорт). Если же масса удалённого полупродукта достигает 13–15%, качественный уровень кожи повышается до 88–89%. Однако этот вопрос нельзя рассматривать однобоко, поскольку чрезмерное шлифование не устраняет глубокие дефекты поверхностного слоя. В результате кожа приобретает вид спилка (срединной части всей кожи), и возникают все сложности, характерные для подготовки спилкового материала для верха обуви, такие как избыточная шероховатость. Это, в свою очередь, создаёт дополнительные трудности при последующей обработке поверхности кожи.

Основные дефекты, возникающие в процессе шлифования: Чрезмерно глубокая шлифовка (при производстве кож, очищенных от поверхностного слоя в процессе шлифования) – в результате кожа приобретает вид, схожий со спилком, так как нарушается максимально допустимая глубина шлифования. Открываются поры в поверхностном слое, что увеличивает способность кожи к впитыванию покрывных составов. Впоследствии на готовой коже покрытие ложится неровно и не имеет гладкости. Недостаточно глубокая шлифовка (при производстве кож, очищенных от поверхностного слоя в процессе шлифования) – поверхность покрытия остается неоднородной, и не устраняются все дефекты. В этом случае готовая кожа плохо окрашивается, а большинство природных изъянов остаётся заметными. Кроме того, у такой кожи низкая адгезия покрывного слоя. Неровная шлифовка поверхностного слоя – приводит к появлению вышеописанных дефектов покрытия. Кроме того, могут возникнуть необработанные участки в виде порезов и повторно неотшлифованных зон. Это увеличивает неровности и дефекты поверхности кожи, что негативно сказывается на её качестве.

В результате изучения и анализа были исследованы существующие конструкции барабанных машин, предназначенных для шлифования кожевенного сырья. На основе проведённого анализа предлагается усовершенствованная конструкция машины для шлифования кожи (рис. 8).

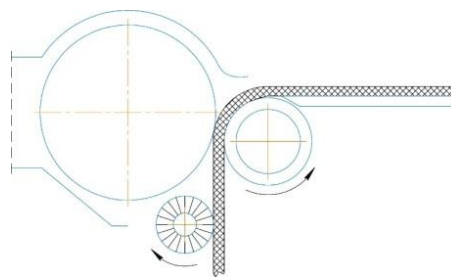


Рис. 8. Машина для шлифования кожи

Эта схема представляет собой барабанную машину для шлифования кожи, включающую в себя основные рабочие элементы: большой барабан, вспомогательный ролик, щетку и механизмы прижимного давления. Преимущества данной машины заключаются в следующем: За счет равномерного давления, создаваемого барабаном и роликом, улучшается качество шлифования кожи.

Вращательное движение обеспечивает постоянную и равномерную обработку, что повышает эффективность работы. В процессе обработки сохраняется структура кожи, при этом достигается необходимая степень шлифования. Данная схема может быть адаптирована к автоматизированным системам, что снижает влияние человеческого фактора и повышает производительность. Барабанный механизм обеспечивает непрерывную обработку, что способствует увеличению объема производства. Регулировка давления позволяет обрабатывать кожу различной плотности и толщины.

До настоящего времени было проведено ряд научных исследований, направленных на совершенствование конструкций технологических машин для механической обработки кожевенного сырья и научное обоснование их параметров [7–10]. На основе результатов этих исследований нами разрабатываются технические решения для усовершенствования конструкции машины для шлифования кожевенного сырья.

Для усовершенствования конструкции шлифовальной машины предлагается использовать винтовой шлифовальный рабочий вал, представленный на рисунке 9. На этом рабочем вале шлифовальные бумажные ленты закреплены по винтовой линии (с определенным шагом) от центра к левому и правому краям. Такая конструкция обеспечивает более эффективное шлифование поверхности кожи и увеличивает полезную площадь обработки [11, 12].



Рис. 9. Винтовой шлифовальный рабочий вал



4. Заключение

Мы, на основе существующих аналогов, предложили усовершенствование конструкции рабочего вала (барабана) путем замены винтовых лент на шлифовальные лепестковые вставки. Эти вставки располагаются симметрично по винтовой линии от центра вала к его правому и левому краям, накладываясь друг на друга. Они фиксируются с помощью специального клея и под определенным давлением.

Таким образом, в технологическом процессе шлифования поверхности кожевенного сырья достигается увеличение полезной площади обработки и улучшение качественных показателей продукции.

На основе предлагаемого технического решения изготовление рабочего шлифовального барабана становится относительно простым, а замена изнашиваемой шлифовальной (абразивной) бумаги в ходе технологических процессов не требует значительных затрат труда и времени.

На основе такого технического решения разработанная усовершенствованная шлифовальная валковая машина обладает рядом экономических преимуществ и способствует производству готовой кожевенной продукции с высокой добавленной стоимостью, ориентированной на экспорт, в кожевенной промышленности республики.

Использованная литература / References

- [1] Амирханов Д. Р., Мальцев В. Н. Машина для шлифования и обеспыливания кож: пат. № 2377694/28-12. 28 июня 1976 г.
- [2] Бураков П. П., Краснопольский В. И. Машина для шлифования деталей низа обуви: пат. № 3548/150319. 29 июля 1950 г.
- [3] Мальцев В. Н., Лебедев А. Н. Машина для шлифования кож: пат. № 2499025/28-12 Орловский научно-исследовательский институт легкого машиностроения: 17 июня 1977 г.
- [4] Мальцев В. Н., Лебедев А. Н. Машина для шлифования кож: пат. № 2499025/28-12. 17 июня 1977 г.
- [5] Каплин Л. А., Бескоровайный В. В., Буткевич М. Н., Моисеев Е. Ю. Устройство для шлифования кож: пат. № 2005136835/12, 25.11.2005 г.
- [6] Факторович Ю. Д., Стольный Г. Л., Бунин С. И., Хрусталева В. А. Проходная машина для шлифования листовых эластичных материалов: пат. № 770668/28-12 27 марта 1962 г.
- [7] Бахадиров, Г. А. Техника и технология для обработки кожсырья / Г. А. Бахадиров, Г. Н. Цой, А. М. Набиев. – Новосибирск : Общество с ограниченной

ответственностью "Сибирская академическая книга", 2023. – 214 с. – ISBN 978-5-605-05493-1. – EDN BPGDBU.

[8] Бахадиров Г.А. Механика отжимной валковой пары. – Ташкент: Фан. 2010. – 155 с.

[9] Nabiev A., Bahadirov G., Tsoy G., Rakhimov F. Research and improvement of a staking machine for processing elastic-viscous fibrous materials // International Journal of Modern Manufacturing Technologies, Vol. XVI, No. 3 / 2024, Pp. 8–20. <https://doi.org/10.54684/ijmmt.2024.16.3.8>.

[10] Бахадиров Г.А., Набиев А.М., Цой Г.Н., Рахимов Ф.Р. Исследование зоны между валковыми парами для обработки штучных изделий из волокнистого материала // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности, № 2 (410) 2024. – С. 164–171. DOI 10.47367/0021-3497_2024_2_164

[11] Электрон ресурс: <http://www.ozdersan.com.tr/en/products-detail-pol-130-1300-mm-polishing-machine/57> (мурожаат этиш вақти: 10.02.2025 й.).

[12] Б. В. Зайцев, И. Я. Калын // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности: Материалы докладов международной научно-технической конференции, Витебск, Витебский государственный технологический университет, 27–28 ноября 2013. – С. 312-313 Васильченко К.С., Резник С.В., Аунг Н.Л., Гареев А.Р. Выбор оптимального профиля лопасти несущего винта малогабаритного беспилотного вертолета // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2022. №3. С.79-86.

Информация об авторах/ Information about the authors

Турсинбоев
Лочинбек /
Lochinbek
Tursunboyev
Институт механики и
сейсмостойкости сооружений имени
М.Т.Уразбаева Академии наук
Республики Узбекистан Базовый
докторант
Тел: +998 99 612 75 95
E-mail:
tursunboyevlochinbek027@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1591-6201>

Набиев
Айдар /
Ayder Nabiev
Институт механики и
сейсмостойкости сооружений имени
М.Т.Уразбаева Академии наук
Республики Узбекистан Старший
научный сотрудник(PhD)
Тел: +998 94 151 99 36
<https://orcid.org/0000-0002-4927-2213>



Modern trends in the formation of student dormitory architecture in the context of sustainable urban development

E.V. Shchipacheva¹^a, S.S. Shaumarov¹^b, A.Sh. Uktamov¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The article is devoted to the study of foreign experience of designing modern student dormitories in aspects of creating a self-sufficient environment and functionally convenient space that promotes learning and social interaction of students. The analysis of design solutions allowed to identify modern trends and establish the principles of design of student dormitories for higher educational institutions of the Republic of Uzbekistan, such as: comfort of the internal environment; multifunctionality, providing self-sufficient space; inclusiveness, expressed in the creation of an accessible environment for students with disabilities; technological integration, designed to improve the efficiency of learning and information exchange; architectural expressiveness with the interpretation of elements of the design of student dormitories for higher educational institutions of the Republic of Uzbekistan. The identified trends and designated principles of student dormitories design will contribute to the creation of a comfortable, socially oriented and sustainable environment that can meet the needs of young people and promote their self-development.

Keywords:

dormitory, sustainable urban planning, sustainable architecture, comfortable environment, social interaction

Современные тенденции формирования архитектуры студенческих общежитий в аспекте устойчивого градостроительства

Щипачева Е.В.¹^a, Шаумаров С.С.¹^b, Уктамов А.Ш.¹

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация:

Статья посвящена изучению зарубежного опыта проектирования современных студенческих общежитий в аспектах создания самодостаточной среды и функционально удобного пространства, способствующего учебному и социальному взаимодействию студентов. Анализ проектных решений позволил выявить современные тенденции и установить принципы проектирования студенческих общежитий для высших учебных заведений Республики Узбекистан, такие как: комфортность внутренней среды; многофункциональность, обеспечивающая самодостаточное пространство; инклюзивность, выраженная в создании доступной среды для студентов с ограниченными возможностями; технологическая интеграция, призванная способствовать повышению эффективности обучения и обмена информацией; архитектурная выразительность с интерпретацией элементов национального искусства во внутренней и наружной отделке зданий; энергоэффективность; реализация подходов устойчивого градостроительства. Выявленные тенденции и обозначенные принципы проектирования студенческих общежитий будут способствовать созданию комфортной, социально ориентированной и устойчивой среды, способной удовлетворить запросы молодежи и способствовать их саморазвитию.

Ключевые слова:

общежитие, устойчивое градостроительство, устойчивая архитектура, комфортная среда, социальное взаимодействие

1. Введение

Современные города сталкиваются с множеством проблем, связанных с невозможностью обеспечения безопасных и благоприятных условий для жизнедеятельности человека. В связи с этим, в мировом сообществе формируется новый подход к проектированию зданий и их размещению на территории, получивший название «устойчивое

градостроительство». Основными принципами этого подхода являются:

- повышение многофункциональности застройки с гарантированными радиусами обслуживания объектов социального назначения: детских садов, школ, поликлиник, магазинов первой необходимости, спортивных и игровых площадок и площадок для отдыха населения;

^a <https://orcid.org/0009-0000-0489-445X>

^b <https://orcid.org/0000-0001-8935-7513>



- разработка научно-обоснованной логистической сети, которая обеспечит пропускную способность улиц и дорог за счёт ее увязки с расположением крупных объектов строительства и реальными транспортными потоками;

- адаптация зданий, улиц и зелёных зон к защите города от летней жары и, наоборот, обеспечение поступления света и тепла зимой;

- обоснованность принимаемых высоты зданий и плотности застройки, исходя из климатических и физико-геологических особенностей района строительства.

В конечном результате реализация такого подхода нацелена на уменьшение негативного воздействия на экосистему, удовлетворение базовых потребностей общества, создание комфортных условий для проживания всех групп населения.

Одной из многочисленных и социально значимых групп населения является студенчество. По статистическим данным в Республике Узбекистан эта категория граждан за последние 8 лет увеличилась в численности в 22,2 раза (рис.1) и достигла численности

в 1 миллион 400 тысяч человек [1]. В настоящее время в 208 вузах имеется 338 студенческих общежитий, общая вместимость которых составляет 155156 мест, что значительно меньше требуемой. Существующие здания студенческих общежитий в большинстве случаев не имеют должного уровня комфортности из-за перенаселения, недостаточности в помещениях учебного, досугового и бытового характера, дальности расположения от зданий высших учебных заведений, территориальной ограниченности. Кроме того, планировочные требования действующего нормативного документа [2] далеко не во всех зданиях существующих студенческих общежитий соблюдаются в полной мере, а сами требования были разработаны 20 лет назад. Очень большой проблемой остается проживание семейных студентов, имеющих детей.

В связи с этим, актуальным является установление современных тенденций в проектировании студенческих общежитий, направленных на создание самодостаточной среды и функционально удобного пространства, способствующего учебному и социальному взаимодействию студентов.

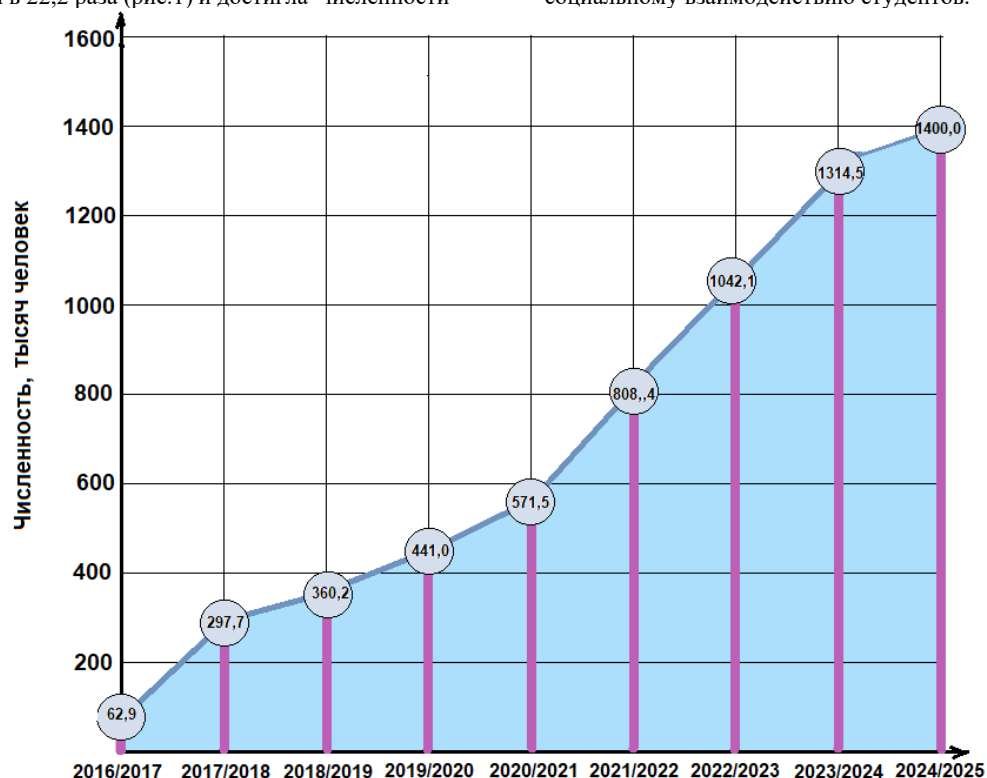


Рис. 1. Численность студентов в высших образовательных организациях Республики Узбекистан на начало учебного года

2. Методология исследования

В исследовании использованы теоретические и практические материалы, посвященные проектированию зданий на основе устойчивой архитектуры и устойчивого градостроительства, содержащие современные требования к обеспечению высокого качества среды жизнедеятельности населения с минимальным воздействием на окружающую природу [3 – 5].

В качестве метода исследований использовался

функционально-композиционный анализ объемно-планировочных проектных решений зданий студенческих общежитий и кампусов.

Чтобы выявить современные тенденции в проектировании студенческих общежитий обратимся к передовому зарубежному опыту.

Зарубежный опыт проектирования студенческих общежитий

В пригороде Копенгагена (Дания) в г. Орестад находится одно из лучших студенческих общежитий –



Tietgen (рис. 2) [6]. Основное семиэтажное здание запроектировано круглым по форме, символизирующим, по мнению архитектора, единство проживающих в нём студентов.

Общежитие рассчитано на комфортное проживание 360 человек. Жилые комнаты достаточно просторные – от 26 – 33 м², если проживает один человек, и 45 м², если комната рассчитана на двоих. В каждой комнате предусмотрено летнее помещение – терраса, собственная ванная и туалет. Общественные

пространства представлены общими залами, кухнями (по одной на каждые 12 жилых комнат) с хозяйственной комнатой, библиотекой, читальным и компьютерным залами для занятий, спортивным комплексом, музыкальными комнатами, общей террасой для отдыха. Внутренний двор общежития представляет собой небольшой парк с зелеными лужайками, деревьями и лавочками. Он является местом отдыха и общения студентов, способствуя созданию и укреплению социальных связей.

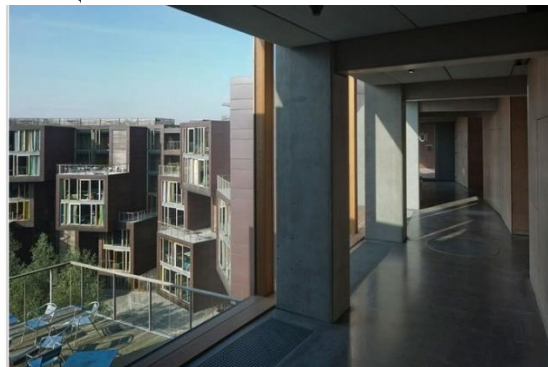


Рис. 2. Общежитие Tietgen (Дания)

Общежитие Массачусетского технологического института **Simmons Hall** (США) было запроектировано с целью создания условий для общения и взаимодействия студентов [7]. Это оригинальное здание образовано тремя крупными кубическими блоками, прорезанными небольшими отверстиями, что придает фасадам эффект пористости и особенный измельченный ритм (рис.3).

Помимо жилых блоков с 350 комнатами, в здании предусмотрены: театр на 125 мест, бассейн, студенческие залы с телевизорами, фитнес-центр, ночное кафе и столовая, которые могут быть использованы и жителями соседних районов.

Огромное количество мелких окон (в каждой жилой комнате 9 окон) обеспечивают инсоляцию и естественную вентиляцию жилых помещений.



Рис. 3. Общежитие Simmons Hall (США)



Рис. 4. Общежитие Galdós в Мадриде (Испания)

Студенческое общежитие **Galdós** в Мадриде (Испания) предназначено для проживания 370 студентов (рис.4) [8].

Комнаты запроектированы в виде отдельных номеров, в которых предусмотрены санузел с душевой и кухня. Номера одно- и двухместные, а также

двухместные мансардные номера с террасой. Из общих помещений предусмотрены учебные комнаты, общие комнаты, музыкальная комната, тренажерный зал, игровая комната, прачечная, ресторан и терраса. На территории расположены спортивные и игровые площадки.



Студенческое общежитие **Grand Morillon** Женевского института международных отношений (Швейцария) рассчитано на 700 студентов (рис.5) [9]. В двух корпусах общежития архитектор предусмотрел, помимо жилых ячеек, различные общественные пространства: общие кухни, прачечные, спортивные залы, ступенчатая библиотека, учебные зоны, кафетерий, магазины и т.п. Во всех одноместных комнатах, площадью 11 м², расположены санузлы с индивидуальным душем и мини-кухни, что делает общежитие чрезвычайно комфортным.

Чтобы избежать общепринятого расположения жилых помещений на верхних этажах, а общественных

– на нижних, и исключить необходимость в постоянном использовании лифта, был предложен «постепенный проход», «вырезанный» в объеме здания. Он позволил студентам добираться до всех общественных помещений, расположенных вдоль него на различных этажах здания. «Постепенный проход» имеет две функции: он ведет на панорамную террасу через восходящую дорожку сбоку здания, и он обеспечивает доступ вдоль маршрута к пространствам, предназначенным для общественных мероприятий, создавая переход между общественным пространством и пространством частного проживания.

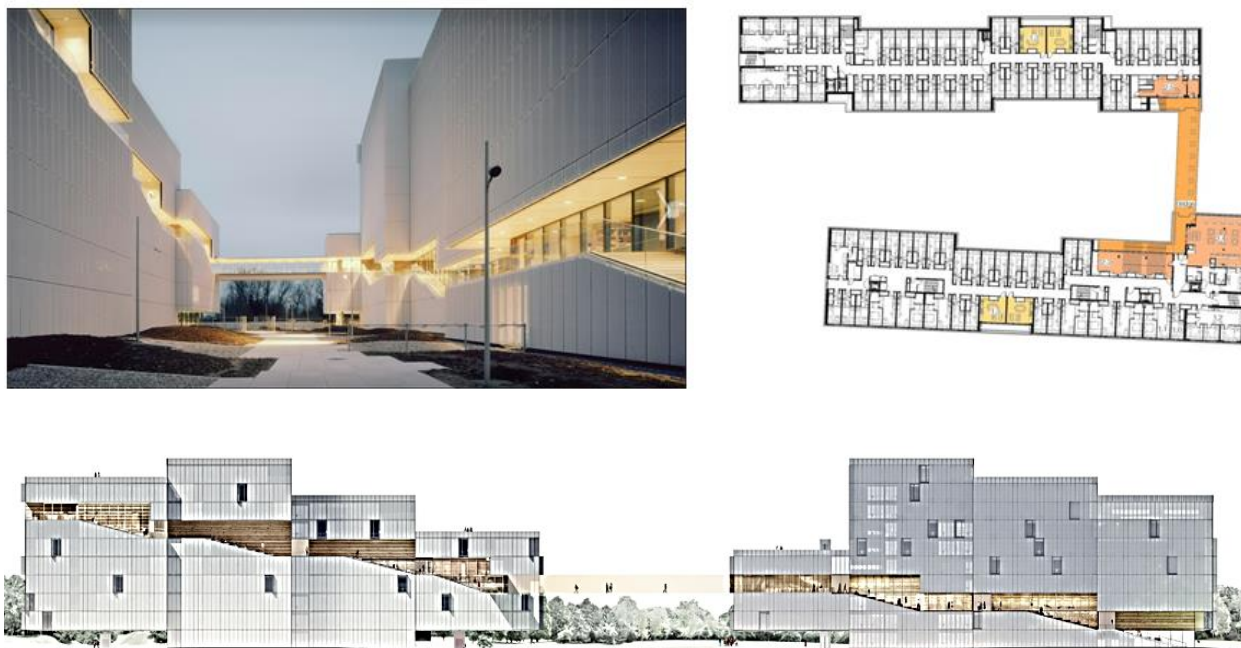


Рис. 5. Общежитие Grand Morillon (Швейцария)

Таким образом, современные зарубежные студенческие общежития демонстрируют разнообразные функционально-планировочные решения, характерной чертой которых является гибкость и открытость композиции, предполагающей дальнейшее расширение и реорганизацию в случае необходимости. В качестве основного критерия комфортности выступает создание личного пространства каждого студента, отражающее его интересы и потребности, способствующее его дальнейшему развитию. Просторные жилые блоки, обеспеченные собственными комнатами для занятий, мини-кухнями и санузлами, дополнены большим набором культурно-бытовых помещений, мест для проведения досуга – спортивных залов, танцплощадок, баров, ресторанов, кафе, кегельбанов и т.п.

3. Результаты и обсуждение

Принципы формирования архитектуры студенческих общежитий для Республики Узбекистан

Из анализа зарубежного опыта проектирования студенческих общежитий, тенденций в мировом градостроительстве и, исходя из климатических и

национальных особенностей Республики Узбекистан, следует, что современная студенческая среда должна быть комфортной, безопасной, функциональной, доступной, энергоэффективной, экологически чистой и соответствовать принципу устойчивого градостроительства.

Были сформулированы основные принципы проектирования студенческих общежитий для высших учебных заведений Республики Узбекистан, которые состоят в ниже следующих положениях.

1. Комфортность.

Комфортность общежития в первую очередь определяется уровнем комфорта жилой ячейки. Жилые комнаты должны быть предназначены для проживания 1 – 2 студентов. В каждой комнате должно быть предусмотрено четкое зонирование на место для сна, место для отдыха, рабочую зону и область складирования вещей. Жилые комнаты должны объединяться в жилые ячейки вместимостью 4 – 6 человек, оборудованные мини-кухней, санитарными узлами, душевыми, комнатой для общения и приёма гостей.

2. Многофункциональность.

Студенческое общежитие должно содержать все необходимые группы помещений, которые обеспечат, наряду с комфортным проживанием, условия для

образования, хозяйственной, социальной, культурной, спортивно-оздоровительной деятельности, досуга и отдыха. Должно быть сформировано такое самостоятельное пространство, которое позволит студентам жить и саморазвиваться, не выходя за пределы студенческого городка. В связи с этим, интересно рассмотреть студенческое общежитие как мини-посёлок, ориентируясь на градостроительные нормы [10]. Это позволит рассчитать требуемые площади магазинов и аптек, вместимость предприятий общественного питания, культуры, спорта, детских дошкольных и медицинских учреждений и т.п.

Многофункциональность студенческого общежития должна быть подчеркнута и благоустройством его территории, основным принципом планировки которой следует признать создание разнообразных мест для культурного досуга и отдыха. Единое пешеходное пространство должно объединять зоны тихого отдыха с беседками, театральные амфитеатры, спортивные площадки, бассейны или водоёмы.

3. Инклюзивность.

В студенческих общежитиях должна быть создана доступная среда для различных категорий студентов: с ограниченными возможностями, семейных пар с детьми. Наличие таких категорий предполагает введение в состав помещений студенческих общежитий в обязательном порядке медицинских пунктов расширенного состава. В жилых ячейках для этих категорий студентов целесообразно предусматривать индивидуальные постирочные-сушильни.

4. Технологическая интеграция.

Внедрение современных технологий, таких как бесплатный Wi-Fi, мультимедийные студии, интерактивные информационные сенсорные панели и цифровые библиотеки, будет способствовать повышению эффективности обучения и обмена информацией.

5. Архитектурная выразительность.

Здания студенческих общежитий должны иметь современный красивый дизайн и хорошую визуальную обстановку. Ускорению социальной адаптации студентов будет способствовать интерпретация элементов национального искусства во внутренней и наружной отделке зданий.

6. Реализация принципов устойчивого градостроительства.

Студенческие общежития должны размещаться на общей территории с высшими учебными заведениями, что обеспечит возможность создания самостоятельного и социального пространства с комфортной и безопасной внутренней средой для учебы и проживания, общения, отдыха, занятия спортом, совместной научно-исследовательской и творческой деятельности. При этом создается обособленная от города среда, которую более удобно контролировать, обеспечивая общественную безопасность.

Кроме того, такой подход позволит уменьшить пассажиропоток и количество личных автомобилей на улицах городов в утренние часы и после завершения учебных занятий.

7. Реализация принципов устойчивой архитектуры.

Здания студенческих общежитий должны быть сейсмостойкими и долговечными. Реализовать оба этих требования наиболее просто при использовании

каркасной конструктивной системы, позволяющей изменять планировочное решение зданий в зависимости от веяний времени (гибкая планировочная система), а при реализации рамно-связевой и связевой схем значительно снизить усилия в конструктивных элементах.

При проектировании следует ориентироваться на максимальное использование экологически чистых и энергоэффективных материалов, формированию синтеза архитектуры зданий и природной среды. В жарком климатическом районе целесообразно предусматривать поверхности с вертикальным озеленением, зеленые террасы на крышах, внутренние сады. Наряду с традиционными системами климатизации, необходимо применять солнечные батареи и панели, ветрогенераторы, тепловые насосы, согласно эффективности их применения в конкретном районе строительства [11].

4. Заключение

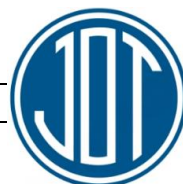
Универсальная модель студенческого общежития должна формироваться на основе комплексного исследования взглядов молодежи на комфортность и привлекательность среды обитания, с учётом требований нормативных документов по вопросам конструктивной и санитарной безопасности, энергоэффективности и экологичности.

Правильное проектирование может значительно повысить качество жизни студентов, улучшить их восприятие принципов устойчивого социального поведения и быта.

Здания студенческих общежитий должны стать примером инновационного подхода к архитектуре и использованию новейших технологий

Использованная литература / References

- [1] <https://stat.uz/img/2023-olij-talim-ruscha.pdf>
- [2] ШНК 2.08.01-05 Жилые здания/ Госархитектстрой РУз – Ташкент, 2005, 61 с.
- [3] Табунщиков Ю.А. Основы формирования экологически устойчивой среды обитания человека // Энергосбережение. 2023. № 3. С. 1-13 [Tabunshchikov Yu.A. Fundamentals of the formation of an ecologically sustainable human habitat // Energy saving. 2023. Iss. 3. P. 1-13]
- [4] Павлова В.А., Голошубин В.С. Экологические технологии в проектировании современных университетских кампусов [Электронный ресурс] // AMIT. 2017. №1 (38). https://marhi.ru/AMIT/2017/1kvart17/PDF/28_AMIT_38_PAVLOVA_GOLOSHUBIN_PDF.pdf [Pavlova V.A., Goloshubin V.S. Environmental technologies in the design of modern university campuses [Electronic resource] // AMIT. 2017. Iss. 1 (38)]
- [5] Каргин Н.В., Короткова С.Г. Формирование архитектурной среды студенческих кампусов в контексте устойчивого развития// Известия КГАСУ, 2024, № 3 (69) - С. 204 – 215.



[6] Tietgen Dormitory / Lundgaard & Tranberg Architects. Режим доступа: <https://www.archdaily.com/474237/tietgen-dormitory-lundgaard-and-tranberg-architects>

[7] Simmons Hall at MIT/ Steven Holl. Режим доступа: <https://www.archdaily.com/65172/simmons-hall-at-mit-steven-holl>

[8] TSHC - Residencia Galdós, Madrid. Режим доступа: <https://www.accommodationengine.co.uk/accommodations/spain/madrid/tshc-residencia-galdos>

[9] Grand morillon student residence. Режим доступа: <https://www.archdaily.com/977354/grand-morillon-student-residence-kengo-kuma-and-associates-plus-cche>

[10] ШНК 2.07.01 – 03* «Градостроительство. Планирование развития застройки территорий городских и сельских населенных пунктов» –Ташкент: Госкомархитектстрой РУз – 2009

[11] Щипачева Е.В., Шарипова Д.Т. Применение системного анализа при оценке энергетических возможностей климата Узбекистана [Текст] // Материалы международной научно-практической конференции - Инновация-2017 / - Ташкент, 2017 С. 127-128. В Узбекистане создали программу по развитию института махалли <http://asiatv.kg/2019/05/23>.

Информация об авторах/ Information about the authors

Щипачева Елена Владимировна / Shchipacheva Elena Vladimirovna Ташкентский государственный транспортный университет, д.т.н., профессор кафедры “Строительство зданий и промышленных сооружений”

E-mail: eshipacheva@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0000-0489-445X>

Шаумаров Саид Санатович / Shaumarov Said Sanatovich Ташкентский государственный транспортный университет, д.т.н., профессор, проректор по научной работе и инновациям

E-mail: shoumarovss@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8935-7513>

Уктамов Аббосбек Шерзод угли / Uktamov Abbosbek Ташкентский государственный транспортный университет, студент 4 курса
e-mail: abbosuktamov527@gmail.com



Selection of constructive, technological and organizational solutions for strengthening railway track slopes

Sh.A. Tadjibaev¹^a, N.I. Begmatov¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

This article describes the options for strengthening the slopes of flooded railway tracks, including the installation of reliable supports in the lower part of the embankment and the installation of a geogrid in the area adjacent to the roadbed, as well as the use of combined technologies with various filling materials in the flooded area and the upper part of the road.

It also discusses solutions for strengthening non-flooded railway bed slopes, and for slopes greater than three meters high, it recommends extending the geogrid from the edge of the slope to the roadside, as well as ways to simultaneously strengthen the road slope.

It also discusses solutions for reinforcing non-floodable railway bed slopes, and for slopes greater than three meters high, it recommends extending the geogrid from the edge of the slope to the roadside, as well as ways to simultaneously reinforce the road slope.

Methods for selecting the type of reinforcement structure for embankments of the earthen embankment, taking into account the availability of local materials for reinforcement work, the physical and mechanical properties of the embankment soil and the soil of the embankment base, weather and climatic conditions, the hydrological regime of water rise, and geometric parameters (height, slope ratio) are presented.

Keywords:

roadbed, constructions, slope strengthening, geosynthetic materials, assessment, technological scheme, solution, method, soil, geofence, module, lifting, non-woven materials, protective layer

Temir yo‘l yer polotnosi qiyaliklarini mustahkamlashning konstruktiv-texnologik va tashkiliy yechimlarini tanlash

Tadjibayev Sh.A.¹^a, Begmatov N.I.¹^b

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya:

Ushbu maqolada suv bosadigan temir yo‘l yer polotnosi qiyaliklarini mustahkamlash variantlari ko‘tarmaning pastki qismida ishonchli tirgaklarni o‘rnatish va yo‘l yoqasiga tutash hududda geopanjara mahkamlash, shuningdek geopanjara ostida noto‘qima geotekstil materiallaridan tayyorlangan himoya qatlamini hosil qilish, suv bosadigan hududda va yo‘l yuqori qismini turli xil to‘ldirgich materiallar bilan kombinatsiyalangan texnologiyalarni qo‘llash usullari yoritilgan.

Shuningdek suv bosmaydigan temir yo‘l yer polotnosi qiyaliklarini mustahkamlashda yechim qabul qilish, balandligi uch metr dan katta qiyaliklarda esa geopanjara qiyalik chekkasidan yo‘l yoqasiga chiqarib tashlash bo‘yicha tavsiyalar, shuningdek bir vaqtning o‘zida yo‘l qiyaligini mustahkamlash yo‘llari yoritilgan.

Yer polotnosi qiyaliklarini mustahkamlash konstruksiyasining turi mustahkamlash ishlari uchun mahalliy materiallar mavjudligini hisobga olgan holda, ko‘tarma (o‘yma) qiyaligi gruntning fizik-mexanik xususiyatlariga va ko‘tarma (o‘yma) asosining gruntiga, ob-havo va iqlim sharoitlariga, suv ko‘tarilishining gidrologik rejimiga, geometrik parametrlari (balandligi, qiyalik joylashish nisbati kattaligi)ga qarab tanlash usullari keltirilgan.

Kalit so‘zlar:

yer polotnosi, konstruksiyalar, qiyaliklarni mustahkamlash, geosintetik materiallar, baholash, texnologik sxema, yechim, usul, grunt, geopanjara, modul, ko‘tarma, noto‘qima materiallar, himoya qatlami

1. Kirish

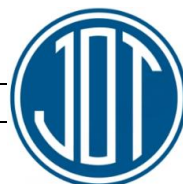
Poyezdlar harakati havfsizligini ta‘minlashda temir yo‘l yer polotnosi qiyaliklarini mustahkamlashga asosiy e‘tibor qaratiladi. Temir yo‘l yer polotnosi qiyaliklarini mustahkamlashning konstruktiv-texnologik yechimlarini tanlashda har bir konstruksiyaning o‘ziga xos xususiyatlari hisobga olinadi. Konstruktiv yechimlarni tanlashda

an‘anaviy yechimlarni o‘z ichiga oluvchi variantlarni texnik-iqtisodiy taqqoslash asosida bajariladi.

Rivojlangan mamlakatlarning tajribalarini o‘rganish shuni ko‘rsatadiki, temir yo‘l yer polotnosi ko‘tarma qiyalikliklari ustuvorligini oshirishning eng samarali usuli, uni geosintetik materiallar bilan mustahkamlash hisoblanadi. Shuningdek barxan qumlaridan barpo qilingan ko‘tarma

^a <https://orcid.org/0000-0001-9748-2568>

^b <https://orcid.org/0000-0002-0151-7218>



qiyaliklari mustahkamligini oshirishda geosintetik materiallarni qo'llash yaxshi natija beradi [1].

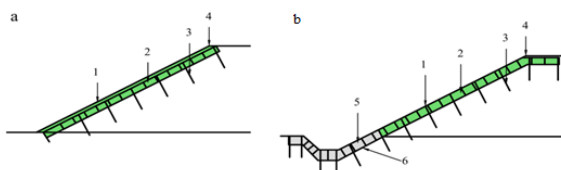
2. Tadqiqot metodologiyasi

Temir yo'l yer polotnosi qiyaliklarini geosintetik materiallarni qo'llagan holda mustahkamlash texnologiyasi

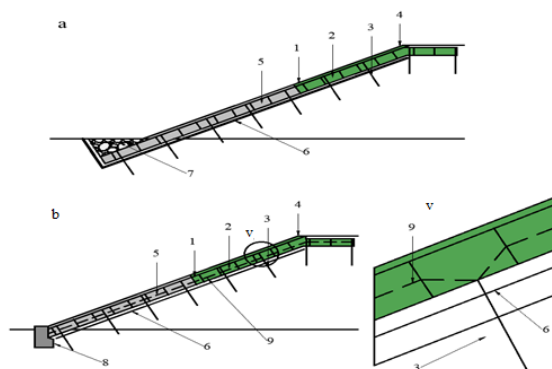
Temir yo'l yer polotnosi qiyaliklarini mustahkamlovchi konstruksiyalarning eng samarali usullardan biri geopanjalar bo'lib bu materiallarni qo'llashda texnik jihatdan samarasi hisobga olinadi, xususan:

- modullardan paket ko'rinishiga keltirgan holda foydalanish hisobidan yuqori texnologik va kam material sarfi yechimlari, modomiki ishchi holatdagi modul hajmi paket ko'rinishidan bir necha barobar katta bo'ladi;
- geopanjara turli variantlaridan, shu jumladan ularni to'ldirish variantlari, mahalliy grunt va materiallardan foydalanish hisobidan yuqori universallik yechimlar;
- zavodda tayyorlangan materiallardan foydalanish hisobiga bajariladigan ishlar sifati, ishlash imkoniyati va ishonchlikni oshirish bo'yicha yechimlar;
- bevosita geopanjalar ostiga yotqizilgan noto'qima geotekstil materiallarini geopanjalar bilan birgalikda ishlatganda, ushbu materiallar uchun texnik reglament hujjatlari bilan kiritilgan xususiyatlar bo'yicha tavsiyalarga amal qilish kerak. Bunday texnik reglament hujjatlari bo'lmasa, suv o'tkazuvchanligini tanlash tavsiya etiladi (filtrlash koeffitsienti kuniga 10 mdan kam bo'lmagan) [2,4].

Qiyalikni mustahkamlash konstruksiyasining turi mustahkamlash ishlari uchun mahalliy materiallar mavjudligini hisobga olgan holda, ko'tarma (o'yama) qiyaligi gruntining fizik-mexanik xususiyatlariga va ko'tarma (o'yama) asosining gruntiga, ob-havo va iqlim sharoitlariga, suv ko'tarilishining gidrologik rejimiga, geometrik parametrlari (balandligi, qiyalik joylashish nisbati kattaligi)ga qarab tanlanishi kerak. Ko'tarma qiyaligini mustahkamlash konstruksiyasi tuzilishini tanlashda mavjud hujjatlar [2,3,6] qoidalariga amal qilish kerak. Konstruktiv yechimlarning asosiy variantlari 1 va 2- rasmlarda keltirilgan.



1 – rasm. Suv bosmaydigan qiyaliklarini mustahkamlashning konstruktiv yechimlari asosiy variantlari: 1. geopanjara, 2. mahalliy grunt va boshq., 3. anker, 4. himoya qatlami (3-5 sm), 5. ariq(kyuvet)dagi geopanjara to'ldirish (mustahkamlovchi grunt, beton qorishmasi va boshq.), 6. noto'qima geotekstil materialdan iborat himoya qatlami



2 – rasm. Suv bosadigan qiyaliklarini mustahkamlashning konstruktiv yechimlari asosiy variantlari: 1. geopanjara, 2. mahalliy grunt, 3. anker, 4. himoya qatlami (3-5 sm), 5. mustahkamlovchi grunt, beton qorishmasi va boshq., 6. noto'qima geotekstil materialdan iborat himoya qatlami. 7. tosh bilan to'ldirish, 8. beton tayanch, 9. polimer tros

Mustahkamlashning konstruksiyasini tanlashda quyidagi umumiy qoidalarga amal qilinadi:

- panjarani montaj qilish va mustahkamlash uchun ankerlar qo'llaniladi;
- texnologiya bo'yicha ankerlarning minimal (standart) soni va joylashishi (ankerni o'rnatish) ularni modulning boshi va oxiridagi har bir chekka katakchasiga cho'zish yo'nalishi bo'yicha, chekka katak orqali qarama-qarshi yo'nalishda modul maydoni bo'ylab teng nisbatda har 1,0 - 1,2 m dan keyin o'rnatiladi. Suv bosmaydigan ko'tarma qiyaligining balandligi 6 m dan ortiq va qiyaligi 1:1,75 nisbatdan tik bo'lsa, shuningdek, suv bosadigan qiyaliklarni mustahkamlashda ankerlar sonini belgilangan me'yordan oshirish, maydon bo'ylab taqsimlangan ankerlar orasidagi masofasini 0,6-0,8 m gacha qisqartirish tavsiya etiladi. Geopanjara balandligi 75-100 mm bo'lganda ankerlar uzunligi kamida 0,60-0,65 m gacha va geopanjara balandligi 150-200 mm bo'lganda esa ankerlar uzunligi 0,85-0,90 m (suv bosadigan qiyaliklar uchun uchun - kamida 1,0-1,2 m) bo'lishi kerak;
- qiyalik sirtidagi geopanjara qo'shimcha mahkamlash yuqori qismdagi qiyalik chekkasidan tashqariga geopanjara chiqarib tashlash bilan va pastki qismda tirgak hosil qilish yo'li bilan amalga oshirilib, bu barcha holatlarda suv bosadigan qiyaliklar uchun va ba'zi holatlarda suv bosmaydigan qiyaliklar uchun ham tavsiya etiladi;
- murakkab grunt-gidrogeologik sharoitlarda geopanjara ostida geotekstil (noto'qima) materiallardan tayyorlangan himoya qatlamini (teskari filtr) hosil qilish tavsiya etiladi. Bunday qatlamni hosil qilish suv bosadigan qiyaliklarni mustahkamlashda, shuningdek nam o'ymalarda asta-sekin nurovchi suv gorizontali mavjud bo'lganda, oson yuviluvchan, noustuvor gruntlardan barpo etilgan suv bosmaydigan qiyaliklarni mustahkamlashda ham zarur hisoblanadi;
- suv bosadigan qiyaliklarni mustahkamlash bo'yicha ko'rsatilgan konstruktiv yechimlar mos ravishdagi gidravlik hisob-kitoblarga asoslangan bo'lishi lozim. Hisoblash metodikasini hisobga olgan holda, suv bosmaydigan qiyaliklar uchun konstruktiv yechimlarini aniqlashtirish tavsiya etiladi [2,3,5].

Balandligi uch metr gacha bo'lgan suv bosmaydigan qiyaliklarni mustahkamlashda 1a - rasmda keltirilgan yechim qabul qilinadi. Balandligi uch metrdan katta qiyaliklarda esa 2b - rasmda ko'rsatilganidek geopanjarani qiyalik chekkasidan yo'l yoqasiga chiqarib tashlash tavsiya qilinadi, shuningdek bir vaqtning o'zida yo'l chekkasini mustahkamlashga ham erishiladi. Mustaqil yechim sifatida yo'l yoqasining chekka va to'xtab turuvchi yo'laklarini, ta'mirlash ishlarini olib borishda yo'l yoqasining eroziyal deformatsiyasi yuzaga kelgan holatda mustahkamlash maqsadga muvofiqdir. Agar kuyvetlarni qurish ko'zda tutilgan bo'lsa, 2b rasmda keltirilgandek ularni qiyaliklarni mustahkamlash bilan bir vaqtda mustahkamlashning maqsadga muvofiqligini ko'rib chiqish lozim bo'ladi. Qo'llanilayotgan geopanjaralarning parametrlarini [2,3,7] da keltirilgan hisob-kitoblarni e'tiborga olgan holda aniqlashtirish mumkin.

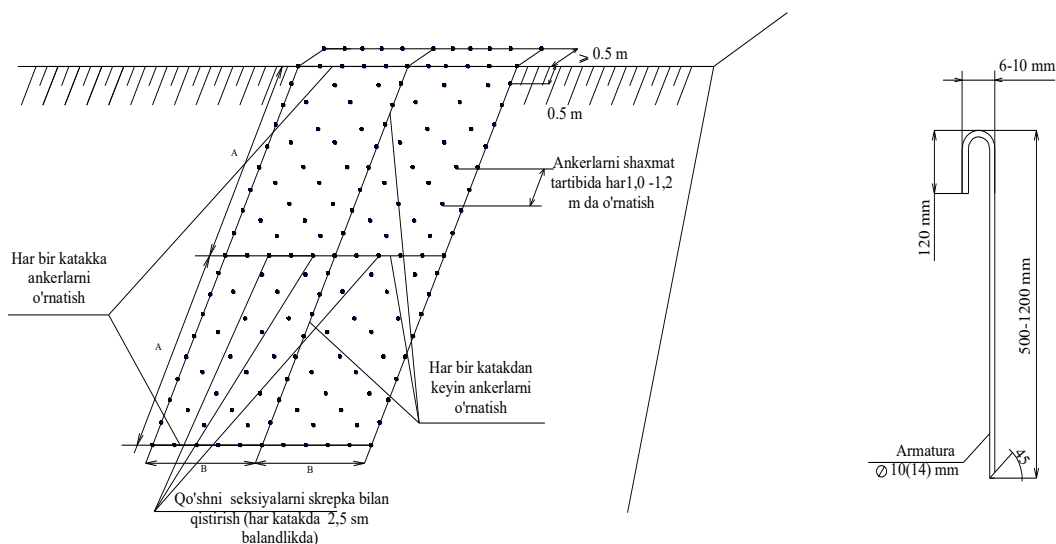
Suv bosadigan qiyaliklarni mustahkamlash variantlari 2-rasmda keltirilgan. Bu holatda ko'tarmaning pastki qismida ishonchli tirgaklarni o'rnatish va yo'l yoqasiga tutash hududda geopanjarani mahkamlash, shuningdek geopanjar ostida noto'qima geotekstil materiallaridan tayyorlangan himoya qatlamini yaratish zarur hisoblanadi. Geopanjarani mustahkamlashning qo'shimcha elementi bo'lib trosli mahkamlash qurilmasi xizmat qilishi mumkin – polimer tros geopanjar katakchalari devorlaridagi maxsus o'rnatilgan tirqishlar orqali o'tkaziladi va katakcha ichidagi qiyalik

gruntlari yuzasiga qo'shimcha ankerlar yordamida tortib mahkamlanadi (odatda xar 3-4 katakda). Suv bosgan hududda va uning ustida turli hil to'ldirgich materiallar bilan kombinatsiyalangan mustahkamlashni qo'llash maqsadga muvofiqdir. Ushbu holatda 150 mm dan 200 mm gacha balandlikka ega, katakchalarining o'lchami 200 mm dan 260 mm gacha bo'lgan geopanjaralar qo'llaniladi [8,9].

Geopanjaralarni qo'llashda ishlarni bajarishning o'ziga xos xususiyatlari asosni tayyorlash, geopanjarani o'rnatish, geopanjar katakchalarini to'ldirish, kompozit qatlamni shakllantirish bilan bog'liq bo'ladi.

Geopanjarani asosga o'rnatish va mustahkamlash uchun armaturadan tayyorlangan ankerlar yoki maxsus plastik ankerlar qo'llaniladi. Qiyaliklarni mustahkamlashda ankerlar bir vaqtning o'zida yuk ko'tarish, siljish deformatsiyalariga qarshilik ko'rsatish vazifalarini bajaradi va zarur holatlarda qo'shimcha yuk ko'taruvchi ankerlarni o'rnatish ko'zda tutiladi. Tavsiya etilayotgan standart joylashtirish va ankerlarning parametrlari 3-rasmda keltirilgan.

Qiyaliklarni mustahkamlashda o'tkazilgan belgilar chegarasini hisobga olgan holda modul kengligi bo'yicha boshida va oxirida 15-20 sm chuqurlikgacha ankerlar qoqiladi. Modul uzunligi bo'yicha ham chekka katakchalarga 15-20 sm chuqurlikgacha ankerlar qoqiladi [3,10].



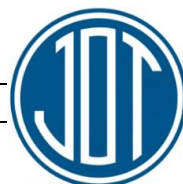
3 – rasmda. Qiyaliklarini mustahkamlashda geopanjarani yotqizish va mustahkamlashning namunaviy sxemasi.

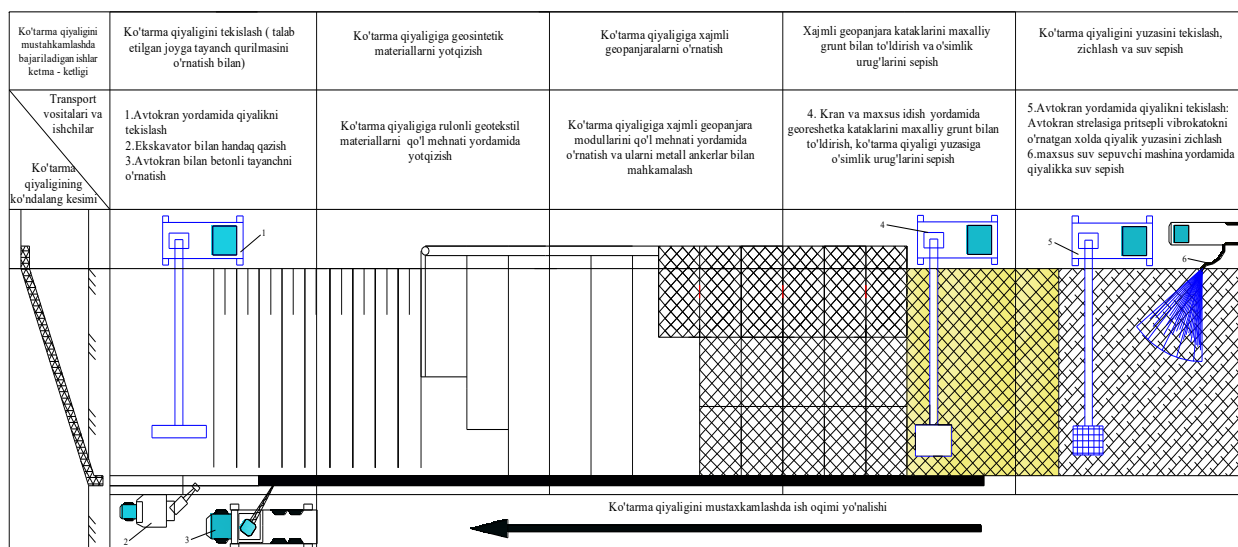
A – karkas uzunligi (cho'zilish yo'nalishi), B – karkas kengligi

Yuza bo'ylab teng taqsimlangan ankerlar o'rnatiladi. Analogik tarzda qo'shni modul o'rnatiladi, shundan so'ng ularni qo'shni katakchalarini birlashtirgan holda modullar chegarasida ankerlar oxirigacha qoqiladi. Qo'shni modullarni birlashtirish bir nechta joyda katakcha balandligi bo'yicha har 2,5 sm da stepler yordamida amalga oshiriladi. Agar trosli yordamida qo'shimcha mahkamlash ko'zda tutilgan bo'lsa, geopanjarani cho'zishdan avval uning

devorlaridagi tirqishlar orqali polimer trosli uzatiladi, so'ngra geopanjar tortiladi, ankerlar bilan mahkamlanadi, tros esa har 3-4 katakchada ankerlar bilan asosga mahkamlanadi [3,10].

Geosintetik materiallar ishlarni bajarishning texnologik sxemasiga muvofiq jarayonlarni bajargan holda tayyor qatlam yoki o'simlik grundi qatlami bo'ylab yotqiziladi (4-rasm).





4 – rasm. Geosintetik materiallar bilan qiyalikni mustahkamlashning texnologik sxemasi

Yer polotnosi qiyaqlarini mustahkamlashning konstruktiv-texnologik yechimlarni baholash

Ish jaryonida yer polotnosining texnologik ishonchliligi bilan texnologik jarayonning tashkil etilishi o'zaro aloqasi monitoringi hisobiga amalga oshiriladi, uning tarkibi va davriyligi ish sharoitlarining o'zgarish dinamikasi bilan belgilanadi. Parametrlarning o'zaro bog'lanish algoritmining kompleks tavsifi hisob – kitobiga asoslangan holda T- yer polotnosini barpo etish va yo'l yuqori qismini yotqizish bilan birgalikda yer polotnosini topshirish muddati quyidagi formula orqali topiladi:

$$T = \frac{\sum V_{ij}}{N_i \cdot P_{ij} \cdot F_j} \cdot f_i(V_{ij}, \theta) \cdot F_l(G) \quad (1)$$

bunda V_{ij} – i - ijrochining j - uchastkadagi ish hajmi;
 N_i – uchastkadagi ijrochilar soni (mashina, majmuadagi brigada);

P_{ij}, F_j – mashinaning ish vaqti fondi va samaradorligi;
 θ – grunt xususiyatlari;
 G – texnologik xususiyatlar.

Turli qurilish materiallari bilan o'zaro faoliyat shakli va bajariladigan funksiyaga bog'liq holda qo'llanadigan geosintetik material turi tanlanadi. Qurilish hududi sharoitini aniqlashda, ob-havo iqlim, muhandislik-geologik, gidrologik ko'rsatkich hamda xususiyatlar majmuasidan foydalaniladi.

Geosintetik materialning zarur fizik-mexanik xususiyatlarini aniqlash muhandislik hisob-kitoblari asosida amalga oshiriladi.

3. Xulosa

1. Taklif etilayotgan konstruksiya texnologiyasi shamol uchirib ketmaydigan grunt bo'lmagan joylardagi mavjud temir yo'l yer polotnosini kengaytirish va yangilarini qurishda maqsadga muvofiq hisoblanadi. Temir yo'l yer polotnosi qiyaligini mustahkamlash bo'yicha taklif qilinayotgan konstruksiya uning barqarorligi va ustuvorligini ta'minlaydi.

2. Geosintetik materiallarni qo'llagan holda qiyalikni mustahkamlash ishlari temir yo'l yer polotnosida gruntning fizik - mexanik xususiyatlari, gidrologik, iqlim sharoitlarini

hisobga olgan holda amaldagi me'yoriy-texnik hujjatlarga muvofiq bajariladi.

3. Davriy ravishda temir yo'l yer polotnosi qiyaliklarini monitoring o'tkazish yo'li bilan geosintetik materiallar bilan mustahkamlangan konstruksiyaning ishlash imkoniyatini o'rganish mumkin.

4. Temir yo'l yer polotnosi konstruksiyasini mustahkamlashda geosintetik materiallarni joriy etish uning foydalanish jarayonida ishonchliligini ta'minlaydi va harajatlarni kamaytiradi. Ma'lum sharoitlarda yer ishlari hajmini, mehnat sarfi, energiya sarfi va qurilish harajatlarini kamaytirishga imkon beradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Lesov K.S., Tadjibayev Sh.A. Qumli gruntlardan barpo qilingan temir yo'l yer polotnosi ustuvorligini oshirishda zamonaviy innovatsion texnologiyalarni qo'llash. "Arxitektura, qurilish va dizayn" ilmiy – amaliy jurnal. Toshkent. TAQU. maxsus son №2 2023 y. 212-215 b.

[2] ODM 218.3.032-2013 Методические рекомендации по усилению конструктивных элементов автомобильных дорог пространственными георешетками (геосотами).

[3] Лесов К.С., Мавланов А.Х., Таджибаев Ш.А., Кенжалиев М.К. Технология укрепления откосов земляного полотна железных дорог из песчаных грунтов георешетками. "Архитектура. Строительство. Дизайн" научно-технический журнал. № 3-4, 2020, Ташкент, ТАСИ, С.208-214.

[4] Лесов К.С., Таджибаев Ш.А., Кенжалиев М.К. Технология укрепление откосов земляного полотна железных дорог из песчаных грунтов с применением геосинтетических материалов. Проблема архитектуры и строительства (научно-технический журнал) Самарканд, СамГАСИ 2019 г., №4 С.15-18.

[5] Лесов К.С., Таджибаев Ш.А., Кенжалиев М.К., Хамидов М.К. Конструктивно-технологические решения по сооружению земляного полотна железных дорог из барханных песков. Научный журнал



«Интернаука», Москва, №40 (263), ноябрь 2022 г, С 61-64

[6] ODM 218.5.003-2010 «Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог» от 01 февраля 2010 г. №71-р.

[7] Руководство по применению полимерных материалов для усиления земляного полотна при ремонте пути /МПС России. М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. -110с.

[8] Лесов К.С., Таджибаев Ш.А., Кенжалиев М.К., Технология производства работ с применением геосинтетических материалов. Научные труды республиканской научно-технической конференции с участием зарубежных ученых «Ресурсосберегающие технологии на транспорте». – Ташкент.: ТГТУ, 2021г.18-19 декабря. С. 187-193.

[9] Лесов К.С., Таджибаев Ш.А., Кенжалиев М.К., Экспериментальные исследования с применением перспективных способов укрепления откосов земляного полотна. XIX международная научно-

техническая конференция. Чтения, посвящая памяти профессора Г.М.Шахунянца. – Москва.: РУТ (МИИТ), 2022г. 8 - 9 ноября.

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

Tadjibayev Sherzod Amirkulovich	Toshkent davlat transport universiteti "Temir yo'l muhandisligi" kafedrasida dotsenti (PhD)
---------------------------------------	---

E-mail: sherzod140585@mail.ru

Tel.: +99893 293 51 20

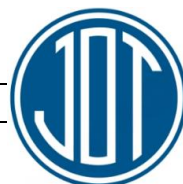
<https://orcid.org/0000-0001-9748-2568>

Begmatov Nodir Ismoilovich	Toshkent davlat transport universiteti "Temir yo'l muhandisligi" kafedrasida dotsenti (PhD)
----------------------------------	---

E-mail: nodir.begmatov.89@mail.ru

Tel.: +99 890 939 35 58

<https://orcid.org/0000-0002-0151-7218>



Excitation of a micro hydroelectric power plant asynchronous generator through capacitor elements and adjustment of the output voltage

A.P. Akhmedov¹^a, S.Y. Mahamadjonov²^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Andijan Machine-building Institute, Andijan, Uzbekistan

Abstract: This article studies the methods of excitation of a micro-hydroelectric power plant asynchronous generator through capacitor elements and adjustment of the output voltage. The self-excitation process of asynchronous generators and the influence of capacitor capacitance on their output parameters were analyzed. According to the results of the study, it was found that an increase in capacitance leads to an increase in the output voltage and power of the generator. In addition, the output voltage and current oscillograms, as well as the relationship between capacitor capacitance and output parameters, were analyzed using graphs and tables. The results obtained serve as the basis for the effective use of asynchronous generators in micro-hydroelectric power plants.

Keywords: Asynchronous generator, micro hydroelectric power plant, capacitor capacity, self-excitation, output voltage, output current, energy systems, adjustment methods, static operating mode.

Mikro GES asinxron generatorini kondensator elementlari orqali qo'zg'atish va chiqish kuchlanishini rostdlash

Axmedov A.P.¹^a, Mahamadjonov S.Y.²^b

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

²Andijan Machine-building Institute, Andijan, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada mikro GES asinxron generatorining kondensator elementlari orqali qo'zg'atilishi va chiqish kuchlanishini rostdlash usullari o'rganildi. Asinxron generatorlarning o'z-o'zini qo'zg'atish jarayoni va ularning chiqish parametrlariga kondensator sig'imi ta'siri tahlil qilindi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, sig'imning oshishi generatorning chiqish kuchlanishi va quvvati oshishiga olib kelishi aniqlandi. Bundan tashqari, chiqish kuchlanishi va toki ossillogrammalari, shuningdek, kondensator sig'imi va chiqish parametrlarining o'zaro bog'liqligi grafik va jadvallar yordamida tahlil qilindi. Olingan natijalar asinxron generatorlarning mikro GESlarda samarali qo'llanilishiga asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Asinxron generator, mikro GES, kondensator sig'imi, o'z-o'zini qo'zg'atish, chiqish kuchlanishi, chiqish toki, energiya tizimlari, rostdlash usullari, statik ish rejimi.

1. Kirish

Bugungi kunda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan samarali foydalanish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Energetika sohasida barqaror rivojlanish va atrof-muhitga ta'sirni kamaytirish bo'yicha global tendensiyalar kuzatilmoqda. Ushbu jarayon doirasida gidroenergetika, xususan, kichik gidroelektr stansiyalar (mikro GES) keng ko'lamda tatbiq etilmoqda. Mikro GESlar kichik quvvatli gidroenergetik tizimlar bo'lib, asosan tog'li va qishloq hududlarida mustaqil energiya manbai sifatida ishlatiladi. Ular elektr tarmoqlariga ulanmagan yoki tarmoq ta'minoti barqaror bo'lmagan hududlar uchun samarali yechim hisoblanadi.[1]

Mikro GESlarning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat:

Ekologik tozaligi – Issiqlik elektr stansiyalaridan farqli ravishda atmosferaga zararli gazlar chiqarilmaydi.

Energiya manbaining tiklanishi – Suv oqimi uzluksiz bo'lib, qayta tiklanuvchi energiya manbasi hisoblanadi.

Mustaqil energiya ta'minoti – Tarmoqdan uzilgan hududlar uchun elektr energiyasi ishlab chiqarish imkonini beradi.

Uzoq muddatli ishlash – To'g'ri ekspluatatsiya qilinganda mikro GESlar 30-50 yilgacha samarali ishlashi mumkin.[2]

Biroq, mikro GESlarning elektr energiyasini ishlab chiqarish jarayonida turli muammolar yuzaga kelishi mumkin. Ayniqsa, elektr energiyasi ishlab chiqarishda ishlatiladigan asinxron generatorlarning o'z-o'zini qo'zg'atish qobiliyatining yo'qligi va chiqish kuchlanishini samarali boshqarish zarurati muhim masalalardan biridir. Asinxron generatorlarning yuqori ishonchligi va kam texnik xizmat talab qilishi ularni mikro GESlar uchun ideal variantga aylantiradi, ammo ularning samarali ishlashi uchun qo'shimcha elementlar, masalan, kondensatorlar orqali qo'zg'atish talab qilinadi. Asinxron generatorlarning

^a <https://orcid.org/0009-0006-9967-8533>

^b <https://orcid.org/0009-0008-3336-7016>



ishlash samaradorligini oshirish va chiqish kuchlanishini barqarorlashtirish bo'yicha turli tadqiqotlar olib borilgan. Ilmiy tadqiqotlarda asinxron generatorlarni kondensatorlar orqali qo'zg'atish usullari keng ko'rib chiqilmoqda. Kondensatorlar yordamida qo'zg'atish generatorning o'z-o'zini qo'zg'atish jarayonini ta'minlaydi va chiqish kuchlanishini kerakli darajada ushlab turishga yordam beradi. Shu sababli, ushbu tadqiqot mikro GES asinxron generatorlarining kondensator elementlari orqali qo'zg'atilishi va chiqish kuchlanishini rostdash usullarini o'rganishga qaratilgan.

Ushbu maqolaning maqsadi – asinxron generatorlarning kondensatorlar orqali qo'zg'atilishi va chiqish kuchlanishining boshqarilishini modellashtirish hamda bu usulning samaradorligini ilmiy jihatdan asoslashdir. Tadqiqot davomida matematik modellashtirish, eksperimental sinovlar va MATLAB dasturiy muhitida simulyatsiyalar amalga oshiriladi.[4]

2. Tadqiqot metodikasi

Mikro GES asinxron generatorining ishlashini baholash uchun nazariy va eksperimental tadqiqotlar olib borildi. Tadqiqot quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

Matematik model – Asinxron generatorning elektr va elektromagnit jarayonlarini tavsiflash uchun matematik model ishlab chiqildi.

Modellashtirish – Kondensator elementlari yordamida generatorni qo'zg'atish jarayoni modellashtirildi.

Simulyatsiya – MATLAB dasturiy ta'minotidan foydalanib, tizimning dinamik ishlashi simulyatsiya qilindi.

Eksperimental tahlil – Generatorning turli yuklama sharoitlarida chiqish kuchlanishi va quvvat parametrlari o'rganildi. Asinxron generatorning qo'zg'atish jarayoni quyidagi differensial tenglamalar bilan tavsiflanadi:

$$U_s = (R_s + jX_s)I_s + E_s \quad (1)$$

$$U_r = (R_r + jX_r)I_r + E_r \quad (2)$$

bu yerda: U_s , U_r – stator va rotor kuchlanishlari, I_s , I_r – stator va rotor toklari, R_s , R_r – stator va rotor qarshiliklari, E_s , E_r – elektromagnit kuchlari.

Kondensator sig'imining ta'siri quyidagi ifoda orqali tavsiflanadi:

$$Q_C = \omega C U^2 \quad (3)$$

bu yerda Q_C – kondensator reaktiv quvvati, ω – burchak chastotasi, C – kondensator sig'imi, U – generator chiqish kuchlanishi.

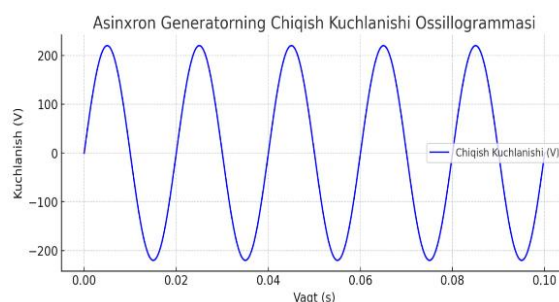
3. Natija va muhokamalar

Simulyatsiya natijalari

MATLAB dasturiy muhitida bajarilgan simulyatsiya natijalariga ko'ra, kondensator elementlari optimal sig'im qiymatlariga ega bo'lganda, generatorning barqaror ishlashi ta'minlanadi. Chiqish kuchlanishini rostdash mexanizmlari yuklamaning o'zgarishiga mos ravishda tanlanishi mumkinligi isbotlandi.

Mikro GES asinxron generatorining chiqish kuchlanishi va toki ossillogrammalari

Quyidagi grafiklarda asinxron generatorning chiqish kuchlanishi va toki ossillogrammalari keltirilgan:



1-rasm. Asinxron generatorning kuchlanish ossillogrammasi

Ushbu grafik asinxron generatorning chiqish kuchlanishi ossillogrammasi hisoblanib, asinxron generatorning vaqt bo'yicha chiqish kuchlanishini ko'rsatadi. Gorizontaal o'q (X-o'q) – Vaqt (s). Vaqt soniyalarda (s) o'lchanadi va grafik 0 dan 0.1 soniyagacha bo'lgan vaqt oralig'ini qamrab olgan. Bu vaqt davomida kuchlanishning o'zgarishi tasvirlangan. Vertikal o'q (Y-o'q) – Kuchlanish (V) Chiqish kuchlanishi volt (V) birliklarida o'lchanadi. Grafikdan ko'rinib turibdiki, kuchlanish taxminan $\pm 220V$ atrofida sinusoidal shaklda o'zgarib turadi.

Grafik sinus to'liqini shaklida bo'lib, asinxron generatorning chiqish kuchlanishi davriy (periodik) xarakterga ega ekanligini ko'rsatadi.

Bu generator chiqishida doimiy ravishda AC (o'zgaruvchan tok) kuchlanishi hosil bo'lishini bildiradi.

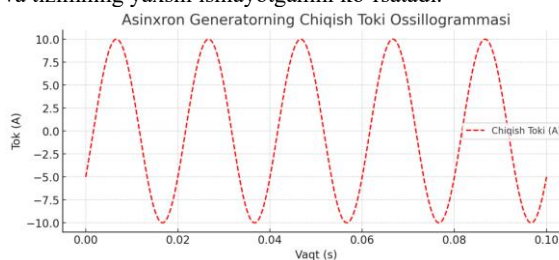
Sinusoidal to'liqining takrorlanishiga qarab, chastota taxminan 50 Hz ekanligini ko'rish mumkin.

Bu odatda elektr energiya tizimlarida ishlatiladigan standart chastotadir.

Grafikda "Chiqish Kuchlanishi (V)" belgisi mavjud bo'lib, chiziqning nimani ifodalashini ko'rsatadi.

Chiziq ko'k rangda bo'lib, kuchlanishning vaqt bo'yicha o'zgarishini aks ettiradi.

Ushbu grafik asinxron generator chiqish kuchlanishining sinusoidal tabiati va uning vaqt bo'yicha qanday o'zgarishini ko'rsatadi. Chiqish kuchlanishi 220V amplitudaga ega bo'lib, chastotasi taxminan 50 Hz ga teng. Bu natija generatorning barqaror AC kuchlanishini ta'minlayotganini va tizimning yaxshi ishlayotganini ko'rsatadi.

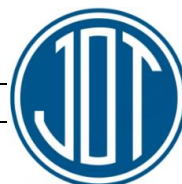


2-rasm. Asinxron generatorning stator toki ossillogrammasi

Ushbu grafik asinxron generatorning chiqish toki ossillogrammasi hisoblanib, asinxron generatorning vaqt bo'yicha chiqish toki qanday o'zgarishini ko'rsatadi. Gorizontaal o'q (X-o'q) – Vaqt (s) Vaqt soniyalarda (s) ifodalangan. Grafik 0 dan 0.1 soniyagacha bo'lgan vaqt oralig'ini qamrab olgan. Bu vaqt davomida chiqish toki qanday o'zgarayotgani tasvirlangan. Vertikal o'q (Y-o'q) – Tok (A)

chiqish toki amper (A) birliklarida o'lchanadi.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, chiqish toki taxminan $\pm 10A$ atrofida sinusoidal shaklda o'zgarib turadi.



Grafik sinus to'liqini shaklida bo'lib, asinxron generatorning chiqish toki davriy (periodik) xarakterga ega ekanligini ko'rsatadi. Bu generator chiqishida doimiy ravishda AC (o'zgaruvchan tok) hosil bo'lishini bildiradi.

Sinusoidal to'liqning takrorlanishiga qarab, chastota taxminan 50 Hz ekanligini ko'rish mumkin.

Bu elektr energiya tizimlarida ishlatiladigan standart chastotaga mos keladi. Grafikda "chiqish Toki (A)" belgisi mavjud bo'lib, chiziqlarning nimani ifodalashini ko'rsatadi.

Chiziq qizil rangda va chizikli shaklda bo'lib, kuchlanishdan farqlanadi. Chiqish toki chiqish kuchlanishi bilan solishtirilganda, ma'lum faza siljishi mavjudligi ko'rinib turibdi.

Bu asinxron generatorning yuklanish sharoitlariga bog'liq bo'lib, tok va kuchlanish orasidagi burchak farqi mavjudligini bildiradi. Ushbu grafik asinxron generatorning chiqish tokining sinusoidal shaklda va vaqt bo'yicha o'zgarishini ko'rsatadi. Chiqish toki $\pm 10A$ oralig'ida o'zgarib, chastotasi 50 Hz ga yaqin ekanligi aniqlanmoqda.

Tok va kuchlanish o'rtasida faza siljishi mavjud bo'lib, bu yuklamaning induktiv komponentlari ta'sirida sodir bo'lishi mumkin. Bu natijalar generatorning elektr energiyasini samarali yetkazib berayotganini ko'rsatadi.

Quyidagi jadvalda turli kondensator sig'imi va chiqish kuchlanishlari bo'yicha olingan natijalar keltirilgan:

1-jadval

Turli kondensator sig'imi va chiqish kuchlanishlari bo'yicha olingan natijalar

Chiqish Kuchlanishi (V)	Kondensator Sig'imi (μF)	Chiqish Quvvati (kW)
200	10	1.6
250	20	3.2
300	30	5.4
350	40	7.0
400	50	9.6
450	60	12.1

Ushbu jadval asinxron generatorning chiqish kuchlanishi, kondensator sig'imi va chiqish quvvati o'rtasidagi bog'liqlikni aks ettiradi.

Birinchisi ustun – Chiqish Kuchlanishi (V)

Asinxron generatorning chiqish kuchlanishi volt (V) birliklarida berilgan.

Qiymatlar 200 V dan 450 V gacha ortib bormoqda.

Kuchlanish oshgani sari generatorning ishlash samaradorligi o'zgarishi mumkin.

Ikkinchi ustun – Kondensator Sig'imi (μF)

Bu ustunda kondensatorning sig'imi mikrofarad (μF) birliklarida berilgan.

Sig'im qiymatlari 10 μF dan 60 μF gacha ortib bormoqda.

Asinxron generatorning o'z-o'zini qo'zg'atish jarayoni kondensator sig'imiga bog'liq bo'lib, sig'im oshgani sari generator barqaror ishlaydi.

Uchinchi ustun – Chiqish Quvvati (kW)

Bu ustun generatorning chiqish quvvatini kilovatt (kW) birliklarida ko'rsatadi.

Chiqish quvvati 1.6 kW dan 12.1 kW gacha ortib bormoqda.

Bu shuni anglatadiki, kuchlanish va kondensator sig'imi oshgani sari chiqish quvvati ham oshib boradi.

Ushbu jadval asinxron generatorning ishlash samaradorligini oshirish uchun chiqish kuchlanishi va kondensator sig'imini to'g'ri tanlash muhimligini ko'rsatadi. Kuchlanish va sig'im oshgan sari chiqish quvvati ham oshadi, bu esa generatorning samarali ishlashini

ta'minlaydi. Shu sababli, mikro GES tizimlarida optimal kondensator tanlovi va kuchlanish darajasi generatorning umumiy samaradorligiga bevosita ta'sir qiladi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, asinxron generatorni kondensatorlar orqali qo'zg'atish va chiqish kuchlanishini rostlash an'anaviy boshqarish usullariga nisbatan iqtisodiy jihatdan samaraliroq. Ushbu yondashuv mikro GESlarning ishlash barqarorligini oshirish bilan birga, tizimning energiya samaradorligini ham yaxshilaydi.

4. Xulosa

Ushbu tadqiqotda mikro GES asinxron generatorning kondensator elementlari orqali qo'zg'atilishi va chiqish kuchlanishini rostlash jarayoni tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, kondensatorlarning to'g'ri tanlanishi generatorning samaradorligini sezilarli darajada oshiradi va chiqish parametrlarini barqarorlashtirishga yordam beradi.

Teoretik va eksperimental tadqiqotlar natijasida, asinxron generatorning chiqish kuchlanishi va toki sinusoidal shaklda o'zgarishi aniqlandi. Kondensator sig'imi oshganda, generatorning chiqish quvvati ham ortib borishi kuzatildi. Grafik va jadval tahlillari shuni tasdiqladiki, mikro GES tizimlarida optimal kondensator sig'imi va yuklanish sharoitlarini aniqlash orqali energiya ishlab chiqarish samaradorligini oshirish mumkin.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundaki, asinxron generatorlarni mikro GESlarda qo'llashda samarali kondensator parametrlarini aniqlash orqali energiya tizimining ishonchiligi va barqarorligi oshiriladi. Kelajakda ushbu yo'nalishda eksperimental sinovlarni kengaytirish, real yuklama sharoitlarida generator ish rejimlarini baholash hamda avtomatlashtirilgan boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Shunday qilib, ushbu tadqiqot mikro GES tizimlarida asinxron generatorlarning yanada samarali ishlashini ta'minlash va ularning chiqish parametrlarini optimallashtirishga hissa qo'shadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Н Пирматов, С Махамаджонов, ММатқосимов, Кичик қувватли гидроэлектр станцияларида асинхрон моторни генератор режимида ишлатиш “Ўзбекгидроэнергетика” илмий-техник журнали, 2023*№1
- [2] Pirmatov N B, Matqosimov M.M, Mahamadjonov S Y Efficient use of the asynchronous generator of micro hpp // scientific and technical journal machine building” 2022 y., №3.
- [3] 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 .
- [4] М. Абдуллаев, С Махамаджонов, М.Матқосимов . Кичик потенциалли сув энергиясидан фойдаланишда мини гэсларнинг аҳамияти «Ўзбекгидроэнергетика» илмий- техник журнали. Тошкент, декабр 2021.№9
- [5] Pirmatov, Nurali, et al. "Characteristics of the static and dynamic operating modes of the asynchronous



generator in renewable energy sources and the production of electric energy control through a frequency converter." E3S Web of Conferences. Vol. 480. EDP Sciences, 2024.

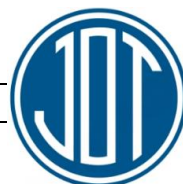
[6] M Matqosimov* and S Mahamadjonov Using the asynchronous motor in generator mode in small-capacity hydroelectric power plants to scientific article on the topic ICEE-CCA 2023 conference Fri. August 18, 2023

[7] Pirmatov N B, Matqosimov M.M, Mahamadjonov S Y Efficient use of the asynchronous generator of micro hpp scientific and technical journal machine building” 2022 y., №3.

[8] Абдуллаев, Мухаммадсайфулло, et al. "Повышение производительности промышленных установок применением энергосберегающих технологий." Universum: технические науки 11-5 (80) (2020): 8-11.

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

Axmedov Abduraxman Pattaxovich / Akhmedov Abdurakhman Pattakhovich	Toshkent davlat transport universiteti "Elektrotexnika" kafedrası dotsenti f- m.f.n, E-mail: s.mahamadjonov@mail.ru Tel.: +998911641952 https://orcid.org/0009-0006-9967-8533
Mahamadjonov Sodiqjon Yo'ldashboy o'g'li / Mahamadjonov Sodiqjon Yuldashboy ugli	Andijon mashinasozlik instituti "Elektrotexnika, elektromexanika va elektrotexnologiyalar" kafedrası assistenti. E-mail: s.mahamadjonov@mail.ru Tel.: +99899 443 30 80 https://orcid.org/0009-0008-3336-7016



Method for calculating the share of vehicles searching for parking in traffic congestion on multi-lane roads

G.Kh. Khalilova¹^a, A.S. Rakhmonov¹^b, R.G. Samatov¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article examines the issue of searching for parking and stopping along central urban streets, particularly those with a high concentration of socio-economic facilities. It is observed that parked vehicles along the roadside reduce road capacity, increase congestion, and disrupt the flow of traffic for other vehicles. A method has been developed to calculate the share of vehicles searching for parking in overall traffic congestion.

The impact of parked vehicles on overall traffic flow has been analyzed, and regulatory recommendations have been proposed. The study specifically focuses on the areas around Chorsu Bazaar, including Beruniy, A. Navoi, and Sakichmon streets, using observational and mathematical modeling techniques. The influence of parked and parking-seeking vehicles on traffic flow has been assessed, and their contribution to congestion has been quantified. The results indicate that, on average, vehicles searching for parking account for approximately 32% of traffic congestion in the studied areas. Due to the high demand for parking near socio-economic facilities, the average time spent searching for a parking spot was found to be between 6 and 10 minutes.

Keywords: Traffic congestion, parking, space searching, time, multi-lane roads, observation method, city centers, vacant spaces, pricing, efficiency improvement

Ko'cha chetida turargoh qidirgan avtomobillarning tirbandlikdagi ulushini hisoblash uslubi

Khalilova G.Kh.¹^a, Raxmonov A.S.¹^b, Samatov R.G.¹^c

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada, shahar markaziy ko'chalarida ayniqsa, atrofida ijtimoiy-iqtisodiy obyektlar ko'p bo'lgan ko'chalarda turargoh qidirish, ko'cha chetida to'xtab turish holatlarini uchratamiz. Yo'l chetida to'xtab turgan avtomobillar sababli yo'lining o'tkazuvchanlik qobiliyati pasayishi, tirbandlikning ortishi va to'xtamoqchi bo'lgan avtomobillarning yo'ldan o'tayotgan transport oqimiga halaqit berish holatlariga ko'p guvoh bo'lganmiz. Ko'chada turargoh qidirib yurgan transport vositalarining tirbandlikdagi ulushini hisoblash usuli ishlab chiqilgan.

Ko'cha chetida to'xtab turgan transport vositalarining umumiy yo'ldagi avtomobillarga ko'rsatadigan ta'siri tadqiq qilinib, tartibga solish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan. Maqolada Chorsu bozori atrofi Beruniy, A.Navoiy, Sakichmon ko'chalari kuzatish, matematik hisob-kitoblar usullari orqali yo'ldagi transport vositalariga ko'cha chetiga to'xtab turgan va to'xtamoqchi bo'lgan avtomobillarning ta'siri hisoblab chiqilgan. Shu bilan birga ko'cha chetida to'xtab turgan avtomobillarning tirbandlikdagi ulushi hisoblab topilgan. Ushbu ulush tadqiq etilgan ko'chalarda o'rtacha 32 % ni tashkil etgan. Avtomobillarning ijtimoiy-iqtisodiy obyektlar atrofida avtoturargohga bo'lgan talabi yuqori bo'lganligi sababli, ko'chada joy izlab yurish vaqti tadqiq etilganda o'rtacha 6-10 minutni tashkil etishi aniqlandi.

Kalit so'zlar: Tirbandlik, avtoturargoh, joy qidirish, vaqt, ko'p palasali yo'l, kuzatish usuli, shahar markazlari, bo'sh joy, narxlash, samarasini oshirish

1. Kirish

Avtomobillar har bir manzilga borishi bilan to'xtab turishi kerak. Shaxsiy transport vositalari har kuni o'rtacha 20 soat to'xtab turish holatida bo'ladi va bir nechta avtoturargohdan foydalanadi. Hozirda avtoturargoh muammolariga shahar rejalashtiruvchilari, operatorlar, dizaynerlar duch kelmoqda. Bu esa ta'minot nuqtai nazaridan (juda kam joylar) yoki boshqaruv jihatidan

(mavjud imkoniyatlardan foydalanish) yuzaga kelayotgan muammo hisoblanadi [1].

Ko'pgina avtoturargohlarda tashkil etilgan tizimlar unchalik murakkablikka ega emas va ular avtoturargohga bo'lgan talabni 5-15% gacha kamaytirishi mumkin. Lekin avtoturargohlarni tashkil qilishdagi keng qamrovli dastur belgilangan hududdagi turargohga bo'lgan talabni 20-40 % gacha qisqartirishi mumkin.

^a <https://orcid.org/0009-0009-7448-7898>

^b <https://orcid.org/0000-0003-1640-8839>

^c <https://orcid.org/0009-0007-4701-2518>



Avtoturargoh qidirishning o'rtacha vaqti yirik shaharlarda 18-20 daqiqa [2], o'rtacha shaharlarda 6-14 daqiqani tashkil qiladi. Ko'chalardagi tirbandlikning esa 33 foizini avtoturargoh qidirib yuradigan avtomobillar tashkil etadi. [3].

Shahar ko'chalarida avtomobillarning ko'cha chetidan turar joy qidirish tirbandlik darajasining oshishiga sabab bo'lmoqda. Ammo, tirbandlikning hosil bo'lishiga avtoturargohning yetishmasligi va haydovchilarning b'sh joy izlashi qanchalik darajada ta'sir ko'rsatishini aniqlash bir muncha qiyin masaladir [4].

Ishlash tartibiga ko'ra avtoturargohlar quyidagilarga bo'linadi:

1.Cheklanmagan ish vaqti bilan;

2.Avtomobilning turish vaqtini cheklash;

3.Cheklangan (bir ish kunida) ish vaqti bilan;

Ikkinchi turdagi avtoturargohdan tirbandlik va yurish cheklanishi yuzaga kelgan sharoitli joylarda qo'llaniladi. Masalan, g'arb mamlakatlari ayrim shaharlarida yo'l chetida to'xtash joylari tashkil etilgan bo'lib, ular "yashil zona" deb ataladi. Bu zonada to'xtab turish vaqti 1,5 soatdan oshmasligi kerak. Ammo, bu zonadan foydalanuvchi ishga kelgan shaxslar uchun bu cheklovlar amal qilmaydi.

1-jadvalda dunyoning rivojlangan shaharlari ko'chalaridagi tirbandlikka avtoturargoh qidirib yurgan transport vositalarining ulushi va ularning o'rtacha joy izlashga ketadigan vaqtlari keltirilgan.

1-jadval

Shaharlar ko'chalarida turargoh qidirgan avtomobillarning tirbandlikdagi ulushi va joy izlashga ketgan o'rtacha vaqt

Yil	Shahar	Tirbandlikdagi ulushi	O'rtacha joy qidirish vaqti
1977	Freiburg	74 %	6 daqiqa
1985	Cambridge	30 %	11,5 daqiqa
1993	Nyu York	8 %	7,9 daqiqa
2007		45%	
2008			3,8 daqiqa
2005	Los Angeles	68 %	3,3
2011	Barselona	18 %	
2015	Brisbane		15,4
2001	Sydney		6,5 daqiqa

Ushbu yuqorida ko'rsatilgan ma'lumotlardan aytishimiz mumkin, avtoturargoh va undan joy izlashning tirbandlikka ta'siri sezilarli darajada ekan.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Hozirgi kunda transport vositalarining ko'payishi va boshqarilmaydigan avtoturargohlarning tashkil etilishi, avtomobillarning to'g'ri va qulay tarzda to'xtab turish joyiga borishini qiyinlashtirmoqda. Shu sababli samarali va aqlli to'xtash tizimini tashkil etishga ehtiyoj tug'ilmoqda. Avtoturargohni boshqarishning aqlli tizimi haydovchiga ko'plab qulayliklar yaratadi. Bu tizim asosan, tig'iz yo'llarda avtoturargoh qidirishdagi yo'qotishlarni kamaytiradi. Aniq prognoz, real vaqt rejimida avtoturargohdagi bo'sh joyni aniqlash, joyni band qilish va to'lov qilish orqali ortiqcha vaqt, yonilg'i sarflanmaydi. Shu bilan birga, atmosferaga zararli gazlar chiqish va haydovchining psixofiziologiy holati yomonlashishining oldi olinadi. Ayniqsa, ijtimoiy-iqtisodiy ob'ektlar atrofida avtomobilni turar joyga joylashtirish haydovchilar uchun asabiy holatdir. Avtomobillarning turargoh izlash natijasidagi tirbandligi va undan kelib chiqadigan muammolarning yagona yechimi "aqlli avtoturargoh" tizimidir.

Bu tizimdan foydalanish butunlay internetga asoslangan va yuqori tezlikdagi tarmoqdan foydalanish kerak. Shuningdek, kameralar, sensorlar va display blokini o'z ichiga olgan avtomatik tahlil tizimiga bog'liq bo'lganligi sababli aqlli avtoturargohlar tizimi murakkablashadi.

Shahar transportining asosiy muammolarida bu avtomobillar to'xtab turish joyi hisoblanadi. Aqlli avtoturargoh tizimi bu masalani bartaraf etishda ko'plab

imkoniyatlarga ega, ammo bu tizimni tashkil qilish uchun yangi arxitektura, telematik vositalar va boshqarish funksiyalari talab etiladi. Faqatgina zamonaviy boshqaruv tizimi avtomobil to'xtash joyiga oshib borayotgan ehtiyojni tartibli ravishda hal qiloladi.

Aqlli avtoturargoh tashkil qilish maqsadlari:

-Avtoturargoh talab va taklifni balansda ushlash.

-Innovatsion avtoturargohlar boshqaruvini joriy etish;

-Mobil ilovalar orqali tezda turargohlarni topish.

Shu tarzda, Babik va boshqalar ta'kidlaganidek [12], shahar joylari tezroq harakatlanishga, osonroq avtomobillarni to'xtash joyiga yetkazishga, mavjud avtoturargohlardan samarali foydalanishni ta'minlashi orqali foyda olishlari mumkin.

Aqlli avtoturargohning o'ziga xos sifatleri quyidagicha va ular muammolariga yechim bo'ladi.

1) **Real vaqt rejimida bo'sh joy mavjudligi haqida ma'lumot berish.** Amerikaliklar yiliga o'rtacha 17 soatni to'xtash joyiga sarflaydi. Ushbu faktning asosiy sababi to'xtash joylarining yetishmasligi emas, balki mavjud avtoturargohlardan samarasiz foydalanishdir.

Yechim: Haydovchiga eng yaqin avtoturargohdan bo'sh joy mavjudligi haqidagi ma'lumotlarni yetkazish orqali haydovchining to'xtash joyini qayerdaligini aniq bilishi va qidirib yurishini oldini olish mumkin. Bu tizim orqali xaotik harakatdan chinakam aniq, aqlli tizimga o'tish mumkin.

2) **Intellektual avtoturargohlar infratuzilmasi.**

Eski infratuzilma umumiy xavfsizlik yoki avtoturargoh tizimini buzilishiga olib keladi. Agar eski to'lov tizimi hisoblagichlari yaxshi ishlamas yoki boshqa uskunalar buzilishi umuman infratuzilmalarning yo'q bo'lishidan ham xavfliroqdir.

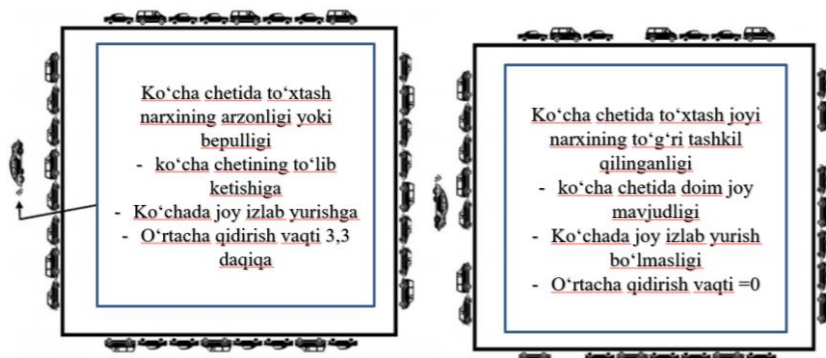
3) **Avtoturargohlarni avtomatlashtirish.**



Avtoturargohlar bilan bog'liq ko'plab murakkab qoidalar mavjud bo'lib, ular tufayli haydovchilar oddiy xatolarga yo'l qo'yadi. Murakkab tizim to'xtash joyini topishni osonlashtirmaydi.

4) Tarmoqqa ulanish.

Intellektual to'xtash joylari yo'nalishni aniqlash, elektron to'lov tizimi, ma'lumotlarni to'plash va tahlil qilish, shuningdek, boshqa qo'shimcha xizmatlar va imkoniyatlarni yaratadi. Ochiq Web-interfeyslar yordamida murakkab va moslashuvchan xizmatlar tashkil etish mumkin.



1-rasm. Ko'cha chetida to'xtash joyi narxini tashkil qilish

3. Natijalar va muhokamalar

Yurtimiz ba'zi markaziy ko'chalarida avtoturargoh qidirishdan yuzaga kelayotgan muammolar o'rganilib, tahlil qilindi.

Toshkent shahar Chorsu bozori atrofidagi ko'cha cheti to'xtash joylarining tirbandlikka ta'siri o'rganildi (2-rasm).

Ko'cha cheti turar joylarning oqimdagi tirbandlikka ta'sirini o'rganish uchun quyidagicha jadval tayyorlanib, kerakli ma'lumotlar kuzatuv usuli orqali olinib to'ldirildi.

Bunda, turargohga 1-avtomobil kirishidan oldin o'tib ketgan avtomobillar soni, o'tib ketgan avtomobillar soni bilan bog'liq kuzatishlar soni, har bir holat uchun o'tib ketgan avtomobillarning kuzatishlar soniga ko'paytmasi kabi ko'rsatkichlar kuzatish orqali aniqlangan. Ushbu ko'rsatkichlar natijalari tahlil qilinib, formulalar asosida

Avtoturargohlarning tirbandlikka ta'siri, yo'lning o'tkazuvchanlik qobiliyatini kamaytiruvchi omillar va shu kabi masalalarni hal qilish borasida Donald Shoup [5] ko'cha chetidagi avtoturargohlarni to'g'ri narxlash g'oyasini taklif etadi. Bunda u ko'cha chetidagi avtoturargoh ko'chadan tashqaridagi avtoturargoh narxiga teng yoki undan yuqori narxlashni taklif etadi. Ya'ni, ko'cha chetidagi avtoturargoh past narxansa yoki bepul bo'lsa, haydovchilar ko'proq avtomobilini ko'cha chetiga joylashtirishga harakat qiladi. Oqibatda tirbandlik yuzaga kelib, turli xil muammolarni yuzaga keltiradi (1-rasm).

tirbandlikdagi avtomobillarning nechi foiz qismi avtoturargoh qidirgan avtomobillar hisobiga to'g'ri kelishi aniqlandi.



2-rasm. Chorsu bozori atrofi A.Navoiy ko'chasi holati

2-jadval

Turargoh qidirgan avtomobillarning tirbandlikdagi ulushini hisoblash ma'lumotlari

Turargohga 1-avtomobil kirishidan oldin o'tib ketgan avtomobillar soni	O'tib ketgan avtomobillar soni bilan bog'liq kuzatishlar soni, n	Har kuzatishning umumiy kuzatishdagi ulushi	Foizlarning yig'indisi (har bir satr uchun umumiy yig'indiga nisbatan foiz)	Har bir holat uchun o'tib ketgan avtomobillarning kuzatishlar soniga ko'paytmasi
1	28	31%	31%	28
2	18	19 %	50%	36
3	12	13%	63%	36
4	18	19%	82%	72
5	6	6%	88%	30
6	4	4%	92%	24
7	4	4%	96%	28
8	2	2%	98%	16
9	2	2%	100%	18
Umumiy	94	100 %		288

Yuqoridagi jadval ma'lumotlari asosida quyidagi amallarni bajarib, tirbandlikdagi ulushni topishimiz mumkin (1).

Bunda ρ avtoturargoh qidirgan avtomobillarning umumiy tirbandlikdagi ulushi hisoblanadi.

$$\rho = \frac{n}{\sum_{i=1}^n x_i} = 0.32 \quad (1)$$



$$\sum_{i=1}^n X_1 = 28 * 1 + 18 * 2 + 12 * 3 + 18 * 4 + 6 * 5 + 4 * 6 + 4 * 7 + 2 * 8 + 2 * 9 = 288$$

Bu yerda:

n – kuzatuvlar soni

$\sum_{i=1}^n X_1$ – nechinchi bo‘lib kirgan avtomobil va ularning umumiy soning yig‘indisi

Quyida formula orqali dispersiya va ishonch oralig‘ini aniqlaymiz (2,3).

Baholash dispersiyasi:

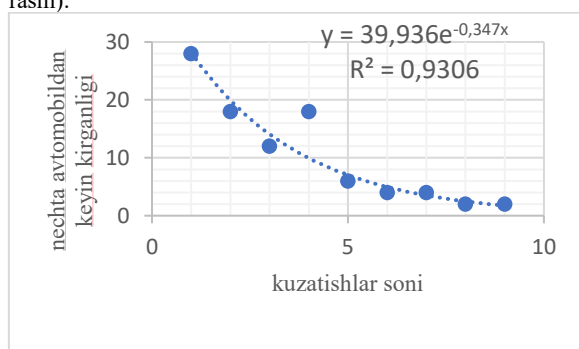
$$\sigma^2 = \frac{\rho^2 * (1 - \rho)}{n} = 0,027 \quad (2)$$

93 % ishonch oralig‘i:

$$\rho \pm 1,96\sigma \quad (3)$$

$$0,26 \leq \rho \leq 0,37$$

Turargohga 1-avtomobil kirishidan oldin o‘tib ketgan avtomobillar soni va o‘tib ketgan avtomobillar soni bilan bog‘liq kuzatishlar sonining bog‘liqligi quyidagicha (3-rasm):

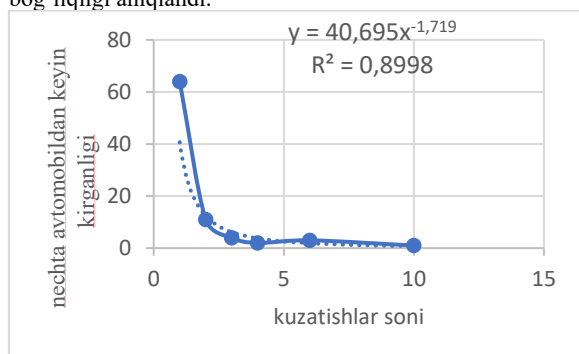


3-rasm. A.Navoiy ko‘chasi yo‘l chetiga 1-avtomobil to‘xtashidan oldin o‘tib ketgan avtomobillar soni va o‘tib ketgan avtomobillar soni bilan bog‘liq kuzatishlar sonining bog‘liqligi

Bu grafikdan ma‘lumki, A.Navoiy ko‘chasi yo‘l chetiga 1-avtomobil to‘xtashidan oldin o‘tib ketgan avtomobillar soni va o‘tib ketgan avtomobillar soni bilan bog‘liq kuzatishlar sonining bog‘liqligi va ushbu o‘zgarish qonuniyati quyidagicha:

$$y = 39,936e^{-0,347x} \quad (4),$$

Xuddi shunday kuzatish va hisob kitoblar chorsu bozori atrofida Beruniy va Sakichmon ko‘chalarida o‘rganilib hisoblab chiqilganda quyidagi Turargohga 1-avtomobil kirishidan oldin o‘tib ketgan avtomobillar soni va o‘tib ketgan avtomobillar soni bilan bog‘liq kuzatishlar sonining bog‘liqligi aniqlandi.



4-rasm. Beruniy ko‘chasi ko‘cha chetiga 1-avtomobil to‘xtashidan oldin o‘tib ketgan avtomobillar soni va o‘tib ketgan avtomobillar soni bilan bog‘liq kuzatishlar sonining bog‘liqligi

Yuqoridagi grafikda esa, Beruniy ko‘chasi ko‘cha chetiga 1-avtomobil to‘xtashidan oldin o‘tib ketgan avtomobillar soni va o‘tib ketgan avtomobillar soni bilan bog‘liq kuzatishlar sonining bog‘liqligi va ushbu o‘zgarish qonuniyati quyidagicha:

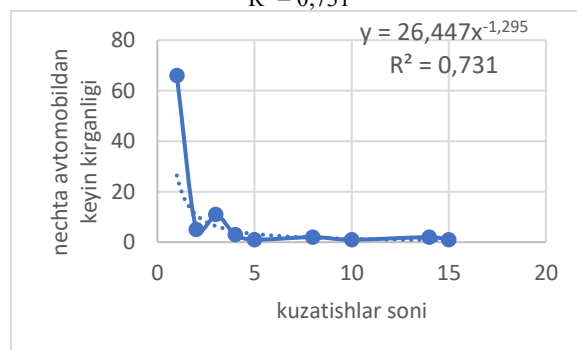
$$y = 40,695x^{-1,719} \quad (5),$$

$$R^2 = 0,8998$$

Demak, 3- o‘rganilgan ko‘cha Sakichon ko‘chasi bo‘lib, bunda Sakichmon ko‘chasi yo‘l chetiga 1-avtomobil to‘xtashidan oldin o‘tib ketgan avtomobillar soni va o‘tib ketgan avtomobillar soni bilan bog‘liq kuzatishlar sonining bog‘liqligi o‘zgarish qonuniyati quyidagicha:

$$y = 26,447x^{-1,295} \quad (6),$$

$$R^2 = 0,731$$



5-rasm. Sakichmon ko‘chasi yo‘l chetiga 1-avtomobil to‘xtashidan oldin o‘tib ketgan avtomobillar soni va o‘tib ketgan avtomobillar soni bilan bog‘liq kuzatishlar sonining bog‘liqligi

Yuqorida kuzatish olib borilgan hududlarda tirbandlik muammosiga, avtoturargoh qidirib yurgan avtomobillarning ulushi sezilarli darajada deb baholashimiz mumkin. Olingan ma‘lumotlar tahlil qilinganda o‘rtacha 32 % tirbandlik avtoturargoh izlab yurgan avtomobillar hisobiga to‘g‘ri kelishi aniqlandi. Shu bilan birga, haydovchilarning bo‘sh joy izlash vaqti o‘rganilganda o‘tacha 6-10 daqiqa vaqt sarflanishi aniqlandi.

Yangi texnologiyalardan foydalangan holda avtoturargohlar ishi samaradorligini yanada oshirishimiz mumkin bo‘lib, shu bilan birgalikda aniqlangan tirbandlikni, behuda sarflangan vaqt va yonilg‘ini kamaytirishimiz mumkin bo‘ladi.

4. Xulosa

Demak, ijtimoiy-iqtisodiy obyektlar atrofida ko‘chalarda turargoh izlab yurgan va ko‘cha chetida to‘xtab turgan avtomobillarning umumiy tirbandlikka ta‘siri kuchli bo‘ladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ko‘cha chetida to‘xtab turgan va bo‘sh joy izlab yurgan avtomobillar ushbu kuzatishlar olib borilgan ko‘chalarda umumiy tirbandlikning o‘rtacha 32 % qismini tashkil etadi. Bu esa katta ko‘rsatkich hisoblanadi. Ushbu muammoni bartaraf etishda haydovchiga avtoturargohlar holati va ulardagi bo‘sh joylar sonini real vaqt rejimida ko‘rsatib va ma‘lumot yetkazib turuvchi tizim ishlab chiqilsa maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Yangi texnologiyalar amaliyotga qo‘llanilishi natijasida avtoturargoh xizmat sifatini oshirishimiz, haydovchilarning avtoturargoh izlashdagi xarajatlarini kamaytirishimiz mumkin bo‘ladi.



Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Todd Litman. Parking Management Strategies, Evaluation and Planning. Victoria Transport Policy Institute April 25, 2006.
- [2] D,Shoup., Global parking survey of 20 Cities, 2011.
- [3] D,Shoup., Cruising for Parking, by UCLA Professor Donald Shoup, 2007.
- [4] Hampshire, R., and Shoup, D. (2018). What share of traffic is cruising for parking. Journal of Transport Economics and Policy, 52(3), 184–201.
- [5] Donald C. Shoup.: Cruising for parking//Transport Policy 13 (2006) 479-486 p.
- [6] Xalilova.G.(2024).Aqli avtoturargoh tashkil qilishda “oson parking bot” telegram bot orqali samaradorlikni oshirish. The scientific journal of vehicles and roads, Issue 2,(157-162 b).
- [7] Samatov, R., & Xalilova, G. (2024). Searching for a free parking space and their costs. Universum:технические науки, 5(122), 18-20.
- [8] Samatov, R., & Xalilova, G. (2023). Avtoturargoh qidirishdagi muammolar va yechimlar. Development and innovations in science, 2(4), 19-21.
- [9] Fayzullayev, E., Khakimov, S., Rakhmonov, A., Rajapova, S., Rakhimbaev, Z. (2023). Traffic intensity on roads with big longitudinal slope in mountain conditions. E3S Web of Conferences 401, 01073 (2023) CONMECHYDRO - 2023 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340101073>.
- [10] Khakimov, S. (2022). Vehicle ride regime as a main factor for GHG emission reduction. AIP Conf. Proc. 2432, 030127 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0089563>.
- [11] Fayzullaev, E., Tursunbaev, B., Xakimov, S., Rakhmonov, A. (2022). Problems of Vehicle Safety in Mountainous Areas and Their Scientific Analysis. AIP Conference Proceedings 2432(1):030099 <https://doi.org/10.1063/5.0089596>.
- [12] Khakimov, S., Rajapova, S., Amirkulov, F., Islomov, E. Road Intersection Improvement - Main Step for Emission Reduction and Fuel Economy. ICECAE 2021 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 939 (2021) 012026 IOP Publishing doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/939/1/012026>.
- [13] Kutlimuratov, K., Khakimov, S., Mukhitdinov, A., Samatov, R. (2021). Modelling traffic flow emissions at signalized intersection with PTV vissim. E3S Web of Conferences 264, 02051 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126402051> CONMECHYDRO - 2021.
- [14] Khakimov, S., Fayzullaev, E., Rakhmonov, A., Samatov, R. Variation of reaction forces on the axles of the

road train depending on road longitudinal slope. E3S Web of Conferences 264, 05030 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405030> CONMECHYDRO - 2021.

[15] Xalilova, G. X. X. (2023). “AQLLI AVTOTURARGOH” MOBIL ILOVASI VA UNING SAMARADORLIGI. Academic research in educational sciences, 4(11), 391-398.

[16] Samatov, R., & Xalilova, G. (2022). AQLLI AVTOTURARGOHLAR TASHKIL QILISHDA PYTHON DASTURIDA YARATILGAN PROGRAMMA ORQALI SAMARADORLIKNI OSHIRISH. Eurasian Journal of Academic Research, 2(13), 916-918.

[17] Xalilova, G. X. (2022). О ‘QUVCHI VA TALABALARNING AVTOBUSDA HARAKATLANISHINI OPTIMALLASHTIRISHDA QO ‘LLANILADIGAN SMART ILOVALAR QO ‘LLASH. Eurasian Journal of Academic Research, 2(10), 167-171.

[18] Абдуразакова, Д. А., & Халилова, Г. Х. (2023). ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ. Проблемы науки, 90.

[19] Bozorboyevich, I. E., Anvarovna, A. D., & Kholmurotovna, K. G. N. (2023). APPROACHES BY EUROPEAN BIG CITIES ON URBAN TRANSPORT IMPROVEMENT. American Journal of Applied Science and Technology, 3(05), 4-9.

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

Xalilova Gulira’no Xolmurot qizi / Gulirano Khalilova	Toshkent davlat transport universiteti “Transport intellektual tizimlari boshqaruvi” kafedrasida doktoranti. E-mail: xalilovagulirano444@gmail.com Tel.: +99897 530- 05-17 https://orcid.org/0009-0009-7448-7898
Raxmonov Azimjon Sattorovich / Azimjon Rakhmonov	Toshkent davlat transport universiteti “Transport intellektual tizimlari boshqaruvi” kafedrasida dotsent v.b. E-mail: azimjonrakhmonov81@gmail.com Tel.: +998 97 430 89-20 https://orcid.org/0000-0003-1640-8839
Samatov Rustam Gafforovich / Rustam Samatov	Toshkent davlat transport universiteti “Transport intellektual tizimlari boshqaruvi” kafedrasida dotsenti. E-mail: samrustar@mail.ru Tel: +9989 99 796 50-05 https://orcid.org/0009-0007-4701-2518



Impact of increasing labor productivity in the company contributing factors

D.H. Mahmudova¹ ^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

Labor productivity plays a critical role in determining a company's efficiency, profitability, and competitive advantage. Enhancing workforce productivity requires a combination of strategic management, technological advancements, and employee wellbeing initiatives. This article explores the key factors that contribute to increased labor productivity in organizations, including technological innovation, human resource management practices, work environment, and leadership strategies. By analyzing recent empirical studies, this paper provides insights into how companies can optimize productivity and sustain longterm growth. As a result, the volume of product manufacturing in industrial enterprises increases, ensuring a reduction in product cost. Additionally, workers' productivity and efficiency in their jobs improve. The introduction of new technologies in production reduces the use of human labor resources and leads to a decrease in employees' working hours in enterprises.

Keywords:

Labor productivity, workforce efficiency, human resource management, technology adoption

1. Introduction

In a highly competitive business environment, improving labor productivity is crucial for organizational success. Productivity growth directly impacts a company's ability to maximize output while minimizing costs. Various internal and external factors influence labor productivity, including technological advancements, employee motivation, organizational culture, and leadership effectiveness. Understanding these contributing factors enables businesses to implement targeted strategies that foster workforce efficiency and long-term sustainability.

2. Methods and materials

Key Factors Contributing to Increased Labor Productivity

Technological Innovation and Automation. The integration of advanced technologies, such as artificial intelligence (AI), automation, and digital transformation, enhances productivity by streamlining processes, reducing manual workload, and minimizing errors. The adoption of Industry 4.0 technologies, including the Internet of Things (IoT) and big data analytics, has revolutionized workplace efficiency by enabling real-time decision-making and predictive maintenance [1].

Human Resource Management (HRM) Practices. Effective HRM practices play a pivotal role in boosting workforce productivity. Recruitment strategies, employee training and development, performance appraisal systems, and incentive programs significantly impact employee motivation and engagement. Companies that invest in continuous learning and skill development create a more competent workforce, leading to higher productivity levels.

Employee Motivation and Job Satisfaction. Motivated employees are more productive, engaged, and committed to achieving organizational goals. Factors such as competitive salaries, recognition programs, career advancement opportunities, and work-life balance contribute to job satisfaction. Psychological theories, such as Maslow's hierarchy of needs and Herzberg's two-factor theory,

suggest that intrinsic and extrinsic motivators drive employee performance and productivity [2].

Workplace Environment and Organizational Culture. A positive work environment fosters collaboration, innovation, and high performance. Factors such as ergonomic workplace design, flexible work arrangements, and mental health support contribute to employee well-being and efficiency. Organizational culture, characterized by strong communication, inclusivity, and teamwork, plays a crucial role in enhancing productivity levels.

Leadership and Management Strategies. Transformational leadership and effective management strategies influence labor productivity by setting clear goals, fostering a culture of accountability, and inspiring employees. Leaders who prioritize employee development, provide constructive feedback, and encourage innovation create a high-performance work environment [3].

Digitalization and Remote Work. The rise of digitalization and remote work has reshaped labor productivity dynamics. Cloud computing, collaboration tools, and virtual communication platforms enable employees to work efficiently regardless of location. While remote work offers flexibility, organizations must implement clear performance metrics and ensure seamless digital communication to maintain productivity [4].

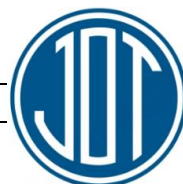
Case Studies and Empirical Evidence

Recent studies have demonstrated a positive correlation between the adoption of technological advancements and labor productivity growth. For example, companies that implemented AI-powered automation reported a 20–30% increase in operational efficiency [5]. Similarly, firms with strong HRM policies and employee engagement programs observed significant improvements in workforce performance and retention rates.

Challenges and Future Perspectives

Despite the benefits of productivity-enhancing initiatives, organizations face challenges such as resistance to change, high implementation costs, and workforce adaptation issues. Future research should explore the long-

^a <https://orcid.org/0000-0001-5086-9191>



term impact of digital transformation on labor productivity and investigate emerging trends in workplace innovation.

3. Conclusion

Increasing labor productivity is a multidimensional process that requires a strategic approach involving technology, human resource management, leadership, and workplace environment improvements. Companies that prioritize these factors can enhance operational efficiency, drive economic growth, and gain a sustainable competitive advantage.

Key formulas for labor productivity measurement

Basic Labor Productivity Formula. Labor productivity is generally calculated as:

$$LP = \frac{O}{L}$$

where:

LP - labor Productivity

O - total Output (goods produced, services delivered, revenue generated)

L - labor Input (hours worked, number of employees, total wages) [6].

Multifactor Productivity (MFP) Formula. To account for multiple input factors like capital and materials, the Multifactor Productivity (MFP) formula is used:

$$MFP = \frac{O}{L + K + M}$$

where:

K - capital input (investment in machinery, IT, infrastructure)

M - material input (raw materials, supplies, logistics) [7,8].

Growth Rate of Labor Productivity. To analyze labor productivity improvement over time, the growth rate formula is:

$$\text{Productivity Growth Rate} = \left(\frac{LP_t - LP_{t-1}}{LP_{t-1}} \right) \times 100$$

where:

LP_t - labor productivity at time

LP_{t-1} - labor productivity at previous period [9].

Cobb-Douglas Production Function. A widely used economic model to understand the relationship between labor, capital, and output is the Cobb-Douglas function:

$$O = AL^\alpha K^\beta$$

where:

O - output

A - total factor productivity (TFP)

L - labor input

K - capital input

α, β - elasticities of labor and capital

Efficiency Ratio. To evaluate how effectively labor resources are utilized, the efficiency ratio is calculated as:

$$\text{Efficiency Ratio} = \frac{\text{Actual Output}}{\text{Standard Output Expected}} \times 100$$

Human Capital Index (HCI) Formula [10]. Employee skills and training significantly impact productivity. The Human Capital Index can be estimated as:

$$HCI = \frac{\sum(E_i \times S_i)}{N}$$

where:

E_i - employee experience level

S_i - skill level rating

N - total number of employees

Practical Application and Case Study Example:

A manufacturing company wants to measure its productivity growth after implementing automation.

Previous labor productivity: 505050 units/hour

New labor productivity: 656565 units/hour

Applying the growth rate formula:

$$\text{Growth Rate} = \left(\frac{65 - 50}{50} \right) \times 100 = 30\%$$

This indicates a 30% increase in labor productivity due to automation.

References

- [1] Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Под ред. В.И.Титова. – М.: «Дашков и К», 2010 г.
- [2] Дряхлов Н., Куприянов Е. “Системы мотивации персоналом в Западной Европе и США”. Пробл. теории и практики упр, 2002 г. №2.
- [3] Дзин С. “Новые тенденции в управлении персоналом на современных китайских предприятиях”. Вестник Москва университета. Сер. 18. “Социология и политология”, 2009 г. - №1.
- [4] Егоршин А.П. “Управление персоналом”. 2-е изд. Н.Новгород. 2001 г.
- [5] Журавлев П.В., Одегов Ю.Г., Волгин Н.А. “Управление человеческими ресурсами: опыт индустриально развитых стран” (учеб. пособие). - М.: “Экзамен”, 2002 г.
- [6] Пашуто В.П. Организация и нормирование труда на предприятии. – М.: «Эксмо», 2012 г.
- [7] Шапиро С.А., Шатаева О.В. “Основы управления персоналом в современных организациях” (учеб. пособие). - М.: “Гроссмедиа”, 2008 г.
- [8] Шербини В.В. “Управление человеческими ресурсами”: Менеджмент и консультирование 2004 г.
- [9] Zheng Shi Qiang. “Chinese Management”, 2005 y.
- [10] Рошин С.Ю., Разумова Т.О. “Экономика труда (экономическая теория труда)” (Учебник). – М.: “ИНФРА - М”, 2000 г.

Information about the authors

Mahmudova Tashkent State Transport University
Dilafruz Department of Natural Sciences,
Hasanovna Assistant,
E-mail: dilafruztayi@gmail.com
Tel.: +998909650945
<https://orcid.org/0000-0001-5086-9191>



Numerical Simulation of the spatial distribution of temperature fields in spring elements of freight wagons of railway transport

S.N. Absattarov¹^a, N.K. Tursunov¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The article presents a numerical simulation of the spatial distribution of temperature fields in the spring elements of freight wagons of railway transport during heat treatment. The use of modern CAE systems such as ANSYS has made it possible to analyze thermal processes in real time, which ensures precise control of technological parameters. The simulation aims to optimize heating and cooling modes, minimize internal stresses and deformations, and identify areas of potential defects. The paper considers the parameters of a spring made of 60X2HFA grade steel, performs a transient thermal analysis, and determines the optimal conditions for achieving the required mechanical properties. The simulation results show that it takes about 900 seconds to reach a quenching temperature of 880°C with a bar diameter of 30 mm, while the temperature difference between the surface and the core of the product is 1.25 °C, which indicates minimal internal stresses.

Keywords:

temperature field, heat flow, thermal conductivity, quenching, gradient

Численное моделирование пространственного распределения температурных полей в пружинных элементах грузовых вагонов железнодорожного транспорта

Абсаттаров С.Н.¹^a, Турсунов Н.К.¹^b

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация:

В статье представлено численное моделирование пространственного распределения температурных полей в пружинных элементах грузовых вагонов железнодорожного транспорта в процессе термической обработки. Использование современных CAE-систем, таких как ANSYS, позволило провести анализ тепловых процессов в режиме реального времени, что обеспечивает точное управление технологическими параметрами. Моделирование направлено на оптимизацию режимов нагрева и охлаждения, минимизацию внутренних напряжений и деформаций, а также на выявление зон потенциальных дефектов. В работе рассмотрены параметры пружины из стали марки 60C2XФА, проведен переходный тепловой анализ и определены оптимальные условия для достижения требуемых механических свойств. Результаты моделирования показывают, что для достижения температуры закалки 880°C с диаметром прутка 30 мм требуется около 900 секунд, при этом перепад температур между поверхностью и сердцевиной изделия составляет 1,25 °C, что свидетельствует о минимальных внутренних напряжениях.

Ключевые слова:

температурное поле, тепловой поток, теплопроводность, закалка, градиент

1. Введение

Развитие современных технологий невозможно без активного использования методов численного моделирования, которые играют ключевую роль в проектировании и оптимизации процессов. В настоящее время оценка температурных режимов в процессе производства пружин осуществляется преимущественно на основе анализа микроструктурных характеристик шлифов, полученных после завершения всех этапов технологического процесса [1, 2]. Основная проблема заключается в отсутствии возможности прямого измерения и контроля температурного распределения в пружине на каждой стадии обработки [3]. В связи с этим применение современных методов компьютерного инжиниринга, таких как CAE-системы

(в частности, ANSYS), представляется наиболее обоснованным, поскольку позволяет моделировать и анализировать температурные поля в пружине в режиме реального времени, обеспечивая тем самым более точное управление технологическими параметрами [4, 5].

Численное моделирование распределения температурных полей в пружинах (рис. 1) грузовых вагонов в процессе термической обработки служит ключевым инструментом для оптимизации технологических режимов и обеспечения высоких эксплуатационных характеристик изделий [6]. Оно позволяет прогнозировать температурное распределение, минимизируя внутренние напряжения и деформации, определять оптимальные параметры нагрева и охлаждения для достижения требуемых

^a <https://orcid.org/0009-0003-3658-7616>

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



механических свойств и микроструктуры, а также выявлять зоны потенциальных дефектов, таких как трещины или коробление. Кроме того, моделирование сокращает затраты на экспериментальные исследования и позволяет анализировать влияние различных параметров термообработки, способствуя разработке более эффективных и экономичных технологий [7].

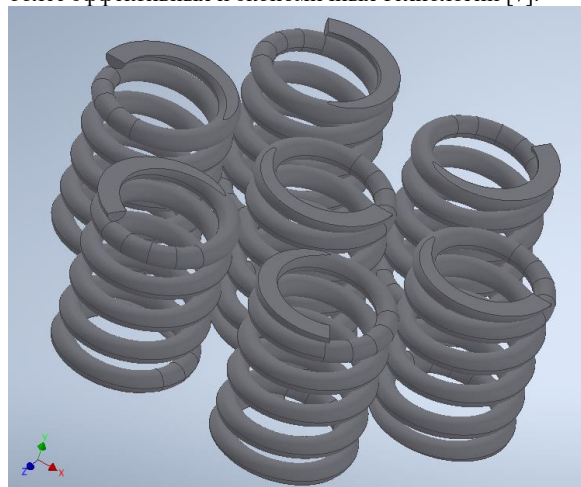


Рис. 1. Комплект наружных пружин рессорного подвешивания

Таким образом, численное моделирование распределения температурных полей в пружинах во время термической обработки является ключевым инструментом для повышения качества продукции, снижения производственных издержек и обеспечения стабильности технологических процессов.

Целью данной работы является разработка и применение численной модели для анализа пространственного распределения температурных полей в пружинных элементах грузовых вагонов с целью оценки их термомеханического поведения в процессе нагрева под закалку, оптимизации конструктивных параметров и повышения надежности в условиях эксплуатационных нагрузок.

2. Методология исследования

Построение 3D-модели выполнено в программном продукте Autodesk Inventor Professional в разделе проектирования пружины сжатия. Согласно чертежу 9597.50.002^a в качестве входных параметров служили: длина пружины в свободном состоянии, диаметр проволоки, наружный диаметр пружины, количество рабочих витков, значения нагрузок, а также свойства материала пружины. Пружина изготовлена из стали марки 60С2ХФА, химический состав которой указан на рисунке 2. Результаты расчета свидетельствуют о корректности входных параметров. Перечисленные параметры приведены в таблице 1 и проиллюстрированы на рисунке 3 в окне генератора компонентов пружины сжатия.

^aЧертеж составлен конструкторским отделом ОГК ДП «ЛМЗ», г. Ташкент.

Таблица 1

Входные параметры для построения геометрии пружины

Длина пружины в свободном состоянии L_0 , мм	249
Диаметр проволоки d , мм	30
Наружный диаметр пружины D_1 , мм	200
Количество рабочих витков, шт	4
Минимальная нагрузка, кН	9,5
Максимальная нагрузка, кН	29
Рабочая нагрузка, кН	19,58
Предел прочности при растяжении ^b , МПа	1810
Допустимые напряжения при кручении, МПа	863
Модуль упругости поверхности, ГПа	80
Плотность, кг/м ³	7850
Количество поджатых витков с каждой стороны	0,25
Количество отшлифованных витков с каждой стороны	0,75

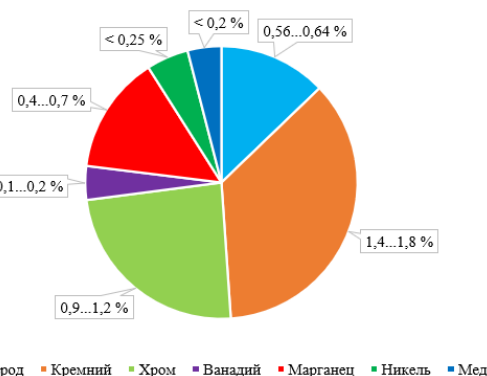
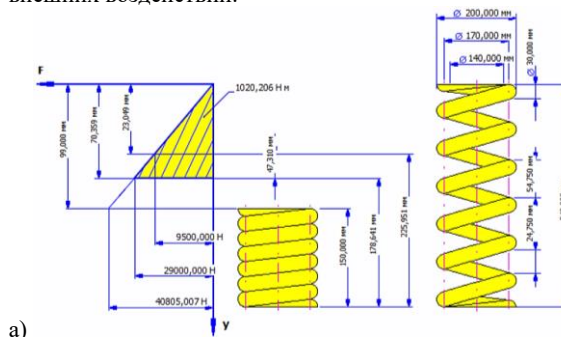


Рис. 2. Химический состав стали марки 60С2ХФА (содержание S и P не превышает 0,025 % по отдельности) согласно ГОСТ 14959-79

Анализ температурного поля проводился с помощью CAE программы ANSYS в подсистеме Transient Thermal. Переходный тепловой анализ (Transient Thermal Analysis) представляет собой метод исследования, позволяющий оценить временную динамику тепловых процессов в системе при воздействии постоянных и переменных граничных условий. Данный анализ дает возможность определить временной интервал, необходимый для достижения стационарного теплового состояния системы, а также продолжительность поддержания ее эксплуатационных параметров. В случае переменных граничных условий анализ позволяет выявить характер теплового отклика системы и его зависимость от временных изменений внешних воздействий.



a)

^bПредел прочности при растяжении соответствует режиму закалки с 880 °C в масле с последующим отпуском при 450 °C.

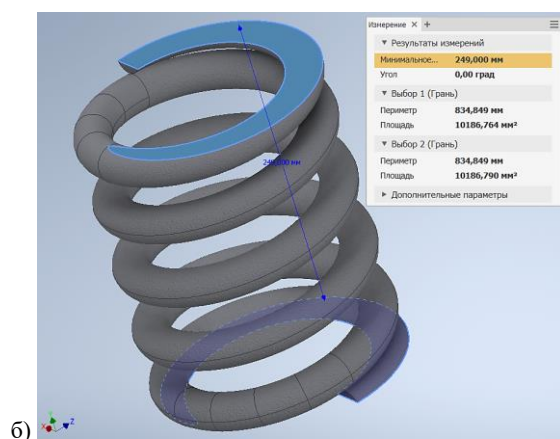


Рис. 3. Параметры, используемые для формирования геометрической модели пружины:

- а) окно генератора компонентов пружины сжатия (результат расчета «положительный»);
 б) схема нагружения и цифровая 3D-модель пружины сжатия

Для достоверности результатов расчета размер сетки составлял 2 мм (рис. 4). Начальная температура изделия по умолчанию равна 22 °С. Для стали 60С2ХФА нагрев под закалку осуществляется при температуре 880 °С [8], что является конечной температурой пружины.



Рис. 4. Импортированная геометрия пружины и визуальный осмотр равномерности сетки

В условиях, когда теплопередача происходит посредством теплопроводности, процесс теплообмена описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$\rho c \left(\frac{\partial T}{\partial t} + v_x \frac{\partial T}{\partial x} + v_y \frac{\partial T}{\partial y} + v_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) = Q_G + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) \quad (1)$$

где ρ – плотность, кг/м³;

c – удельная теплоемкость, Дж/(кг · К);

T – температура, К; t – время, с;

K_x, K_y, K_z – проводимость элемента в направлениях x, y и z , Вт/(м · К);

Q_G – мощность тепловыделения на единицу объема, Вт/м³;

v_x, v_y, v_z – скорость переноса тепла в направлениях x, y и z , м/с.

Граничные условия задаются конвективным теплообменом на поверхности в соответствии с законом охлаждения Ньютона:

$$\frac{q}{A} = h_f(T_s - T_b) \quad (2)$$

где q/A – тепловой поток, Дж/с;

h_f – коэффициент теплопередачи, Вт/(м² · К);

T_s – температура на поверхности изделия, К;

T_b – объемная температура, К.

3. Результаты и обсуждения

На рисунках 5 и 6 показаны распределения температуры по сечению изделия. Температура поверхности через 1000 секунд составляет 892 °С. Перепад температур между поверхностью и сердцевинной изделия составляет 1,25 °С. Поскольку перепад температур невелик, внутренние напряжения в процессе нагрева минимальны. Анализируя зависимость температуры от времени нагрева (рис. 6), можно установить, что для достижения температуры закалки 880 °С с диаметром прутка 30 мм потребуется ≈ 900 секунд (15 мин).

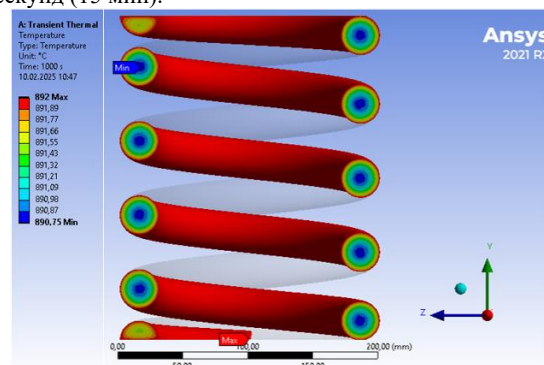


Рис. 5. Распределение температуры по сечению прутка

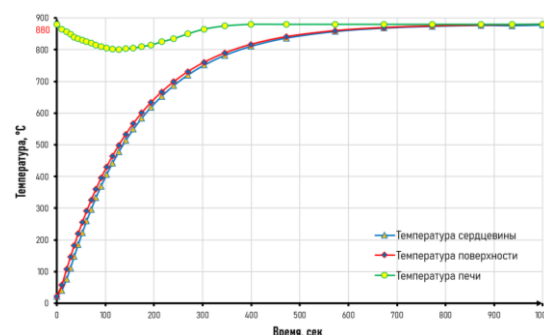
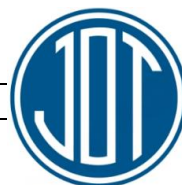


Рис. 6. Зависимость температуры от времени нагрева



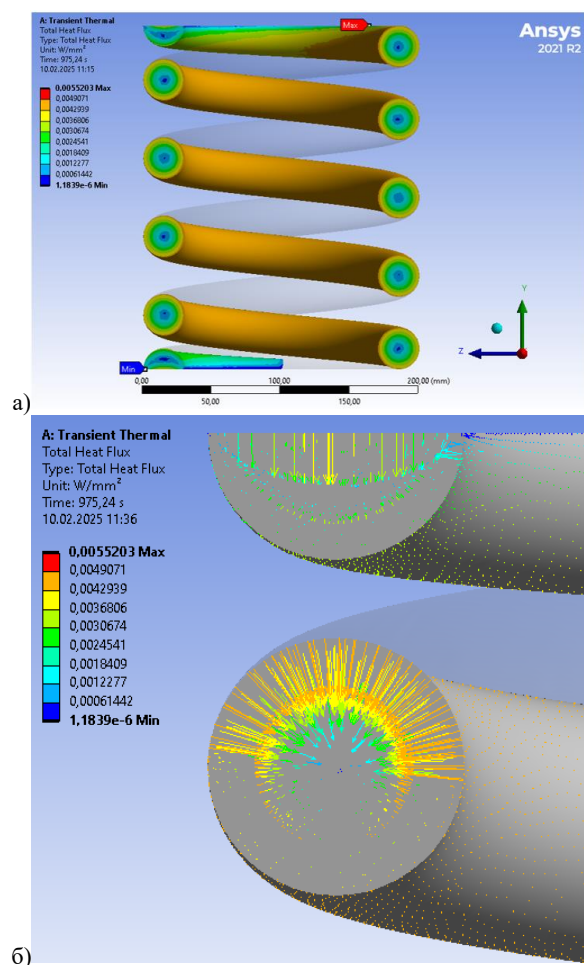


Рис. 7. Общий тепловой поток:

а) распределение теплового потока по сечению прутка пружины; б) линии теплового потока, направленные внутрь изделия

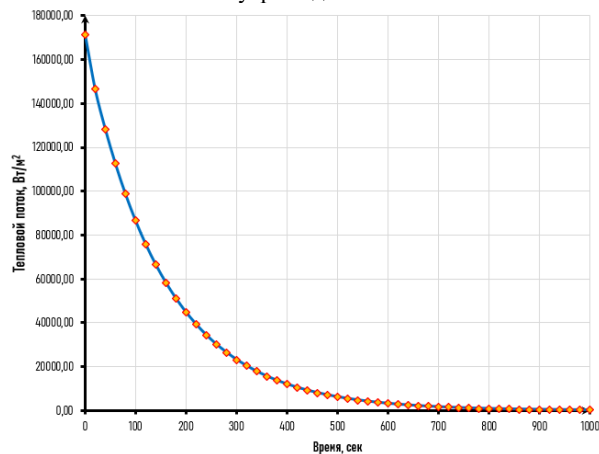


Рис. 8 Зависимость теплового потока от времени нагрева

На рисунках 6 и 7 показаны распределения общего теплового потока по сечению прутка. Так как при нагреве температура поверхности выше, чем в сердцевине, то тепло переносится вглубь изделия. Значение теплового потока с увеличением времени нагрева падает, так как в начале нагрева разница температур между поверхностью и сердцевиной максимальна, поэтому тепловой поток наибольший. По

мере прогрева материала эта разница уменьшается, что приводит к снижению теплового потока.

4. Заключение

1. Оптимизация режимов нагрева показала, что для достижения температуры закалки 880 °С в пружине диаметром 30 мм требуется около 900 секунд (15 минут). При этом перепад температур между поверхностью и сердцевиной составляет 1,25 °С, что свидетельствует о равномерном прогреве и минимальных внутренних напряжениях.

2. Тепловой поток максимален в начальный период нагрева, когда разница температур между поверхностью и сердцевиной наибольшая. С течением времени тепловой поток уменьшается по мере выравнивания температуры внутри материала.

3. Использование САЕ-систем (ANSYS) для моделирования тепловых процессов позволяет точно управлять технологическими параметрами, сокращать затраты на экспериментальные исследования и разрабатывать более эффективные технологии термообработки.

Использованная литература / References

- [1] Бендерский Б. Я., Копылов К. А. Моделирование процессов теплообмена при изготовлении пружин методом высокотемпературной термомеханической обработки (ВТМО) //Химическая физика и мезоскопия. – 2011. – Т. 13. – №. 1. – С. 28-36.
- [2] Палаев А. Г., Носов В. В., Красников А. А. Моделирование распределения температурных полей и напряжений в сварном соединении с применением ANSYS //Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2022. – Т. 12. – №. 5. – С. 461.
- [3] Бендерский Б. Я., Копылов К. А. Математическое моделирование структурных превращений пружинной стали 60С2 в процессе закалки //Химическая физика и мезоскопия. – 2013. – Т. 15. – №. 4. – С. 508-514.
- [4] Zhang J. D. et al. Quenching Process Simulation of Spur Gear Based on ANSYS //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Т. 735. – №. 1. – С. 012075.
- [5] Ширко А. В. и др. Теплотехнический расчет огнестойкости элементов железобетонных конструкций с использованием программной среды Ansys //Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2013. – №. 2 (18). – С. 260-269.
- [6] Абсаттаров С. Н. У. и др. Моделирование процессов химико-термической обработки на основе интеллектуального анализа данных // Universum: технические науки. – 2024. – Т. 2. – №. 9 (126). – С. 5-9.
- [7] Абсаттаров С. Н. У., Турсунов Н. К. Влияние химического состава, включая вредные и нежелательные примеси, на свойства рессорно-пружинных сталей //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 3. – №. 12 (129). – С. 5-9.

[8] Абсаттаров С.Н., Турсунов Н.К. Исследование технологических режимов термической обработки стали 60С2ХФА для улучшения механических характеристик рессорно-пружинных деталей // Journal of Transport. – 2024. – Volume 1, Issue 4 – pp. 166-170.

Информация об авторах/ Information about the authors

Абсаттаров С.Н. Ташкентский государственный
Салохиддин транспортный университет,
Нуритдин угли ассистент кафедры
/ «Материаловедение и
машиностроение»
E-mail: asn17t503@yandex.ru

Absattarov
Salokhiddin
Nuritdin ugli

Тел.: +998903989996
<https://orcid.org/0009-0003-3658-7616>

Турсунов
Нодиржон
Каюмжонович
/

Ташкентский государственный
транспортный университет, д.т.н.,
профессор кафедры
«Материаловедение и

Tursunov
Nodirjon
Kayumjonovich

машиностроение»
E-mail: u_nadir@mail.ru
Тел.: +998990012371
<https://orcid.org/0009-0008-7910-3980>



Methodology for assessing the impact of the main comparative resistance to movement of various wagons on the weight of the freight train

U.U. Khusenov¹^a, Sh.M. Suyunbaev¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The main comparative resistance to movement of freight cars is one of the main parameters in the normalization of the weight of trains on the plot, consisting of a combination of different wagons. This article developed an improved methodology for determining the main comparative resistance of trains to movement, consisting of a combination of different wagons, and evaluated the effect on the weight of trains on a railway track. The various carriages were researched in two different cases to investigate the effect of basic comparative resistance to movement on the weight of the freight train. In the first case, the average basic comparative resistance was calculated based on the proportion of wagons in the composition by number (existing methodology), in the second, the average basic comparative resistance was calculated based on the proportion of wagons in the composition by weight with different firing loads (proposed methodology). The result was found to be that the difference between the average basic comparative resistance calculated on the basis of the proportion of the different wagons in the freight train in the composition in terms of their number and weight, on average, is up to 26%. In this case, it is based on the fact that the average basic comparative resistance obtained on the basis of the share in the composition by weight of different wagons is always smaller or equal to the value obtained by their number. In the example of plots with different accounting slopes, it is indicated that the weight of the train obtained on the basis of the share in the composition by the weight of the wagons varies from 52 to 333 tons from the value obtained by the number of them.

Keywords:

the main comparative resistance to movement, traction calculations, the standard of weight of the freight train, the railway track, the methodology, the weight of the cars

Turli vagonlarni harakatga asosiy solishtirma qarshiligining yuk poyezdi og'irligiga ta'sirini baholash metodikasi

Xusenov O'.O'.¹^a, Suyunbayev Sh.M.¹^b

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Yuk vagonlarini harakatga asosiy solishtirma qarshiligi turli xil vagonlar kombinatsiyasidan tashkil topgan poyezdlarning uchastkadagi og'irligini me'yoriylashda asosiy parametrlardan biri hisoblanadi. Ushbu maqolada turli xil vagonlar kombinatsiyasidan tashkil topgan poyezdlarning harakatga asosiy solishtirma qarshiligini aniqlashning takomillashtirilgan metodikasi ishlab chiqilib, temir yo'l uchastkasidagi poyezdlar og'irligiga ta'siri baholangan. Turli vagonlarni harakatga asosiy solishtirma qarshiligining yuk poyezdi og'irligiga ta'sirini o'rganish uchun ikki xil holatda tadqiq qilindi. Birinchi holatda, vagonlarning soni bo'yicha tarkibdagi ulushi asosida o'rtacha asosiy solishtirma qarshilik hisoblandi (mavjud metodika), ikkinchisida o'qqa tushadigan yuklamasi turlicha bo'lgan vagonlarning og'irligi bo'yicha tarkibdagi ulushi asosida o'rtacha asosiy solishtirma qarshilik hisoblandi (taklif etilgan metodika). Natijada yuk poyezdi tarkibdagi turli vagonlarning ular soni va og'irligi bo'yicha tarkibdagi ulushi asosida hisoblangan o'rtacha asosiy solishtirma qarshilik orasidagi farq o'rtacha 26% gacha bo'lishi aniqlangan. Bunda, turli vagonlarning og'irligi bo'yicha tarkibdagi ulushi asosida olingan o'rtacha asosiy solishtirma qarshilik, ular soni bo'yicha olingan qiymatdan doim kichik yoki teng bo'lishi asoslangan. Turli hisobiy nishabliklarga ega uchastkalar misolida vagonlarning og'irligi bo'yicha tarkibdagi ulushi asosida olingan poyezd og'irligi, ular soni bo'yicha olingan qiymatdan 52 dan 333 tonnagacha farq qilishini ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar:

harakatga asosiy solishtirma qarshilik, tortish hisoblari, yuk poyezdi og'irlik me'yori, temir yo'l uchastkasi, metodika, vagonlarning og'irligi

1. Kirish

Temir yo'l transportida tortish hisoblarini bajarishda vagonlarning harakatga qarshiligi asosiy hisobiy

elementlardan biri hisoblanadi. Temir yo'l uchastkalari o'tkazuvchanlik va tashuvchanlik qobiliyatini oshirishda poyezdlarning og'irligi muhim ahamiyatga ega. Shu sababli temir yo'l uchastkalarida harakatlanuvchi poyezdlarning

 <https://orcid.org/0000-0001-7500-4741>

 <https://orcid.org/0000-0002-4867-8270>



og'irliklarini me'yorlashda poyezd tarkibining harakatga qarshiligini to'g'ri hisobga olish talab etiladi. Dunyodagi barcha mamlakatlarda temir yo'l transporti muhim texnik va iqtisodiy ahamiyatga ega bo'lganligi sababli harakatlanuvchi tarkibning qarshiligini o'rganish tizimli ravishda olib boriladi. Vagonlarning poyezdlar harakatiga asosiy qarshiligi tarkib turiga, yo'l nishabligi, egriligi, harakat tezligi va vagonlarning yuklanish darajasiga (o'qqa tushadigan og'irlikka) bog'liq.

"O'zbekiston temir yo'llari" AJda yuk vagonlarining harakatga asosiy solishtirma qarshiligini hisoblash tartibi "Rossiya temir yo'llari" OAJda belgilangan talablarga muvofiq "Poyezd ishlari uchun tortish hisoblari Qoidalar" asosida amalga oshiriladi. "1520 mm koleyali yuk vagonlarini raqamlashning 8 xonali tizimi bo'yicha ma'lumotnoma"ga muvofiq yuk vagonlari 6 turga (yopiq vagon, platforma, yarim ochiq vagon, sisterna, sovutkichli vagon va boshqalar) bo'linadi [1].

"Poyezd ishlari uchun tortish hisoblari Qoidalar"da turli guruh vagonlarning harakatga solishtirma qarshiligi ularning tarkibdagi vagonlar ulushi asosida [2-3], manyovr ishlarida o'rtacha og'irliqi bo'yicha hisoblanadi [4]. Ushbu tadqiqotda yuqoridagi keltirilgan metodikalar bo'yicha aniqlangan asosiy solishtirma qarshilikning yuk poyezdi og'irligiga ta'sirini baholash natijalarini bayon etamiz.

2. Tadqiqot metodikasi

Poyezd harakatiga vagonlarning asosiy solishtirma qarshiligini hisoblashning amaldagi metodikasi

[3, 5-6] ilmiy ishlarda qarshilikni hisoblashda vagonlarni 6 turga turga bo'lish belgilangan, ammo ma'lum bir turdagi vagonlar guruhi ham o'qqa tushadigan og'irliqi turlicha bo'lgan vagonlar kombinatsiyasidan tashkil topganligi hisobga olinmagan.

Yuk vagonlarining poyezdlar harakatiga asosiy solishtirma qarshiligi harakatlanish tezligidan (v) kelib chiqqan holda vagonlar turiga bog'liq ravishda quyidagicha hisoblanadi [2-3]:

- o'qqa tushadigan og'irliqi olti tonnadan katta ($q_{04} > 6 t$) bo'lgan 4 o'qli yarim ochiq vagonlarning poyezd harakatiga harakatga asosiy solishtirma qarshiligi (N/kN):

$$\omega_{04}^{(pv)} = 0,53 + \frac{3,609 + 0,08 \cdot v + 0,00275 \cdot v^2}{q_{04}(pv)} \quad (1)$$

- o'qqa tushadigan og'irliqi olti tonnadan katta ($q_{04} > 6 t$) bo'lgan 4 o'qli sisternalarning poyezd harakatiga asosiy solishtirma qarshiligi (N/kN):

$$\omega_{04}^{(sys)} = 0,64 + \frac{2,93 + 0,047 \cdot v + 0,00275 \cdot v^2}{q_{04}(sys)} \quad (2)$$

- o'qqa tushadigan og'irliqi olti tonnadan katta ($q_{04} > 6 t$) bo'lgan 4 o'qli platforma, yopiq vagon, sovutkichli vagon va boshqa vagonlarning poyezd harakatiga harakatga asosiy solishtirma qarshiligi (N/kN):

$$\omega_{04}^{(pl,kr,rf,pr)} = 0,7 + \frac{3 + 0,01 \cdot v + 0,0025 \cdot v^2}{q_{04}(pl,kr,rf,pr)} \quad (3)$$

- o'qqa tushadigan og'irliqi olti tonnadan kichik yoki teng ($q_0 \leq 6 t$) bo'lgan vagonlarning poyezd harakatiga harakatga asosiy solishtirma qarshiligi (N/kN):

$$\omega_0^{(por)} = 1,0 + 0,044 \cdot v + 0,000204 \cdot v^2 \quad (4)$$

- tarkibdagi 8 o'qli vagonlarning poyezd harakatiga asosiy solishtirma qarshiligi (N/kN):

$$\omega_{08} = 0,7 + \frac{6 + 0,038 \cdot v + 0,0021 \cdot v^2}{q_{08}} \quad (5)$$

bunda

$q_{04}(pv)$, $q_{04}(sys)$, $q_{04}(pl,kr,rf,pr)$, q_{08} —tarkibdagi ma'lum

turdagi 4 va 8 o'qli vagonlarning o'qlaridan relsga tushadigan yuklama, t.

"Poyezd ishlari uchun tortish hisoblari Qoidalar"da qarshilikni hisoblash bir turdagi vagonlarning tarkibdagi ulushi asosida (amaldagi metodika) (1-5) formulalardan foydalanib quyidagicha aniqlanadi (N/kN) [2-3].

$$\omega_0'' = \sum (\alpha_i \cdot \omega_{0,i}'') \quad (6)$$

bunda $\omega_{0,i}''$ — tarkibdagi i -turdagi vagonlarning poyezdlar harakatiga ko'rsatiladigan asosiy solishtirma qarshilik (vagon turlari kesimida), N/kN ; α_i —tarkibdagi i -turdagi vagonlarning ulushi (vagonlar soni kesimida).

Agar poyezd tarkibi har xil turdagi (sisterna, yopiq vagon, yarim ochiq vagon va h.k.) yuklangan va bo'sh vagonlardan tuzilgan bo'lsa, turli guruh vagonlarning harakatga solishtirma qarshiligi ularning tarkibdagi o'rtacha og'irlik ulushi bo'yicha quyidagicha hisoblanadi (N/kN) [4]:

$$\omega_0'' = \frac{\omega_0'' \cdot Q_1 + \dots + \omega_{0n}'' \cdot Q_n}{Q} \quad (7)$$

bunda $\omega_0'', \dots, \omega_{0n}''$ —vagonlar harakatiga ko'rsatiladigan asosiy solishtirma qarshilik (vagon turlari kesimida), N/kN ; $Q_1, \dots, Q_n$ —tarkibdagi har xil turdagi vagonlarning brutto og'irliklari, t; Q —tarkibning og'irliqi ($Q = Q_1 + \dots + Q_n$), t.

Poyezd harakatiga vagonlarning asosiy solishtirma qarshiligini hisoblash metodikasini takomillashtirish

Yuqoridagi (6) ifodani vagonlar turiga bog'liqligini quyidagi ko'rinishda tasvirlab, kelgusi hisoblashlarda foydalanamiz (N/kN):

$$\omega_0'' = \lambda_{pv} \cdot \omega_{04}^{(pv)} + \lambda_{pl,kr,rf,pr} \cdot \omega_{04}^{(pl,kr,rf,pr)} + \lambda_{sys} \cdot \omega_{04}^{(sys)} + \lambda_{por} \cdot \omega_{04}^{(por)} + \lambda_8 \cdot \omega_{08}'' \quad (8)$$

bunda λ_{pv} , λ_{sys} , $\lambda_{pl,kr,rf,pr}$, λ_{por} , λ_8 —mos ravishda poyezd tarkibidagi ma'lum bir turdagi vagonlarning og'irlik ulushi.

Poyezd tarkibidagi ma'lum bir turdagi vagonlarning og'irlik ulushi quyidagi tenglikni qanoatlantirishi talab etiladi.

$$\lambda_{pv} + \lambda_{sys} + \lambda_{pl,kr,rf,pr} + \lambda_{por} + \lambda_8 = 1 \quad (9)$$

Turli vagonlardan (sisterna, yopiq vagon, yarim ochiq vagon va h.k.) tuzilgan poyezd tarkibidagi ma'lum bir turdagi vagonlar guruhi (masalan, yarim ochiq vagon) ham o'qqa tushadigan og'irligidan kelib chiqib bir nechta guruhlarni o'z ichiga oladi. Bu esa bir turga mansub, ammo o'qqa tushadigan og'irliqi turlicha bo'lgan vagonlarning har bir guruhi uchun poyezd harakatiga solishtirma qarshiligini alohida-alohida aniqlashni talab etadi. Natijada turli vagonlardan tuzilgan poyezd harakatiga vagonlarning solishtirma qarshiligini aniqlash formulasi quyidagicha ko'rinish oladi:

$$\omega_0'' = \sum \left(\frac{q_j \cdot n_j}{Q} \omega_{04/08}^{(j)} \right) = \sum \left(\frac{q_{pl,kr,rf,pr} \cdot n_{pl,kr,rf,pr}}{Q} \omega_{04}^{(pl,kr,rf,pr)} \right) + \sum \left(\frac{q_{pv} \cdot n_{pv}}{Q} \omega_{04}^{(pv)} \right) + \sum \left(\frac{q_{sys} \cdot n_{sys}}{Q} \omega_{04}^{(sys)} \right) + \sum \left(\frac{q_{por} \cdot n_{por}}{Q} \omega_{04}^{(por)} \right) + \sum \left(\frac{q_8 \cdot n_8}{Q} \omega_{08}'' \right) \quad (10)$$

(8) formula elementlarini hisobga olgan holda (10) formulani quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$\omega_0'' = \sum (\lambda_j \cdot \omega_{04/08}^{(j)}) = \sum (\lambda_{pv} \cdot \omega_{04}^{(pv)}) + \sum (\lambda_{sys} \cdot \omega_{04}^{(sys)}) + \sum (\lambda_{pl,kr,rf,pr} \cdot \omega_{04}^{(pl,kr,rf,pr)}) + \sum (\lambda_{por} \cdot \omega_{04}^{(por)}) + \sum (\lambda_8 \cdot \omega_{08}'') \quad (11)$$



bunda q_j – tarkibdagi o'qqa tushadigan og'irligi bir xil bo'lgan j -guruhidagi bitta vagonning brutto og'irligi, t; n_j – tarkibning j -guruhidagi vagonlar soni; λ_j – tarkibdagi j -guruhdagi vagonlarning og'irlik bo'yicha ulushi ($\lambda_j = \frac{q_j n_j}{Q}$).

Poyezd tarkibidagi ma'lum bir turdagi o'qqa tushadigan og'irligi turlicha bo'lgan vagonlarning og'irlik bo'yicha ulushi quyidagi tenglikni qanoatlantirishi talab etiladi.

$$\sum \lambda_j = \sum \lambda_{pv} + \sum \lambda_{sys} + \sum \lambda_{pl,kr,rf,pr.} + \sum \lambda_{por} + \sum \lambda_8 = 1 \quad (11)$$

Shunday qilib, poyezd tarkibidagi vagonlar soni quyidagicha aniqlanadi:

$$m = \sum n_j = \sum \frac{Q_j}{q_j} \quad (12)$$

bunda Q_j – tarkibdagi o'qqa tushadigan og'irligi bir xil bo'lgan j -guruhidagi vagonlarning brutto og'irligi, t.

3. Natija va muhokamalar

Yuqorida metodikalar asosida o'qqa tushadigan og'irligi olti tonnadan katta ($q_{04} > 6 t$) bo'lgan 4 o'qli va 8 o'qli sistema, platforma, yarim ochiq vagon, yopiq vagon, sovutkichli vagon va o'qqa tushadigan og'irligi olti tonnadan kichik bo'lgan ($q_0 < 6 t$) 4 o'qli bo'sh vagonlardan tashkil topgan tarkib misolida harakatga vagonlarning asosiy solishtirma qarshiligi va uning poyezd og'irligiga ta'siri ko'rib chiqamiz. Poyezd tarkibidagi vagonlar turi va ular to'g'risidagi ma'lumotlar 1-jadvalda keltirilgan.

Yuklangan va bo'sh vagonlardan tuzilgan turli vagonlarning o'qqa tushadigan o'rtacha og'irligidan kelib chiqib vagonlarning poyezdlar harakatiga asosiy solishtirma qarshiligini vagon turlari kesimida (8) formula asosida aniqlash natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

Yuklangan va bo'sh vagonlardan iborat tarkibdagi turli vagonlarning poyezdlar harakatiga asosiy solishtirma qarshiligini guruhlar kesimida (11) formula asosida aniqlash natijalari 3-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Poyezd tarkibidagi vagonlar soni va ularning turi to'g'risidagi ma'lumotlar

Vagon turi	Vagonlarning turlari bo'yicha tarkibdagi ulushi, %	Vagonning bitta o'qiga tushadigan o'rtacha brutto og'irligi, t.	Guruhlar kesimidagi vagon turlari	Vagonlar turlarining guruhlar kesimidagi ulushi, %	Vagonning bitta o'qiga tushadigan brutto og'irligi, t.
1	2	3	4	5	6
4 o'qli yarim ochiq	14,7	18,5	4 o'qli yarim ochiq	7	18
			4 o'qli yarim ochiq	9	19
4 o'qli sistema	19,3	16,5	4 o'qli sistema	10	16
			4 o'qli sistema	9	17
4 o'qli boshqa vagonlar	33,2	21,0	4 o'qli platforma	10	21
			4 o'qli yopiq vagon	20	20
			4 o'qli sovutkichli vagon	10	22
8 o'qli vagonlar	9,4	16,5	8 o'qli vagonlar	8	19
			8 o'qli vagonlar	10	14
4 o'qli bo'sh vagonlar	23,4	5,0	4 o'qli bo'sh vagonlar	7	5

2-jadval

Vagonlarning poyezdlar harakatiga asosiy solishtirma qarshiligini aniqlash natijalari (vagon turlari kesimida)

Vagon turi	Harakat tezliklari, km/soat											
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
	Vagonlar harakatiga ko'rsatiladigan asosiy solishtirma qarshilik, ω_0'' , N/kN											
4 o'qli yarim ochiq	0,73	0,78	0,87	0,99	1,14	1,31	1,52	1,76	2,02	2,32	2,64	3,00
4 o'qli sistema	0,82	0,86	0,94	1,05	1,20	1,38	1,59	1,83	2,11	2,42	2,77	3,15
4 o'qli boshqa vagonlar	0,86	0,87	0,92	0,99	1,08	1,21	1,35	1,53	1,73	1,95	2,20	2,48
8 o'qli vagonlar	1,06	1,10	1,16	1,25	1,36	1,50	1,66	1,85	2,06	2,30	2,57	2,86
4 o'qli bo'sh vagonlar	1,00	1,46	1,96	2,50	3,09	3,71	4,37	5,08	5,83	6,61	7,44	8,31
$\omega_{0,ort}''$, N/kN	0,88	1,02	1,18	1,38	1,61	1,87	2,16	2,48	2,83	3,22	3,64	4,08

3-jadval

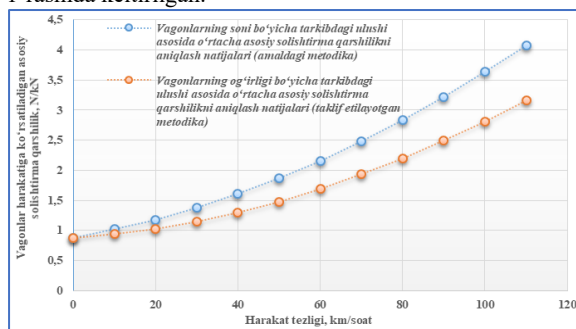
Vagonlarning poyezdlar harakatiga asosiy solishtirma qarshiligini aniqlash natijalari (guruhlar kesimida)

Vagon turi	Harakat tezliklari, km/soat											
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
	Vagonlar harakatiga ko'rsatiladigan asosiy solishtirma qarshilik, ω_0'' , N/kN											
4 o'qli yarim ochiq	0,73	0,79	0,88	1,00	1,15	1,33	1,55	1,79	2,06	2,37	2,7	3,07
4 o'qli yarim ochiq	0,72	0,78	0,86	0,98	1,12	1,29	1,49	1,72	1,98	2,27	2,59	2,93
4 o'qli sistema	0,82	0,87	0,95	1,07	1,22	1,40	1,62	1,87	2,16	2,48	2,84	3,23
4 o'qli sistema	0,81	0,86	0,93	1,04	1,18	1,36	1,56	1,80	2,07	2,37	2,71	3,07
4 o'qli platforma	0,84	0,86	0,90	0,96	1,05	1,16	1,30	1,46	1,64	1,85	2,08	2,34
4 o'qli yopiq vagon	0,85	0,87	0,91	0,98	1,07	1,19	1,33	1,50	1,69	1,90	2,15	2,42



4 o'qli sovutkichli vagon	0,88	0,90	0,95	1,03	1,14	1,27	1,44	1,64	1,86	2,12	2,41	2,72
8 o'qli vagonlar	1,02	1,05	1,10	1,18	1,27	1,39	1,53	1,70	1,88	2,09	2,32	2,57
8 o'qli vagonlar	1,13	1,17	1,24	1,35	1,48	1,64	1,83	2,05	2,31	2,59	2,90	3,24
4 o'qli bo'sh vagonlar	1,00	1,46	1,96	2,50	3,09	3,71	4,37	5,08	5,83	6,61	7,44	8,31
$\omega_0, N/kN$	0,88	0,94	1,03	1,15	1,30	1,48	1,69	1,93	2,19	2,49	2,81	3,16

Poyezd tarkibidagi vagonlarning harakatiga asosiy solishtirma qarshiligini aniqlash natijalari o'rtasidagi tafovut 1-rasmda keltirilgan.



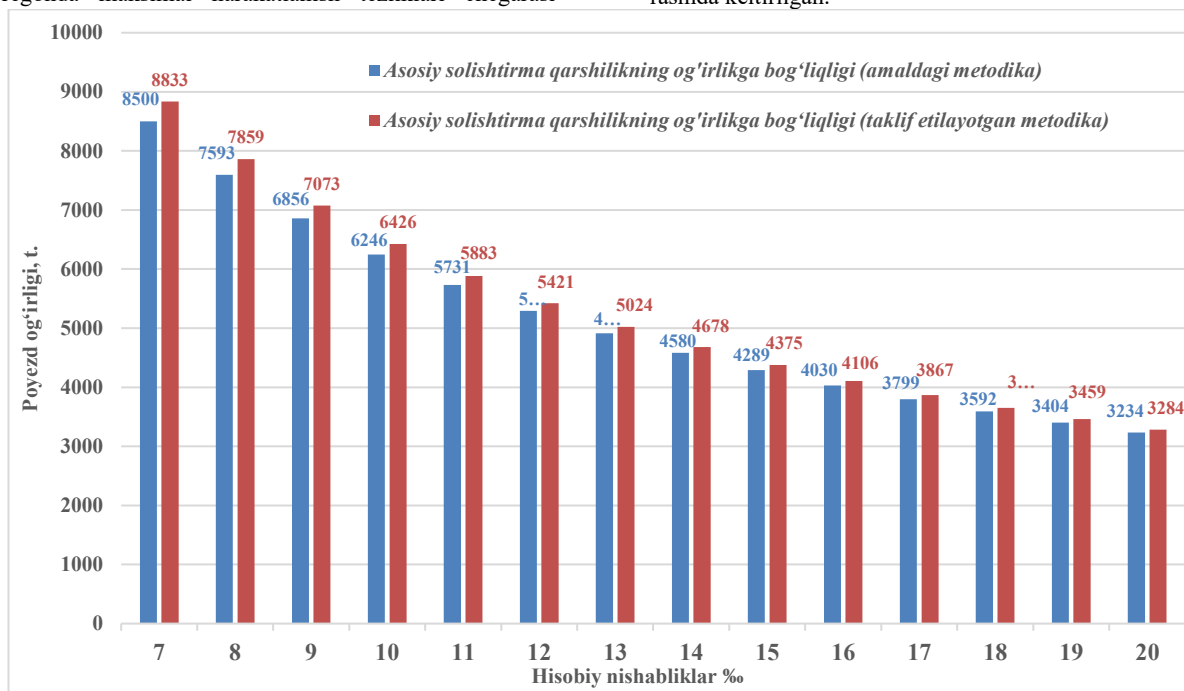
1-rasm. Poyezd tarkibidagi vagonlarning harakatiga asosiy solishtirma qarshilikni turli metodikalar asosida hisoblash natijalari

“O‘zbekiston temir yo‘llari” AJda yuk poyezdlarining peregonida maksimal harakatlanish tezliklari chegarasi

“O‘zbekiston temir yo‘llari” AJ raisining 2021-yil 24-dekabrda “Yuk poyezdlarining bekatlararo (peregon) qatnash vaqtlarini belgilash vedomosti”da belgilangan. Ushbu vedomostga asosan yuk poyezdlarining peregonida maksimal harakatlanish tezligi 50-90 km/soatni tashkil etadi.

Yuqoridagi 1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, poyezd tarkibidagi vagonlarning harakatiga asosiy solishtirma qarshiligini aniqlashda amaldagi va taklif etilayotgan metodika o‘rtasidagi tafovut harakat tezligi ko‘tarilgan sari ortib bormoqda. Bu esa o‘z navbatida uchastkada harakatlanuvchi poyezdlar og‘irligiga bevosita o‘z ta’sirini o‘tkazadi.

Uchastkada harakatlanuvchi poyezd og‘irligiga uchastkaning hisobiy nishabligi va tortuv turiga bog‘liqligi sababli tadqiqotda 3VL80C elektrovozining tortuv tavsifidan foydalanildi [7]. Tortuv turi 3VL80C elektrovozi bo‘lganda turli hisobiy nishabliklarga ega uchastkalarda harakatlanuvchi poyezd og‘irligini aniqlash natijalari 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Vagonlarni harakatga asosiy solishtirma qarshiligining poyezd og‘irligiga ta’siri

4. Xulosa

Poyezd tarkibidagi turli vagonlarni harakatga asosiy solishtirma qarshiligini aniqlashning takomillashtirilgan metodika ishlab chiqildi. Amaldagi va taklif etilayotgan metodikalar orqali vagonlarning poyezdlar harakatiga asosiy solishtirma qarshiligi o'rtasidagi tafovut o'rtacha 26,4 foizdan 29,3 foizgacha o'zgarishi aniqlandi. Taklif etilayotgan metodika orqali qarshilikni hisoblash natijasida uchastkada harakatlanuvchi har bir poyezd massasini

hisobiy nishablikka bog‘liq ravishda o‘rtacha 52 dan 333 tonnagacha yoki 1 tadan 4 ta yuklangan vagongacha oshirish imkoniyati mavjudligi asoslandi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Справочник 8-мизначная система нумерации грузовых вагонов колеи 1520 мм. 2005. – 31 p.



[2] Правила тяговых расчетов для поездной работы. 1985. – 289 с.

[3] Правила тяговых расчетов для поездной работы. 2016. – 515 с.

[4] Актуализация правил тяговых расчетов на промышленном железнодорожном транспорте: методическое пособие. – М.: ПромтрансНИИпроект, 2016. – 95 с.

[5] Машарипов М.Н., Суюнбаев Ш.М., Абляимов О.С., Хусенов У.У., Лесов А.Т. Совершенствование метода выполнения тяговых расчетов с учетом особенности разных типов вагонов // Научных журнал транспортных средств и дорог, – 2023. – №1. – С. 133-147.

[6] Машарипов М.Н., Адилова Н.Д., Суюнбаев Ш.М., Абляимов О.С., Хусенов У.У. Исследование зависимости основного удельного сопротивления движению от типа вагонов // Научных журнал транспортных средств и дорог, – 2023. – №1. – С. 85-97.

[7] <https://sites.google.com/site/tagapoezd/tagsredstv/a/electrPeremTok/15v180s>

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

Xusenov O'tkir O'ktamjon o'g'li /
Khusenov Utkir Toshkent davlat transport universiteti
"Temir yo'ldan foydalanish ishlarini boshqarish" kafedrasi doktoranti (DSc), texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
E-mail: otkirkhusenov@mail.ru
Tel.: +998 94 122 66 44
<https://orcid.org/0000-0001-7500-4741>

Suyunbayev Shinpolat Mansuraliyevich /
Suyunbaev Shinpolat Toshkent davlat transport universiteti
"Temir yo'ldan foydalanish ishlarini boshqarish" kafedrasi professori, texnika fanlari doktori (DSc), professor
E-mail: shinbolat_84@mail.ru
Tel.: +998 93 510 92 82
<https://orcid.org/0000-0002-4867-8270>



Development of a forecasting model of the change in the volume of international cargo transportation in automobile transport

F.B. Khudaynazarov¹ ^a

¹School for advanced strategic analysis of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article analyzes the changes in international freight traffic in road transport and predicts the changes in the results in subsequent periods using the least squares method. At the same time, the developed linear model is checked for reliability using the criteria of mean absolute deviation, mean square deviation, variability and correlation coefficients, the changes in export-import volumes are predicted in 2025-2027, and the necessary recommendations are developed.

Keywords: international transportation, systems analysis, export-import cargo, road transport, linear function, time series, least squares method, model, forecasting

Avtomobil transportida xalqaro yuk tashish hajmi o'zgarishining prognozlash modelini ishlab chiqish

Xudoynazarov F.B.¹ ^a

¹Strategik tahlil va istiqbolni belgilash oliy maktabi, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada avtomobil transportida xalqaro yuk tashish hajmi o'zgarishi tahlil etilgan va natijalarni keyingi davrlardagi o'zgarishlari eng kichik kvadratlar usuli yordamida bashorat qilingan. Shu bilan birga, ishlab chiqilgan chiziqli modelini o'rtacha mutloq og'ish, o'rtacha kvadratik og'ish, o'zgaruvchanlik va korrelatsiya koeffitsiyentlari mezonlari yordamida ishonchlikka tekshirilgan, 2025-2027 yillarda eksport-import xajmining o'zgarishi bashorat qilingan hamda kerakli tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: xalqaro tashish, tizimli tahlil, eksport- import yuklar, avtomobil transporti, to'g'ri chiziqli funktsiya, vaqli qatorlar, eng kichik kvadratlar usuli, model, bashoratlash

1. Kirish

Yuklarni xalqaro tashishda transport xizmati bozorining shakllanishi milliy xususiyatlarini O'zbekistonning hamda dunyoning ko'p davlatlaridagi xalqaro yuk tashish bo'yicha mavjud quyidagi uchta guruh aniqlab berdi:

- eksport-import tashishlar (aniq bir davlatda);
- xalqaro tranzit;
- yuklarni chet el tashuvchilari orqali tashish.

Bu guruhlar orasidagi printsipliy farqlar yuklarni yetkazishdagi transport-texnologik sxemalarda, transport-ekspressiya xizmatlarini tashkil qilishda, tashish uchun pul to'lash va ushbu jarayon qatnashchilarining o'zaro hisoblashuvlarida ko'rinadi.

Ulardan eng muhimi – yuklarni yetkazishdagi transport-texnologik sxemalarining huquqiy va moliyaviy-iqtisodiy jihatlari farqlab beradigan guruhlar hisoblanadi.

Masalan, eksport-import tashishlarda yuk jo'natuvchi va yuk qabul qiluvchi yukni eksport yoki import qiluvchi davlat hududida, (masalan, O'zbekistonda yoki dunyoning har qanday davlatida) bo'ladi. Bu holda xalqaro aralash yuk tashishlar murakkab bo'lib, bir necha transport turlari qatnashadi [1].

2. Tadqiqot metodikasi

Avtomobil transportida yuklarni xalqaro tashishda tadqiqotlar va tahlillar qilib, ular asosida olib borilgan ko'rsatkichlarni bashoratlash modeli ishlab chiqiladi. Bu berilgan vaqt qatorlarini tahlil qilish orqali amalga oshiriladi. Xususan, vaqtli qatorlarni eng kichik kvadratlar usuli bilan silliqlash ko'proq tarqalgan usullardan hisoblanadi [2].

Bunda hisobdagi kvadratlar yig'indisining og'ishmasi haqiqiyisiga nisbatan minimal bo'lishi kerak.

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

Bu yerda y_i vaqtli qatorning haqiqiy qiymati.

Ijtimoiy – iqtisodiy statistikada vaqtli qatorlarning analitik holatini aniqlashda asosan to'g'ri chiziqli funksiyalardan foydalaniladi [2]:

Berilgan vaqtli qatorni silliqlashda to'g'ri chiziqli funksiyadan foydalanildi [3,4].

To'g'ri chiziqli funktsiya asosida berilgan vaqtli qatorni silliqlash tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t \quad (2)$$

Bu yerda: $\hat{y}_t$ - natijalik ko'rsatkich;

a_0 — boshlang'ich qatorni silliqlangan hisobli darajasi;

a_1 - aniqlanishi kerak bo'lgan o'zgaruvchan ko'rsatkich;

t - mustaqil o'zgaruvchi.

^a  <https://orcid.org/0009-0005-7908-8061>



To'g'ri chiziqlik funksiyaning eng kichik kvadratlar usuli asosida quyidagi tenglamalar sistemasi asosida hisoblanadi.

Eng kichik kvadratlar usuliga muvofiq to'g'ri chiziqlik bog'liq o'zgaruvchilari quyidagi tenglamalar sistemasi yechimidan topiladi. Hisoblash modelini ishlab chiqish uchun 1-jadvaldan foydalanamiz, bunda boshlang'ich bekatdan oxirgi bekatga borish jarayonidagi yo'lovchilar oqimi o'rganiladi [5,6].

1-jadval

To'g'ri chiziqlik funktsiya yordamida hisoblash modelini ishlab chiqish

T / r	Yillalar	y_t	t	t^2	t^3	$y_t t$	$y_t t^2$	$\hat{y}_t$
1	2012	6179,2	-6	36	1296	-37075,0	222449,9	6839,7
2	2013	6916,9	-5	25	125	-34584,5	172922,4	6825,3
3	2014	7732,4	-4	16	64	-30929,4	123717,7	6900,5
4	2015	8026,3	-3	9	27	-24078,8	72236,5	7065,2
5	2016	6637,8	-2	4	8	-13275,7	26551,4	7319,4
6	2017	7013,3	-1	1	1	-7013,3	7013,3	7663,2
7	2018	8007,5	0	0	0	0,0	0,0	8096,6
8	2019	8479,2	1	1	1	8479,2	8479,2	8619,4
9	2020	8762,3	2	4	8	17524,6	35049,3	9231,8
10	2021	10412,3	3	9	27	31237,0	93710,9	9933,8
11	2022	11901,3	4	16	64	47605,4	190421,5	10725,3
12	2023	10892,4	5	25	125	54462,0	272309,8	11606,3
13	2024	12443,2	6	36	216	74659,0	447954,2	12576,9
Jami		113404,1	0	182	4550	87010,5	1672815,9	113403,4

Noma'lum parametrlarni aniqlash uchun normal tenglamalar tizimi a_3 , a_1 va a_2 quyidagicha yoziladi:

$$\begin{cases} Na_0 + a_1 \sum t = \sum y; \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum yt; \end{cases} \quad (3)$$

Bu yerda y - berilgan qatorning darajasi;
N- qatorlar soni;

Agar t ning toq darajalar yig'indisi nolga teng ($\sum t = 0$) bo'lsa, butun tizimni ancha soddalashtirish mumkin:

$$\begin{cases} Na_0 + a_1 \sum t = \sum y; \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum yt; \end{cases} \quad (4)$$

Bunda:

$$a_0 = \frac{\sum y}{N}; a_1 = \frac{\sum yt}{\sum t^2}, \quad (5)$$

Tadqiqotda avtomobil transportida xalqaro yo'nalishlarda yuk tashish hajmlari 2012 – 2024 yillar mobaynida tashilgan eksport – import tashuvlari hajmi

tanlab olindi va ushbu yuk oqimi o'zgarishi yillar bo'yicha va keyingi yillar uchun prognozi ko'rib chiqildi [7,8].

Olingan ma'lumotlar asosida yordamchi jadval tuzib (2-jadval) tenglamalar sistemasini va hisoblash modeli aniqlandi.

$$\begin{cases} 13a_0 = 113404,1 \\ 182a_1 = 87010,5 \end{cases}$$

Parametrlar:

$$a_0 = \frac{113404,1}{13} = 8723,389; a_1 = \frac{87010,5}{182} = 478,08$$

Olingan natijalar bo'yicha prognoz modeli aniqlandi:

$$\hat{y}_t = 8723,389 + 478,08t \quad (6)$$

Amaliyotda bashoratlash modelini tanlab olishda hisoblab topilgan modellar mezonlar asosida solishtirilib, ulardan talabga javob beradigani tanlab olinadi. Bunda quyidagi mezonlardan foydalaniladi:

o'rtacha absolyut og'ishma

$$|A| = (y_t - \hat{y}_t) \quad (7)$$

-o'rtacha kvadratik og'ishma:

$$\delta = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2} \quad (8)$$

- o'zgaruvchanlik (variatsiya) koeffitsiyenti:

$$v = \frac{\delta}{\bar{y}} \cdot 100\% \quad (9)$$

- R korrelyatsiya koeffitsienti:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{\sum_{i=1}^n (y_t - \bar{y})^2} \quad (10)$$

bu yerda: $y_t, \hat{y}_t, \bar{y}_t$ - vaqt qatorining boshlang'ich, nazariy va arifmetik o'rtacha darajalari; n - parametrlar (qatorlar) soni [9].

2-jadval

Bashoratlash modelini mezonlar asosida tahlili

Hisobot davri, yil	$\hat{y}_t = 8723,389 + 478,08t$	
	$y_t - \hat{y}_t$	$(y_t - \hat{y}_t)^2$
2012	-660,5	436282,7
2013	91,6	8387,8
2014	831,9	692016,0
2015	961,1	923688,2
2016	-681,6	464581,3
2017	-649,9	422412,9
2018	-89,1	7933,3
2019	-140,2	19663,6
2020	-469,5	220452,8
2021	478,5	228991,9
2022	1176,1	1383126,5
2023	-713,9	509677,5
2024	-133,7	17877,8
Jami:	0,6	5335092,4

Jadvalda hisoblangan ma'lumotlar boyicha solishtirish mezonlari hisoblab chiqiladi (2- jadval).

3. Natija va muhokamalar

Yuqorida keltirilgan formulalar va 2-jadval yordamida quyidagi mezonlar hisoblanadi: $|A|$, σ , v va R^2 .

3-jadval

Ishlab chiqildan modellarni mezonlarni hisoblash jadvali

Ishlab chiqilgan model	Mezonlar			
	$ A $	σ	v	R^2
$\hat{y}_t = 8723,389 + 478,08t$	0,6	2309,78	33,8	0,95



Tahlil shuni ko'rsatadiki, parabolik funksiya asosida olingan model barcha mezonlar bo'yicha qo'yilgan talablarga javob beradi, shu sababli prognoz qilish uchun ushbu modelni qabul qilamiz [10].

Kvadratik parabola asosida ishlab chiqilgan modelga ko'ra avtomobil transportida tashilgan konteynerlar soni 2025 – 2027 yillar uchun prognoz qiymatlari quyidagi ko'rishda bo'ladi:

$$\hat{y}_t = 8723,389 + 478,08t$$

2025 – yil uchun ($t=7$)

$$\hat{y}_t = 8723,389 + 478,08 \cdot 7 = 12569,95 \text{ m.t.}$$

2026 – yil uchun ($t=8$)

$$\hat{y}_t = 8723,389 + 478,08 \cdot 8 = 12808,03 \text{ m.t.}$$

2027 – yil uchun ($t=9$)

$$\hat{y}_t = 8723,389 + 478,08 \cdot 9 = 13026,11 \text{ m.t.}$$

4. Xulosa

Xalqaro yo'nalishlarda avtomobil transportida tashilgan yuk hajmlarini o'zgarishini ifodalash maqsadida ishlab chiqilgan model va prognoz natijalariga ko'ra tashilayotgan yuk hajmi yildan yilga o'sib borishi kuzatilmoqda. Yuklarni xalqaro tashishda avtomobil transportining iqtisodiy samaradorligini oshirish nuqtai nazaridan ham xalqaro tashishda turli transportlar harakatini muvofiqlashtirish masalalariga alohida e'tibor qaratish zarur.

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

Xudaynazarov
Furqat
Baxtiyorovich /
Khudaynazarov
Furkat
Bakhtiyorovich

Strategik tahlil va istiqbolni belgilash
oliy maktabi, mustaqil tadqiqotchisi.
E-mail: saidvishkal@gmail.com
Tel.: +998931117727
<https://orcid.org/0009-0009-2998-3964>



Study of the causes of corrosion in the insulating materials of traction motors

O.T. Kasimov¹^a, R.M. Isroilov¹^b, Z.T. Isomov¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article presents information on ways to improve the reliability of locomotive traction motors and useful methods for their repair by optimizing the distribution of loads between the components of the insulation material in the traction electric motor system, increasing its power, and adapting the potential load levels of the insulation layers to their functional purpose. It also emphasizes the main causes of damage to the insulation materials, concepts such as wear of the insulation materials in the motor, and possible ways to prevent such situations are explained through formulas and calculations.

Keywords: Insulation, cooling system, wear, permeability, moisture content, thermal load

Tortuv elektr dvigatelining izolyatsion materiallarida uchraydigan shikastlanishlarni sabablarini o'rganish

Kasimov O.T.¹^a, Isroilov R.M.¹^b, Isomov Z.T.¹^c

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada tortuv elektr dvigatelining sistemasida izolyatsiya materialining tarkibiy qismlari o'rtasida yuklanishining taqsimlanishini optimallashtirish, quvvatini oshirish va izolyatsiya qatlamlarining potensial yuklanish darajalarini ularning funksional maqsadiga moslashtirish orqali lokomotiv tortuv dvigatellarining ishonchligini oshirish yo'llari va uni ta'mirlashdagi foydali yo'llar haqida ma'lumotlar keltirib o'tilgan. Hamda izolyatsiya materiallarida uchraydigan shikastlanishlarning asosiy sabablari, dvigateldagi izolyatsiya materiallarining eskirish kabi tushunchalarga urg'u berib o'tiladi va bunday holatlarni oldini oluvchi ehtimoliy yo'llar formula va xisob kitoblar orqali ayon etiladi.

Kalit so'zlar: Izolyatsiya, sovutish tizimi, eskirish, o'tkazuvchanlik, namlanish darajasi, termik yuklanish

1. Kirish

Tortuv elektr dvigateli lokomotivning elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beruvchi lokomotivning eng asosiy qismlaridan biri hisoblanadi, uning izolyatsiyasi tortuv elektr dvigatelida ehtimolli bo'lishi mumkin bo'lgan yuklanish va shu yuklanishni oqibatida bu tortuv elektr dvigatelining ishdan chiqishini oldini oluvchi asosiy elementi hisoblanadi. Izolyatsiya materialining tarkibiy qismlari o'rtasida elektr yuklanishlarining taqsimlanishini optimallashtirish va izolyatsiya qatlamlarining potensial yuklanish darajalarini ularning funksional maqsadiga moslashtirish orqali lokomotiv tortuv dvigatellarining izolyatsiyasining ishonchligini oshirishdan iborat. Izolyatsiya turli xil vaziyatlarda, masalan; yuqori kuchlanish, turli xil issiq sovuqyoki yog'ongarchiliklarda uni stabil ishlashini ta'minlashga xizmat qiladi [1].

2. Tadqiqot metodikasi

Bugungi kunda temir yo'l transportida tortuv elektr dvigatellarining izolyatsiyasini takomillashtirish tizimida turli xil muammolar jumladan uni turli xil haroratlarda va doimiy yuklanishlar ostida ishlatish natijasida muammolar yuzaga kelmoqda hamda qo'shimcha ravishda undagi

sovutish qismidagi nosozliklar ham yana bir asosiy sabablardan biri hisoblanadi.

Bunda biz NB-418k tortuv elektro dvigatelining izolyatsion tuzilishini ko'rib chiqamiz. Bu tortuv elektro dvigateli turli xil ob xavo sharoitlarida ishonchligi bilan ajralib turadi.

Quyida keltirilgan rasmda esa biz izolyatsiyalangan NB-418K tortuv elektro dvigateli yakori va uni izolyatsiya bilan qoplangan xolatida ko'rishimiz mumkin(1):



1-rasm. izolyatsiyalangan NB-418K tortuv elektro dvigateli yakori va uni izolyatsiya bilan qoplangan xolatida

^a <https://orcid.org/0000-0003-1918-0294>

^b <https://orcid.org/0009-0008-5974-924X>

^c <https://orcid.org/0009-0003-1287-9788>

Bu tortuv elektro dvigatelining izolyatsiyasi asosan slyuda moddasi va izolyatsion qog'oz ishtirokida tayyorlangan. hamda qanday qilib tortuv elektr dvigatelidagi nosozliklarni aniqlay olamiz va bu bizga unda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan jiddiy zararlarni oldini oladigan yo'llarni ko'rib chiqmiz [7].

- Tebranishning oshib ketishi: Ishlash davomida noodatiy yoki kuchli vibratsiya bilan ishlayotgan bo'lsa bu tortuv elektr dvigatelida kamchilik borligini va uni zudlik bilan tekshirish zarurligini bildiradi.

- Noodatiy tovushlar: Turli xil tovushlar, shovqinlar tortuv elektr dvigatelida kamchilik borligini yana bir sababi.

- Ruhsat etilgan haroratning oshib ketishi: agar tortuv elektr dvigateli odatdagidan ortiq qizib ketsa unda kamchilik borligini yoki yuklanishning oshib ketganini bildiradi.

- Tortuv kuchini yo'qolishi: lokomotivning qo'zg'alishida uning sezilarli darajada qo'zg'alishining kamayishi bunda tortuv elektr dvigatelida nosozlik bor ekanligini ko'rsatadi.

- Tutun yoki kuygan hidi: ko'zga ko'rinadigan darajada tutun yoki sezilarli kuygan hidi tortuv elektr dvigatelidagi kamchilikning belgisi.

- USTA tizimidagi indikatorlarning yonishi.

- Mexanik shikastlar; tortuv elektr dvigatelidagi darzlar, yoriqlar yoki shunga o'xshash mexanik shikastlar unda kamchilik borligini bildiradi.

Hamda shuni qo'shimcha qilib o'tish kerakki tortuv elektro dvigatelini doimiy ravishda nazorat qilish harakat havfsizligini va nojo'ya holatlarni oldini oladi. [15]

Tortuv elektro dvigateliga tushadigan yuklanishlarni hisobga olgan holda, ekspluatatsion va texnologik omillar ta'sirida tortuv elektr mashinalarini izolyatsiyalashda sodir bo'ladigan fizik jarayonlarni o'rganishga qaratilgan ilmiy tadqiqot dasturi, albatta, ko'p qatlamli izolyatsiyalarda kuchlanish tarqalish qonuniyatlarini o'rganish bilan bog'liq masalalarni o'z ichiga olishi kerak. Tortuv elektr dvigatelida izolyatsiyaning yemrilishi asosan ortiqcha yuklanish tufayli yuzaga keladi. Buni hisoblashda bizga dielektrik material ya'ni izolyatsiya materialning qancha kuchlanishga yoki qancha temperaturaga bardosh berishini bilishimiz kerak bo'ladi. Quyida keltirilgan hisob kitoblarda izolyatsiya yemrilishiga sabab bo'ladigan xolatlarni ko'rib chiqamiz:

1. Izolyatsiya materialining yuqori kuchlanishga bardoshliligi [7]

(U_b) materialning turi va qalinligiga bog'liq.

$$U_b = E_d \cdot d$$

bu yerda:

E_d - izolyatsiya materialining dielektrik kuchi (V/m)

d - izolyatsiya materialining qalinligi (m)

Masalan: slyudadan tayyorlangan materialning dielektrik kuchi 25 kV/mm va izolyatsiya qalinligi o'rtaacha 0.015m.

$$U_b = E_d \cdot d = 25 \cdot 0.015 = 37,5 \text{ V ga teng bo'ladi.}$$

2. Kuchlanishga chidamlilikni hisoblash

Kuchlanishga chidamlilik U_s

$$U_s = \frac{U}{d}$$

U - kuchlanish (V)

d - chulg'amdagi simning qalinligi.

Masalan, NB 418k tortuv elektrodvigatelidagi U (kuchlanish) 790 kVt simlarining qalinligi o'rtaacha 1,5 mm

$$U_s = \frac{790 \cdot 10^3}{1,5 \cdot 10^{-3}} = 526 \text{ kV/mm}$$

Agarda $U_s > E_d$ bo'lganda izolyatsiya yemrilishi xosil bo'ladi.

3. Dvigatelni qizishga tekshirish

Dvigatelni qizishi davomida izolyatsiya materialining eskirishini tezlashtiradi. Buni hisoblashda Arrenius

tenglamasidan foydalaniladi - $t = t_0 \cdot e^{\frac{E_a}{k}(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0})}$

bu yerda

t - izolyatsiya materialning taxminiy xizmat davri(soatlarda)

t_0 - normal haroratda ishlash vaqti-20000 soat=20000·3600=72·10⁶sek

E_a - faollashtirish energiyasi(J)

K - Boltsman doimiysi (1.38·10⁻²³ J/K)

T - ishlash davomidagi temperatura (K)

T_0 - ruhsat etilgan temperatura (K)

Agar tortuv elektr dvigateli normadan yuqori temperaturada ishlasa bu uning izolyatsiyaning xizmat qilish muddatini qisqarishiga sabab bo'ladi.

Misol uchun $E_a=1.44 \cdot 10^{-19}$ J, $t_0=20000$ soat, $T_0=403$ K(130°C), $T=433$ K(160°C), $e=0.1661$

$$t = t_0 \cdot e^{\frac{E_a}{k}(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0})} = e^{\frac{1.44 \cdot 10^{-19}}{1.38 \cdot 10^{-23}}(\frac{1}{433} - \frac{1}{403})} = 200 \cdot 3600 \cdot e^{1.774} = 1.22 \cdot 10^7 \text{ sek} = 3392 \text{ soat}$$

Bundan kelib chiqadiki agar temperatura me'yoridan qancha yuqori ishlasa u 20000 soatdan deyarli 3400 soatgacha qisqarishi mumkin.

4. Izolyatsiyadagi magnit maydon intensivligi.

Elektr dvigatelning izolyatsiya qatlamiga magnit maydon kuchi uning dielektrik kuchida pastroq bo'lishi kerak.

$$E = \frac{U}{d}$$

bu yerda: E - magnit maydon intensivligi (kV/m)

U - Tortuv elektr dvigatelidagi kuchlanish (kV)

d - izolyatsiyaning qalinligi (m)

Masalan: Tortuv elektr dvigateli uchun 790kV , $d=1.5 \cdot 10^{-3}$ m (izolyatsiya qalinligi)

$$E = \frac{790 \cdot 10^3}{1.5 \cdot 10^{-3}} = 526,6 \text{ MV/m}$$

Agar shu qiymat yuqorida keltirilgan E_d dan katta bo'lib ketsa izolyatsiya qatlamida darzlar yuzaga kela boshlaydi.

5. Izolyatsiya materiallarning qarshiligini hisoblash [12,13]

Izolyatsiya materiali meyorida ortiq qizib ketganida yuzaga keladi va quvvat yo'qotilishi yuzaga keladi. Izolyatsiya materialining qizishi oqibatida quvvat yo'qotilishi quyidagicha ifodalaniladi:

$$P = \frac{U^2}{R}$$

bu yerda: P - quvvat yo'qolishi (W)

U - izolyatsiya bo'ylab kuchlanish yuklanishi(V)

R - izolyatsiya qarshiligi(Ω)

Izolyatsiya qarshiligi quyidagicha ifodalanadi

$$R = \rho \cdot l/S$$

bu yerda: ρ - izolyatsiya materialining nisbiy qarshiligi (Ωm)

l - izolyatsiya materialining qalinligi(m)

S - izolyatsiya materialining yuzasi (m²)



Misol uchun : Slyudadan bo'lgan izolyatsiya uchun $p=10^{12}\Omega m$, qalinligi esa $1.5\cdot 10^{-3}m$ ($0,015m$), va yuzasi $0,1m^2$.

$$R = \frac{0.015 \cdot 10^{12}}{0,1} = 15 \cdot 10^{10} \Omega$$

Agar kuchlanish $U=790kV$

$$P = \frac{(790 \cdot 10^3)^2}{15 \cdot 10^{10}} = 4.16 W$$

Agar bu energiya tarqalmasligi oqibatida izolyatsiya qatlamida darzlar yuzaga keladi.

6. Qisman razryadlanishning boshlang'ich kuchlanishi

Kuchlanishning qisman yo'qotilishi qachonki izolyatsiyada bo'shliqlar yuzaga kelganda yuzaga keladi. Buni quyidagicha ifodalanaadi.

$$U_{PDIV} = 3 \cdot \left(\frac{d}{\epsilon_r}\right)^{0,5}$$

bu yerda: U_{PDIV} kuchlanishning doimiy yo'qotilishi miqdori (V),

d – izolyatsiya materialining qalinligi(m)

ϵ_r - izolyatsiyaning nisbiy o'tkazuvchanligi

Misol uchun: Slyuda uchun $\epsilon_r = 6$ va $d = 2 \cdot 10^{-3}m$

$$U_{PDIV} = 3 \cdot \left(\frac{2 \cdot 10^{-3}}{6}\right)^{0,5} = 3 \cdot 0,018 = 0.05V$$

Agar amaldagi kuchlanish $0.05V$ dan oshsa kuchlanishning qisman yo'qotilishi yuzaga keladi.

3. Natijalar

Termik yuklanishlarning ortishi tufayli elektr dvigatellarda issiqlik jarayonlarini to'liq tahlil qilish zarur bo'ladi. Bu issiqlik oqimlarining dvigatel bo'ylab uch o'lchovli taqsimlanishini, haroratga bog'liq bo'lgan materiallarning termofizik xususiyatlarining o'zgarishini, yakor qismida issiqlik manbalarining notekis taqsimlanishini, sovutish muhitini isitishni hisobga olgan holda amalga oshirilishi kerak. Magistr al elektrovozlarining tortuv elektr dvigatellari qiyin ish sharoitida ishlaydi. Ular temir yo'lining notekisligi, atrof-muhit haroratining kuchli o'zgarishi ($+40$ dan -50 °C gacha) va kontakt tarmog'idagi kuchlanishning mumkin bo'lgan keskin tebranishlaridan kelib chiqadigan sezilarli dinamik kuchlarga duchor bo'ladi. Harakat davomidagi qarshiligi nominalga nisbatan ikki yoki undan ko'p marta kamayganda tortuv dvigatelining aylanish tezligi oshishi mumkin va tok kuchi, yuklanishi, ayniqsa poyezdni ishga tushirganda, nominaldan ikki baravar ko'payishi mumkin. Har qanday uchastka bo'ylab yurish paytida dvigatelning yuklanishi turli yo'l profilari, o'zgaruvchan lokomotiv tezligi va kontakt tarmog'idagi kuchlanishning o'zgarishi tufayli o'zgaradi. Shunday qilib, generator tomonidan ishlab chiqilgan quvvat juda keng chegaralarda o'zgaradi. Natijada, chiziqdagi tortuv elektr dvigatellarining ish sharoitlarini to'liq tavsiflovchi nominal quvvatni tanlash deyarli mumkin emas. Tortuv elektr dvigatellar keskin o'zgaruvchan yuklanishlar bilan ishlashini va ularning qismlarining maksimal haroratiga ma'lum bir yuklanishning uzoq muddatli ta'sirida ham, qisqa muddatli kattaroq yuklanish ta'sirida ham erishish mumkinligini hisobga olinishi kerak.

4. Xulosa

Natijalar shuni ko'rsatadiki, elektravozlarda yoki teplavozlarda tortuv elektr dvigatellarning izolyatsiyasini optimallashtirish birinchi navbatta harakat havfsizligini ta'minlash, uning xizmat qilish muddatini oshirish, ortiqcha energiya sarfini kamaytirish, foydali ishning ortishi va ortiqcha yuklanishlardan xalos bo'lishni ta'minlaydi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Аветисян Д.А., Бертинов А.И. Многоэтапные процессы выбора оптимальных размеров электрических машин. - Электричество, 1966, № 6, с.69-74.
- [2] Аветисян Д.А., Бертинов А.И. Динамическое программирование расчета оптимальных электрических машин на ЦВМ. - Электричество, 1966, № II, с. 46-50.
- [3] Аветисян Д.А., Страхова Г.Н., Хан В.Х. Решение задач оптимального проектирования электрических машин с помощью разбиения на подзадачи. - Электричество, 1975, № 4, с.53-56.
- [4] Аветисян Д.А., Соколов В.С., Хан В.Х. Оптимальное проектирование электрических машин на ЭВМ. - М.: Энергия, 1976, 208 с.
- [5] Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука, 1976, 279с.
- [6] Jamilov Sh.F. Modern temperature sensors for the assessment of the permissible thermal state of electric traction machines of a locomotive tractor / Sh.F. Jamilov // Acta of Turin Polytechnic University in Tashkent. – 2023. - Vol. 41 – 44. (05.00.00; № 25).
- [7] Jamilov Sh.F. Studying factors determining the service life of electric machines / Sh.F. Jamilov // Acta of Turin Polytechnic University in Tashkent. – 2023. - Vol. 25 – 29. (05.00.00; № 25).
- [8] Анализ показателей надежности локомотивных тяговых электродвигателей / Ш.Ф. Жамилов, Ш.А. Саматов, А.М. Юсуфов, С.М. Азимов, Ш.Х. Абдурасулов // Материалы Второй Международной научно-технической конференции «Железнодорожный подвижной состав: проблемы, решения, перспективы» - Т.: ТТТУ, 2023. – С. 145 – 150. (05.00.00; ОАК Раёсатининг 2023 йил 1 апрелдаги 336/3-сон қарори).
- [9] Исследование показателей надежности тяговых электрических машин / Ш.Ф. Жамилов, Ш.А. Саматов, Б.Х. Бегалиева, С.С. Гайбуллаева // Universum: технические науки: электрон. научн. Журн, 2023. – С. 16 - 19. DOI: 10.32743/UniTech.2023.108.3
- [10] Improvement of Diagnostics of Traction Electrical Motors of Railway Rolling Stock / Sh. Jamilov, O. Kasimov, S. Azimov, Z. Keldibekov // AIP Conference Proceedings. – Namangan, 2022. – Vol. 3045 B, - 050041. (<https://doi.org/10.1063/5.0197378>) – P. 1-6 (Scopus IF = 2,16).
- [11] Improving the temperature resistance of traction electric motors using a microprocessor control system for modern locomotives / Sh.F. Jamilov, O. Ergashev, M. Abduraxobov, S. Azimov, Sh. Abdurassulov // E3S Web of Conferences. – Conmechhydro. - 2023. – Vol. 401. – 03030.



– P. 1 – 8 (<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340103030>) (Scopus IF = 2,16).

[12] Remaining life of main frame and extension of service life of shunting Locomotives on railways of Republic of Uzbekistan / A.M. Yusufov, O.R. Khamidov, Sh.I. Kudratov // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 365. – C. 05008 (<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336505008>) (Scopus IF = 2,16).

[13] Research of factors affecting the heating and cooling of locomotive traction electric machines / Sh. Jamilov, A. Yusufov, Sh. Samatov, Sh. Kudratov, Sh. Abdurasulov // International Conference on Thermal Engineering: Theory and Applications, ICTEA, 2024. – Vol. 301. – 0230. – P. 1 – 6 (Scopus IF = 2,16).

[14] Analysis of experimental studies of transient processes during the start-up of the protection of the diesel generator set / Sh.F. Jamilov, U.I. Safarov, Kh.R. Kosimov, N.V. Julenev // International Conference on Thermal Engineering: Theory and Applications, ICTEA, 2024. – Vol. 301. – 0230. – P. 1 – 5 (Scopus IF = 2,16).

[15] “O‘ztemiryo‘lmashta‘mir” korxonasi sharoitida elektr mashinalarining izolyatsiyani dielektrik xususiyatlarini tiklash / Sh.F. Jamilov, A.A. Shoimqulov // Scientific progress (scientific journal). Tashkent 2021/01. Vol.1 Issue 3. 140-144.

[16] Современные методы диагностирования асинхронных тяговых электродвигателей электропоездов / Ш.Ф. Жамилов, С.М.Азимов, У.И.Сафаров // Образование и наука в XXI веке, 2022. – С. 1370-1378.

[17] Elektr mashinalarning izolyatsiya parametrlarini almashtirish sxemasi bilan tekshirish / Sh.F. Jamilov, A.T. Djanikulov, A.R. Miravazov // The journal of academic research in educational sciences, 2021. – B. 877-882.

[18] O‘zgarmas tokda ishlaydigan elektr mashinalarning haroratni o‘lchash usullari / Sh.F. Jamilov, O.T. Kasimov, Sh.X. Abdurasulov// Transportda resurs tejankor texnologiyalar xalqaro ilmiy-texnikaviy anjumani. - 2022. - B. 37-39.

[19] O‘zgarmas tokda ishlaydigan tortuv elektr motor chulg‘amlarini issiqlik holatini tahlil qilish / Sh.F. Jamilov, B.X. Begalieva, S.S. Gaybullaeva // Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 2023. – B. 491 – 496.

[20] Электр машиналарни таъмирлаш жараёнини ўрганиш / Ш.Ф. Жамилов А.Б. Абдухамидов // Бакалаврият талабаларнинг ёзги амалиёт бўйича XIV илмий конференция, 2019. – B. 101.

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

Kasimov Obidjon Toirjonovich / Kasimov Obidjon Toirjonovich	Toshkent davlat transport universiteti “lokomotivlar va lokomotivxo‘jaligi” kafedrası tfn dotsent E-mail: kasimom7072726@mail.ru Tel.: +998974334342 https://orcid.org/0000-0003-1918-0294
Isroilov Ruslan Maqsud o‘g‘li/ Isroilov Ruslan Maqsud ugli	Toshkent davlat transport universiteti “lokomotivlar va lokomotiv xo‘jaligi” kafedrası magistratura talabasi. E-mail: ruslanmisroilov@gmail.com Tel.: +998909090519 https://orcid.org/0009-0008-5974-924X
Isomov Ziyodjon Toshpo‘lat o‘g‘li / Isomov Ziyodjon Toshpulat ugli	Toshkent davlat transport universiteti “Lokomotivlar va lokomotiv xo‘jaligi” kafedrası magistratura talabasi E-mail: isomovziyodjon8902@gmail.com Tel.: +998914668902 https://orcid.org/0009-0003-1287-9788



Mathematical model of railway plan

A. Artykbaev¹^a, M.M. Toshmatova¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The long-term practice of drawing up a railway plan is based on a curve formed by the projection of the center of the rolling stock onto a horizontal plane. At the same time, this curve is considered flat. The railway plan itself consists of straight parts and a curved part connecting these straight parts. The existence of a curved part in the railway plan is natural. The work substantiates that the railway plan in the curved part can be interpreted as a spatial curve and a natural trihedron can be constructed. With the help of this, the Frenier formula is determined. This formula, from the course on differential curve geometry, is proposed to be accepted as a mathematical model of the railway plan. Frenier's formula is a system of differential equations. Moreover, this system has a solution for a given curvature and torsion. Thus, it is possible to find the equation of the curve of the part of the railway plan.

Keywords:

railway plan, radius of a curve, curvature of an osculating circle, osculating plane, railway design, torsion, arc length, osculating trihedron

1. Introduction

The railway plan consists of straight line and curved parts [1].

From an economic point of view, the straight part of the road is more profitable. But the terrain, natural barriers, and settlements do not allow it, it will build a road consisting only of straight parts [2]. Therefore, the straight parts of the road are connected using a curve [3].

When designing railways, the railway plan in the curved part is considered as a flat curve [1],[4]. But there are methods for modeling the railway plan, in which the curved part is considered as a spatial curve [5], [6].

In this paper, it is proved that in the curved part, the railway plan is a spatial curve.

The method of linking the railway to the plan, accompanying the natural trihedron, is indicated [8]. This trihedron allows an analog the Frenier formula for the railway plan. Determining the curvature from the torsion of the curve makes it possible to find the equation of the curve having this curvature and torsion [9]. When determining the initial conditions, the requirements for the geometric shape of the curve of the railway plan are taken into account [10], [11], [12].

The Frenier formula is proposed as a mathematical model of the curve of a part of the railway plan.

2. Research methodology

Main elements of a railway plan

The railway plan is the projection of the track axis onto a horizontal plane. The horizontal plane is understood as a plane that is the tangent plane of the globe.

The railway plan consists of straight and curved sections. Straight sections can be part of a straight line lying on a horizontal plane or a plane other than horizontal. Curvilinear sections can also be flat or spatial.

From an operational point of view, it is convenient and profitable to have only straight sections on a horizontal

plane. Even straight sections of non-horizontal sections are difficult to operate.

But designing a railway in the form of only straight sections is impossible. This impossibility is due to the terrain, natural features and environmental requirements of the area. The population of the area plays an important role in planning. These obstacles make it necessary to connect straight sections with curved sections. There cannot be corner points in a railway plan. But the angle between straight sections is called the line turning angle and is an important parameter of the railway plan [1].

For economic and technical reasons, it is advantageous to use arcs of one circle on curved sections of the railway plan. The radius of this circle is called the path radius. But the topographical and geological conditions of the terrain require the use of more complex curves other than a circle. Sometimes these curves will not be flat.

The turning angle and radius of the curve are important in railway design. Moreover, the rotation angle can take any value depending on the complexity of the roads. But the radius of the curve cannot take arbitrary values. Because with small values of the radius, it is impossible to organize the movement of the train. But from a construction point of view, it is more expedient to have curves of small radii, which will ensure the shortness of the road.

One of the important factors of a road is its brevity, that is, its geodesic city. Therefore, straight sections that are geodesic have priority. But in this case, difficulties also arise related to the technical capabilities of transport traction. When a straight section is located on a non-horizontal plane, these difficulties are associated with the rise of the road relative to the horizontal plane. To get around this difficulty, you sometimes have to use a curved road in the form of a spiral.

When designing a railway, one should take into account factors related to the need to limit the speed of trains, lengthening roads, increasing the wear resistance of rails, increasing costs for the ongoing maintenance of the upper structure of the track, reducing the coefficient of adhesion of locomotive wheels to the rail, many facts related to electrification, and avoiding various obstacles.

^a <https://orcid.org/0000-0001-6228-8749>

^b <https://orcid.org/0009-0006-2781-9325>



The purpose of this article is to build a mathematical model of the railway track, taking into account the given basic elements of the railway track plan.

Modern methods for designing plan and longitudinal profile of railways

Railway planning has quite deep scientific roots; in addition, it is based on many years and repeated experience of operating railways.

The railway plan, as a projection of the track axis onto a horizontal plane, has the shape of a trace of a point, that is, it is a curved, outlined projection of the track axis onto a horizontal plane. (Figure 1).

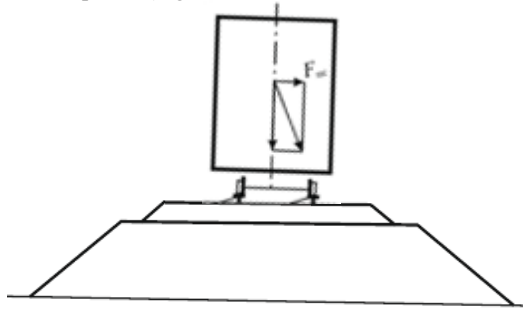


Fig. 1. The railway profile in the straight part of the road

In the straight part of the road, the road plan drawing represents a straight line on a horizontal plane.

But when the train moves along a curved section, the position of the train corresponds to another drawing (Fig. 2).

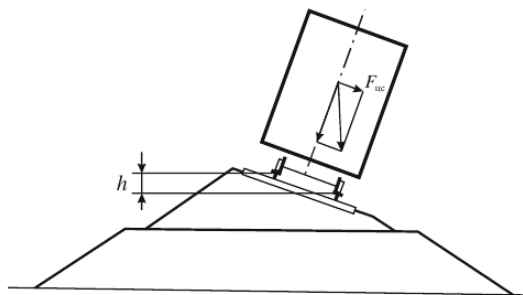


Fig. 2. The railway profile on the curved part of the road

This is explained by the fact that the train is acted upon by a force proportional to the square of the speed of the train and directed from the center of the touching circle of the curve at this point. Under the influence of this force, a significant overload of the outer rail occurs. To avoid this impact, the elevation of the outer rail in relation to the inner one is established [2].

There are regulatory documents that determine the value of the rail elevation so that the overload of the outer rail does not exceed the permissible value. Achieving the required reduction in centrifugal force will be possible by reducing the speed of movement [3].

In addition, there are many normative documents on railway design that take into account the main elements of the railway plan. With such methods, analytical expressions related to the railway plan are used [1]. In many cases, mathematical models are used in the reconstruction of existing railways [4], they are used to reconstruct the plan of railways [5], [6].

E.P. Lenchenkova's candidate dissertation "Development of a mathematical model of the railway route

for the reconstruction of the track", using the mathematical model she built, recommendations were given for the reconstruction of existing railways [6].

The idea that the railway route in the curved part will be a spatial curve was expressed in the work of A.S. Panarin "Mathematical models in the routing of railways," but this idea has not been used in practice [7].

In existing scientific works related to the railway track plan model, it is considered as a curve on a horizontal plane. Therefore, the use of these models does not provide the desired accuracy in project implementation.

Railway track plan curve

To clarify the geometry of the curve reflecting the plan of the railway track, we present some theories and curves from differential geometry associated with the spatial curve.

A curve is called plane if all points of the curve belong to the same plane. This plane can be horizontal or arbitrary, that is, spatial relative to the horizontal plane.

For curves, the concepts of curvature and torsion are introduced. The curvature of a curve characterizes its deviation from a straight line, which is tangent to this curve. In order to understand the torsion of a spatial curve, you need to become familiar with the concept of an osculating plane of the curve.

Let γ be some spatial (not lying on the same plane) curve and M a point belonging to this curve. There are infinitely many planes passing through the point M and along the tangent space. Among these planes there is a plane. α —close plane to γ . This plane is called the osculating plane of the curve γ at the point M . Obviously, for a plane curve the osculating plane is this plane itself.

If the curve γ is given by the vector equation

$$\vec{r}(s) = \vec{x}(s)i + \vec{y}(s)j + \vec{z}(s)k \quad (1)$$

where s —the length of the curve, $\{i, j, k\}$ —the basis vectors and $x(s), y(s), z(s) \in C^2$,

then the touching plane at the points $M(x_0, y_0, z_0)$ is determined by the formula:

$$\begin{vmatrix} x - x_0 & y - y_0 & z - z_0 \\ x'(s_0) & y'(s_0) & z'(s_0) \\ x''(s_0) & y''(s_0) & z''(s_0) \end{vmatrix} = 0. \quad (2)$$

Consider at two points $M(x_0, y_0, z_0)$ and $N(x_0 + \Delta x, y_0 + \Delta y, z_0 + \Delta z)$ an osculating plane of the curve γ . Let's determine the angle $\Delta\psi$ between these planes. Speed change of angle ψ —between touching planes

$$\lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta\psi}{\Delta s} = \varphi'_s = \sigma \quad (3)$$

is called torsion of a curve γ into points $M(x_0, y_0, z_0)$.

The torsion of plane curves is zero everywhere.

When the curve γ defines the layout of the railway, the tangent curve coincides with the direction (azimuth) of the sections of the railway. For horizontally plane curves, the osculating plane coincides with the horizontal plane. As noted above, this occurs only in the horizontally straight section of the railway track plan.

If we have a vector equation of a curve given by formula (1), then the curvature and torsion of the curve are calculated by the formulas

$$k = |\vec{r}''(s)| \quad (4)$$

and

$$\sigma = \frac{|\vec{r}' \vec{r}'' \vec{r}''|}{k^2} \quad (5)$$

The plane perpendicular to the tangent vector of the curve passing through the point M is called the normal plane



of the curve. The plane passing through the points of the curve parallel to the tangent vector and perpendicular to the osculating plane of the curve is called the rectifying plane of the curve. The straightening plane coincides with the profile plane of the railway track plan. Each point of the curve is associated with three planes: osculating, normal and rectifiable. These planes are mutually perpendicular and are called the natural trihedron of the curve at the considered point M .

When studying the property of a curve in the neighborhood of an arbitrary point M , it turns out to be convenient to choose a Cartesian coordinate system, taking the point M of the curve as the origin of the coordinate system, and the axes of the natural trihedron as the coordinate axes.

Let us denote by $\vec{\tau}$ – the unit vector of the tangent curve, $\vec{n}$ – the unit vector directed along the section of the osculating plane and the normal plane, and $\vec{b}$ – the unit vector of the osculating plane.

Then, expressing the derivatives $\dot{\tau}, \dot{b}, \dot{n}$ along the arc of the curve through these vectors themselves, we obtain Frenier's formula:

$$\begin{cases} \dot{\tau} = k\vec{n}, \\ \dot{n} = -k\vec{\tau} - \sigma\vec{b}, \\ \dot{b} = \sigma\vec{n}. \end{cases} \quad (6)$$

Moreover, the coefficients k (4) and σ (5) curvature and torsion of the curve.

In Frenier's formula, and they completely determine the curve. This statement follows from the theorem:

Theorem. Let $k(s)$ and $\sigma(s)$ be any regular functions, and $\sigma(s) > 0$. Then there is a unique curve, accurate to position in space, for which $k(s)$ is the curvature and $\sigma(s)$ is the torsion at the point corresponding to the arc s .

The proof of this theorem can be found in any textbook on differential geometry.

Geometry of the curved part of the route

Curves in the plan of a railway line (Figure 3) are characterized by the following parameters: angle of rotation α , radius, K length of the curved part, tangent T , bisector B , measure D and the direction of rotation.

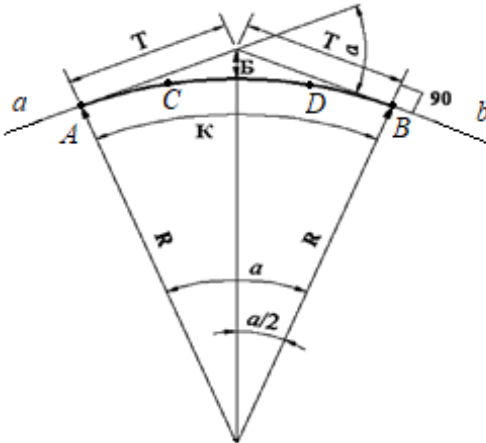


Fig. 3. Curves in the plan of a railway line

Considering that the curved part of the route will be a spatial curve, and this spatial curve should have a beginning at point A – the end of the straight part a , the end at point B the beginning of the straight part b , we propose to divide the part of the railway track plan under consideration into three

parts. At the same time, arc AB – divide into parts AC , CD , DB .

When entering the curve at the initial point A , its junction with the straight section, the rolling stock experiences a side impact, the origin of which is explained by the sudden appearance of centrifugal force. This force acts along the entire length of the curve and disappears at the end point B as suddenly as it appeared at the initial point A . Such a sudden appearance and disappearance of centrifugal force would disrupt the smooth movement of the train [1].

To ensure a smooth transition from a straight line to a circular curve, and back from the curve to the next straight line, a transition curve of variable curvature is arranged. This is the transition part of the AC and DB curve. (Figure 3) The quality of the road and maintaining speed significantly depend on the construction of the transition part of the railway plan curve.

In the transition part of the curve, a gradual change in the radius from infinity to a known final value of the curvature of the curve is ensured. In this way, a smooth elevation of the outer rail on the curve is achieved.

The main curved part of the plan is the arc $AC = \gamma_1$ and $DB = \gamma_2$. Since, in order to obtain the desired effect, h – the outer part of the rail, is a curved part γ_1 and γ_2 must rise up and become spatial.

The main curved part of the route, its arc CD , to have a constant radius R_0 . Obviously, the elevation of the outer rail in this part h_0 will also be constant, which is required by the set of rules for designing a railway line plan [7].

The elevation of the outer rail depends on the radius of the curve R_0 , and on the square of the train speed in this section. There are various methods and formulas for calculating the elevation of the outer rail. We consider them famous.

The curve is γ_1 to be linearly dependent on t the length of the path of his railway plan. Under this condition, it is possible to find the angle of rotation φ when the normal of the horizontal plane is equal to the normal of the contacting plane. Naturally, the angle of rotation φ is a function of h the elevation of the outer normal.

It should be noted that part of the curve of the railway plan CD – b should actually be flat. But this plane is different from the original horizontal plane.

Consequently, the beginning of the curved part belongs to the horizontal plane, and the end to the spatial plane, that is, to a plane different from the horizontal one.

The listed technical requirements for the curved part of the railway plan make it possible to determine the initial conditions that must be satisfied by the solution of the system of differential equations. [2]

In the simple version under consideration, the curved part γ_1 and γ_2 can be considered symmetrical. Curvature $k(s)$ – can be considered a monotonic continuous function taking the value $\left[-\infty; \frac{1}{R_0}\right]$.

For a spatial curve that has monotonic curvature, the osculating circles do not intersect and lie on different osculating planes.

It is known that the derivative along the length of the arc from the function of the angle between the contacting planes determines the torsion of the curve at the point in question.

Thus, it is possible to determine the torsion of the desired transition part of the curve.

3. Results

In the previous paragraphs, we became familiar with the technical and geometric characteristics of the curved part of the railway plan.

The difficult part of the railway project is its curved part. The problem was considered in the simplest case, when the straight parts of the connecting curve lie on the same horizontal plane. It should be noted that in this simple version, the graph of the transition part of the route curve is represented as a spatial curve. Moreover, for this curve it can determine curvature $k(s)$ as the inverse value of the radius of the curve and torsion $\sigma(s)$ – as the rate of change of the touching plane of the curved route.

From the course of differential geometry, it is known that when the curvature and torsion of a curve are given, it is determined, uniquely up to its position in space, as a solution to the Frenier formula given by formula (6).

Consequently, this system of differential equations can serve as a dynamic system, the transition part of the trace curve.

The conditions listed above, upon request at the beginning of the transition part, serve as the initial conditions of this system of differential equations (6).

The proposed model is a vector system of differential equations.

Taking into account the many years of experience of railway engineers and the simplicity of existing methods, which are repeatedly justified in practice, we can consider a simpler model of a curved route.

Currently, a radial spiral (clothoid) is accepted as a transition curve in the CIS countries, the curvature of which changes in inverse proportion to its current length.

Clotoid or it is called Root spiral, Euler spiral, the equation in parametric form is:

$$\begin{cases} x = \int_0^t \cos\left(\frac{\pi u^2}{2}\right) du, \\ y = \int_0^t \sin\left(\frac{\pi u^2}{2}\right) du, \end{cases} \quad (7)$$

The integrals involved in the formula are called Fresnel integrals. They are not calculated using elementary methods. The meaning of the parameter t is the length of the Root spiral arc, measured from the origin.

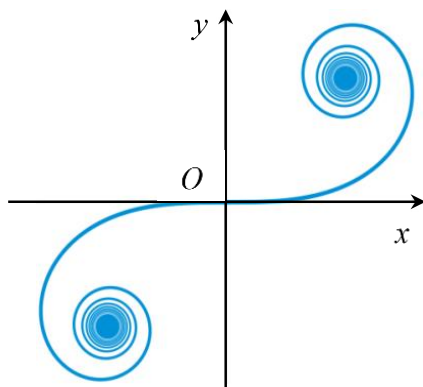


Fig. 4. Greorich clothoids

AC and DB considered in the figure is the transition part of the curve. The angle β – is the conditional angle of rotation of this part of the curve.

We denote the curved part of the route corresponding to the incoming part of the curve plan by γ_1 and γ_2 – the beginning and end of the curved part, respectively.

To do this, we consider that the plan of the curved part of the railway is defined as a Root spiral given by the parametric equation (7). This means the abscissa and ordinate of the point is determined by system (7). All that remains is to find the applicate (height) $z(s)$ – vector of the function of the defining passage part of the curved route.

Then the system of differential equations (6) is a differential equation for the function $z(s)$.

Having the analytical function of the transition part of the route curve, all the necessary technical characteristics of the path are able to be calculated with the required accuracy.

Therefore, if the curvature and torsion of a curve are known, then it is always possible to determine a curve with these characteristics.

For given terrain parameters, it is always possible to determine the curvature k and torsion σ using the required radii of curvature, and by the value h – the elevation of the outer rail. The railroad plan curve equation can always be calculated as a solution to the system of differential equations (6).

Therefore, we propose a system of differential equations (6) as a mathematical model of the curved part of the railway.

4. Conclusion

When the straight parts of the railway plan are known, that is, the angle between the straight parts and the radius of the assumed curve of the part are given, it is possible to find the curvature of the desired curve, which is the curve of the part of the railway plan.

In addition, if the speed requirement is determined, it is always possible to determine the maximum elevation of the outer rail. This makes it possible to make a requirement for the torsion of the desired curve. When the curvature and torsion of the curve are known and the initial conditions exist, then it is always possible to find the equation of the curve of the railway plan using the Frenier differential equation. Therefore, we propose the Frenier formula as a mathematical model of the railway plan.

References

- [1] V.A. Verbilo, S.S. Kozhedub. Fundamentals of designing single-track railways: educational method. Allowance; M-transport and communications Rep. Belarus, Belorussian State University of Transport – Gomel: BelGUT, 2018. – 139 p.
- [2] A.K. Dyunin, A.I. Protsenko. Analytical method for designing the reconstruction of railway tracks in plan. Novosibirsk Publishing House NIIZhT – 1967. 226 p.
- [3] N.N. Golovanov. Geometric modeling. M. Publishing House of Physics and Mathematical Literature – 2002. 476 p.
- [4] I.P. Korzhenevich. Mathematical model of the layout of an existing railway track. Science and Process of Transport. Herald. Dnepropetrovsk National University of Railway Transport. Mathematics. 2007.
- [5] I.N. Krivchenya, T.A. Dubrovskaya. Application of mathematical modeling methods in the design of railway reconstruction. Journal Famous Transsib. Construction and Architecture. 2019.



[6] E.P. Levchenkova. Development of mathematical models of the railway route for plan reconstruction. Dissertation of a Candidate of Sciences in the Russian Federation. 05.02.06. 2019.

[7] A.S. Ponarin. Mathematical models in railway routing. Moscow. 1995.

[8] I.A. Dynnikov. Classical differential geometry. Lecture course. Moscow State University, Moscow, 2019.

[9] V.F. Babkov. Modern highways. M: Avtotransizdat, 1961.

[10] S.A. Treskinsky, I.G. Khudyakova. Physical basis of clothoid tracing. M: Magazine "Highways", No. 5, 1963.

[11] O.A. Kravchenko. Biclotoid design of curved sections of railways. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Moscow-2012.

[12] T. Gawash, K. Jilcha. Design risk modeling and analysis for railway construction projects. International

Journal of Construction Management. Volume 23. Issue 14. 2488-2498 pp. 2023.

Information about the authors

Artikbaev	Toshkent davlat transport universiteti
Abdullaaziz	“Oliy matematika” kafedrasi professori,
/	f-m.f.d., professor
Abdullaaziz	E-mail: aartykbaev@mail.ru
Artykbaev	Tel.: +99891 136 13 31
	https://orcid.org/0000-0001-6228-8749
Toshmatova	Toshkent davlat transport universiteti
Mohiniso/	“Oliy matematika” kafedrasi tayanch
Mokhiniso	doktoranti.
Toshmatova	E-mail: toshmatova_mm@mail.ru
	Tel.: + 9989700075010
	https://orcid.org/0009-0006-2781-9325



Assessment of the effect of fibrogenic aerosols on employees working at non-stationary workplaces on railway transport

Kh.M. Kamilov¹ ^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article analyzes the peculiarities of the work process of train compilers, electricians and electricians for signaling, centralization, and blocking devices, electricians of contact networks, and railway electricians working in non-stationary workplaces on railway transport, and also discusses occupational diseases arising from the influence of factors exceeding the permissible norms of the production environment in work zones (buildings, open areas, and sections) carrying out the work process during the work shift (day) on their health and functional state. A method for determining the probability of developing occupational diseases that may arise as a result of exposure to fibrogenic aerosols on employees working in non-stationary workplaces on railway transport is presented. The proposed method allows determining and predicting the probability of developing occupational diseases caused by exposure to fibrogenic aerosols in numerical values.

Keywords: unstable job positions, work (day) shifts, fibrogenic aerosols, probability of developing occupational diseases

Temir yo'l transportida turg'un bo'lmagan ish o'rinlarida faoliyat yurituvchi xodimlarga fibrogen ta'sirga ega aerozollar ta'sirini baholash

Kamilov X.M.¹ ^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada temir yo'l transportida turg'un bo'lmagan ish o'rinlarida mehnat faoliyatini olib boruvchi poyezd tuzuvchilar, signallashtirish, markazlashtirish va blokirovka qilish qurilmalari qurilmalari bo'yicha elektromexanik va elektrmontyor, kontakt tarmog'i elektromontyori, temir yo'l montyorlarining ish jarayonini olib borish xususiyatlari tahlil qilingan, shuningdek, ularning sog'lig'i va funktsionla holatiga ish (kuni) smenasi davomidagi mehnat jarayonini olib boruvchi ish zonalar (binolar, ochiq maydon va uchastkalar)dagi ishlab chiqarish muhitining ruhsat etilgan me'yordlardan yuqori bo'lgan omillar ta'siri sabab, yuzaga keluvchi kasb kasalliklari haqida so'z yuritilgan. Temir yo'l transportida turg'un bo'lmagan ish o'rinlarida faoliyat yurituvchi xodimlarga fibrogen ta'sirga ega aerozollar ta'siri oqibatida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan kasb kasalliklarining rivojlanish ehtimolligini aniqlash usuli keltirilgan. Taklif etilayotgan usul fibrogen ta'sirga ega aerozollar ta'siri sabab yuzaga keluvchi kasb kasalliklarini rivojlanish ehtimolligini son qiymatlarda aniqlash va bashorat qilish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: turg'un bo'lmagan ish o'rinlari, ish (kuni) smenasi, fibrogen ta'sirga ega aerozollar, kasb kasalliklarini rivojlanish ehtimolligi

1. Kirish

Temir yo'l transporti mamlakatlar iqtisodiyotining eng muhim transport tarmog'i hisoblanadi. So'nggi yillardagi iqtisodiy o'sish mamlakatlararo tovarlar ayirboshlash ko'lamini temir yo'l transportiga bo'lgan ehtiyoj va talabning yanada oshishiga olib kelmoqda. Temir yo'l transporti orqali tashish jarayonini tashkil etish va poyezdlar harakati xavfsizligini ta'minlashda turg'un bo'lmagan ish o'rinlarida mehnat faoliyatini olib boruvchi xodimlarni o'rni beqiyosdir.

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2014-yildagi 15-sentabrda "Xodimlar mehnatini muhofaza qilish chora-tadbirlarini yanada takomillashtirish to'g'risida" 263-son qarori bilan tasdiqlangan "Ish

o'rinlarini mehnat sharoitlari va asbob-uskunalarining jarohatlash xavfliligi yuzasidan attestatsiyadan o'tkazish tartibi to'g'risida"gi Nizomida keltirilgan asosiy tushunchalarga muvofiq turg'un bo'lmagan ish o'rinlari bu hududiy o'zgarib turadigan ish zonalaridagi ish o'rinlari, bunda bir yoki bir necha xodimlar xususiyatiga ko'ra o'xshash ish yoki operatsiyani bajaradigan ishlab chiqarishning zarur vositalari bilan jihozlangan ish o'rining bir qismi ish zonasi deb hisoblanishi keltirilgan. Shunga ko'ra, temir yo'l transporti orqali tashish jarayonini tashkil etish va poyezdlar harakati xavfsizligini ta'minlashda poyezd tuzuvchilar, Signallashtirish, markazlashtirish va blokirovka qilish (keyingi o'rinlarda - SMB) qurilmalari bo'yicha elektromexanik va elektrmontyor, kontakt tarmog'i

^a  <https://orcid.org/0009-0009-2998-3964>



elektromontyori va temir yo'l montyorlarining xizmati o'ta muhim o'ringa ega [1].

Lavozim vazifasi talablaridan kelib chiqqan holda poyezd tuzuvchilar o'z faoliyati davomida manyovr ishlarini bajarayotgan lokomotiv harakatini boshqarish, manyovr ishlarida ishtirok etayotgan ishchilarning to'g'ri joylashishi va harakatlarining muvofiqlashtirilishini ta'minlash, temir yo'lda harakatlanuvchi tarkiblarni (vagon guruhlarini) tarqatish va shakllantirish bo'yicha manyovr ishlarini amalga oshirish; vagonlarni poyezdlarga tirkash va ajratish, vagonlarni yuk ortish-tushirish va boshqa maxsus yo'llarga kiritish hamda bu yo'llardan olib chiqish, vagonlar va tarkiblarni bir yo'ldan boshqasiga, bir parkdan boshqasiga o'tkazish, poyezdning avtomatik tormoz tizimini sinab ko'rishda ishtirok etish, temir yo'l stansiyasi yo'llarida tarkiblar va vagonlarni mahkamlash uchun tormoz boshmoqlarini joylashtirish (olish), manyovr ishlarini bajarish paytida xizmat ko'rsatilmaydigan markazlashmagan strelkali o'tkazgichni boshqarish, saralash tepaligidan tarkiblarni tarqatishda vagonlarni ajratish jarayonlari bilan shug'ullanadi [2].

Temir yo'l transporti ishini avtomatika va telemexanika qurilmalarini keng qo'llamasdan tasavvur qilib bo'lmaydi. Bu qurilmalar poyezdlar harakatining xavfsizligini ta'minlaydi hamda peregonlar va stansiyalarning o'tkazuvchanlik qobiliyatini oshiradi. "O'zbekiston temir yo'llari" AJ temir yo'llarining yo'nalishlaridagi peregonlar avtomatik va yarim avtomatik blokirovka bilan jihozlangan, stansiyalar esa strelkalar va signallarning elektr signalizatsiyasi bilan ta'minlangan. Yirik stansiyalarda tepalik avtomatik markazlashtirish tizimi qo'llaniladi. Temir yo'l avtomatika va telemexanika qurilmalarini yanada takomillashtirish ishlari olib borilmoqda: rele sxemalari o'rniga elektron va hisoblash texnikasi, shuningdek mikroprotessorlar asosida poyezdlar harakatini boshqarishning yanada mukammalroq tizimlari yaratilmoqda [3]. Ularning uzluksiz ishlashini, binobarin, temir yo'l transportida signallashtirish, markazlashtirish va blokirovka qilish (keyingi o'rinlarda - SMB) qurilmalarini ko'zdan kechirish, qurilmalarni joriy ta'mirlash, qurilmalardagi ayrim nosozliklarning sabablarini aniqlash va bartaraf etish, svetoforlar, yo'nalish va yorug'lik ko'rsatkichlari, strelkali o'tkazgichlar, kabel tarmoqlari, elektr markazlashtirish qurilmalari, avtoblokirovka, yarim avtoblokirovka qurilmalarini ta'mirlash, o'rnatish va sozlash kabi ishlarni bajarish uchun mas'ul mutaxassislardan Signallashtirish, markazlashtirish va blokirovka qilish (keyingi o'rinlarda - SMB) qurilmalari bo'yicha elektromexanik va elektrmontyor hisoblanadi [4].

Elektrlashtirilgan transportning ishlashi uchun kontakt tarmoqlari temir yo'lda va shahar elektrlashtirilgan transportining harakatini tashkil etishda keng qo'llaniladi. Bu murakkab va uzoq muddatli xo'jalik bo'lib, unga xizmat ko'rsatish va ta'mirlash uchun ko'p sonli malakali ishchilarni jalb qilishni talab qiladi [5]. Kontakt tarmog'ini davriy ko'rikdan o'tkazish, nuqson va nosozliklarni aniqlash, ta'mirlash va texnik xizmat ko'rsatish, simlar va izolyatorlarni almashtirish, sim osilgan o'qlarni rostlash, simlarni tortish, kontaktli birikmalarni taftish qilish, tayanchlar va simlarni almashtirgan holda tarmoqning yangi uchastkalarini qurish va mavjud uchastkalarini rekonstruksiya qilish, cho'zish-taranglash tizimlarini o'rnatish, kontakt tarmog'ining ayrim uchastkalarini ta'mirlashga chiqarish, uzgichlarni uzib qo'yish va yerga ulagichlarni o'rnatish, himoya kommutatsiya apparaturasini

montaj qilish va ta'mirlash, moyli viklyuchatellar, kontaktorlarni ta'mirlash, pasaytiruvchi transformatorlarga xizmat ko'rsatish, razryadniklarni o'rnatish kabi ish jarayonlarini olib boruvchi kasb egasi kontakt tarmog'i elektromontyori hisoblanadi [6].

Temir yo'l transporti uchun temir yo'l izlari eng muhim infratuzilma obyekti hisoblanadi. Dunyo bo'ylab temir yo'l izlari uzunligi minglab kilometrni tashkil etadi [7]. Bunday murakkab xo'jalikni soz va xavfsiz holatda ta'minlashda ya'ni temir yo'l izlarini aylanib chiqish va ko'zdan kechirish, relslar, shpallarni almashtirish, yo'l asosini ta'mirlash, strelkalarni rostlash, ularni qishda muzdan tozalash, yer polotnosini parametrlarini (asosning chiziqli o'lchamlari) nazorat qilish, qiyaligi, zichligi va barqarorligini aniqlash, suv chiqarish kanallari, drenaj qurilmalarini ko'zdan kechirish va ta'mirlash, grunting qavariqlanishini bartaraf etish, temir yo'llarni qayta tiklash, tutashmalarni ta'mirlash, nakladkalar va tortma xomutlarni almashtirish, to'siqlarni, o'tish joylarini va boshqa yordamchi infratuzilmani ko'zdan kechirish va ta'mirlash, strelka o'tkazgichlarining quvurlari, kompressorlari va pnevmo yuritmalarini ta'mirlash, qo'l va elektrlashtirilgan asboblardan foydalanish kabi jarayonlarni olib borishda temir yo'l montyorlarini o'rni beqiyosdir [8].

Temir yo'l transporti tizimida ish jarayonini olib boruvchi poyezd tuzuvchilar, SMB qurilmalari bo'yicha elektromexanik va elektrmontyor, kontakt tarmog'i elektromontyori, temir yo'l montyorlarining mehnat sharoitlari, ya'ni mehnat faoliyati davridagi ishlab chiqarish muhiti, inson hayotiga, uning sog'lig'iga va nasliga bevosita yoki bilvosita, shu onda yoki uzoq ta'sirga ega bo'lgan omillarning (fizik, kimyoviy, biologik, axborot, ijtimoiy) kombinatsiyasidan kelib chiqadigan muhitdir. Ular "inson - texnik tizim - ishlab chiqarish muhiti" tizimi doirasida mehnat faoliyatini amalga oshiradi va ishlab chiqarish muhitining o'zaro bir-biriga ta'siri ushbu tizim elementlari (inson, ishlab chiqarish muhiti) orasida moddalar va ularning birikmalari, barcha turdagi energiyalar va axborotlar uzatishga asoslangan.

Poyezd tuzuvchilar, SMB qurilmalari bo'yicha elektromexanik va elektrmontyor, kontakt tarmog'i elektromontyori, temir yo'l montyorlarining ishlab chiqarish muhiti munosabati ish (kuni) smenasi davomidagi mehnat jarayonini olib boruvchi ish zonalarini (binolar, ochiq maydon va uchastkalar)dagi moddalar va ularning birikmalari, turli fizik tabiatga bog'liq. Temir yo'l transporti obyektlarida sochiluvchan materiallarni yuklash-tushirish, yo'llarni qurish va ta'mirlash jarayonlari aerozollar manbai hisoblanadi.

2. Tadqiqot metodikasi

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2014-yildagi 15-sentabrda "Xodimlar mehnatini muhofaza qilish chora-tadbirlarini yanada takomillashtirish to'g'risida" 263-son qarori bilan tasdiqlangan "Ish o'rinlarini mehnat sharoitlari va asbob-uskunalarining jorhatlash xavfliligi yuzasidan attestatsiyadan o'tkazish tartibi to'g'risida"gi Nizomiga ko'ra mehnat sharoitlarining gigiyenik me'yorlarga muvofiqligini baholashda "Ishlab chiqarish muhitining zararli va xavfli omillari ko'rsatkichlari, mehnat jarayonining og'irligi va zo'riqligi bo'yicha mehnat sharoitlari gigiyenik tasnifi" SanQvaM №0141-03ga ko'ra ish zonasi havosidagi zararli



moddalarining ruxsat etilgan chegaraviy konsentratsiyalari zararlilik darajasi bo'yicha GOST 12.1.005-88 va SanQvaM №0294-11ga muvofiq belgilanishi keltirilgan [10,11].

Mehnat sharoitlarining gigiyenik me'yorlarga muvofiqligini baholash yuqorida keltirib o'tilgan standartlar, qoida va meyorlariga asosan ish o'rmini mehnat sharoiti xaritasiga ishlab chiqarish muhiti omillari ko'rsatkichlari va mehnat jarayoning og'irligi va zo'riqish bo'yicha umumiy bahosi kiritilishi orqali zararli va (yoki) xavfli sharoitlarda ishlash uchun imtiyoz va kompensatsiyalar yoki imtiyozli pensiya ta'minotiga huquqini ta'minlashi mumkin, lekin turg'un bo'lmagan ish o'rinlarida mehnat faoliyatini olib boruvchi xodimlarni ishlab chiqarish muhiting ruhsat etilgan me'yorlaridan yuqori bo'lgan zararli va (yoki) xavfli omillari sabab kasb kasalliklariga chalinish va rivojlanish ehtimolligini baholash usuli ishlab chiqilmagan.

Kasb kasalliklari - yomon mehnat sharoitlari va kasbga aloqador zararlarning organizmga ta'siri natijasida paydo bo'ladigan kasalliklar. Kasb kasalliklarining kechishi unga sabab bo'lgan zararli omillarning o'ziga xosligi, kuchi, davomiyligi va ularning birgalikdagi ta'siriga bog'liq. Kasb kasalliklarining zararli omillarini hisobga olgan holda belgilanadi. Kasb kasalliklarining fizik (kasbga aloqador karlik, vibratsiya kasalligi, nur kasalligi, kesson kasalligi, balandlik kasalligi va boshqalar), biologik (infeksion va parazitlar kasalliklari: brutsellyoz, kuydirgi) va kimyoviy omillar ta'sirida (zaharlanish), ba'zi changlar uzoq vaqt nafasga olinganda (pnevmoniozlar, bronxit va boshqalar), shuningdek, jismoniy zo'riqanda yoki shikastlanganda (nevrit, bursit) vujudga keladigan turlari farq qilinadi. Kasb kasalliklarining kelib chiqishiga organizmning o'ta toliqishi va kasallikka qarshi kurasha olish faoliyatining pasayishi ham sabab bo'ladi [12,13].

Temir yo'l transportida turg'un bo'lmagan ish o'rinlarida mehnat faoliyatini olib boruvchi poyezd tuzuvchilar, SMB qurilmalari bo'yicha elektromexanik va elektrmontyor, kontakt tarmog'i elektromontyor, temir yo'l montyorlari ish (kuni) smenasida ochiq maydon va uchastkalarda mehnat jarayoni davomida fibrogen ta'sirga ega aerozollar bilan nafas olishi bir qator kasb kasalliklariga (changli bronxit, pnevmoniozlar, o'pka saratoni va boshqalar) sabab bo'ladi.

Nafas olish a'zolarining kasb kasalliklari - pnevmoniozlar va changli bronxit rivojlanishining sababi uzoq vaqt davomida yuqori konsentratsiyali chang (aerazolarning qattiq fazasi) ta'siri hisoblanadi. Pnevmoniozlarning nozologik shakli aerazolning moddiy tarkibi bilan belgilanadi. Silikoz (eng og'ir kasallik) - tarkibida kremniy dioksidi ko'p bo'lgan chang ta'siridan, antrakoz - ko'mir changi ta'siridan va antrakosilikoz - ko'mir jinsi changi ta'siridan keng tarqalgan [12,13].

Fibrogen ta'sirga ega aerozollar sabab kasb kasalliklarining rivojlanish ehtimolligini aniqlash quyidagi formula yordamida amalga oshiriladi:

$$K_e = 8,6 \cdot X_1 + 6,0 \cdot X_2 + 19,4 \cdot X_3 \cdot K_1 + 6,4 \cdot X_4 \cdot K_2 \cdot K_3, \% \quad (1)$$

bu yerda: X_1 – ishchining yoshi; X_2 – ishchining umumiy ish staji, yil; X_3 - fibrogen ta'sirga ega aerozollar ta'siri ostida umumiy ish staji davomida ishlagan smenalar soni; X_4 – ish (kuni) smena davomida ishchining nafas olish zonalar (binolar, ochiq maydon va uchastkalar)dagi o'rtacha chang konsentratsiyasi, mg/m^3 ; K_1 – erkin kremniy dioksidi

miqdorini hisobga oluvchi koeffitsiyent (1-jadval); K_2 - ingalyatsiya qilinayotgan chang zarrachalarining dispers tarkibi, uning mineral tarkibi va ish zonasi havosidagi konsentratsiyasini hisobga oluvchi koeffitsiyent (2-jadval); K_3 – mehnat jarayonining og'irligi bilan bog'liq o'pkada havo (kislorod) aylanish hajmini hisobga oluvchi koeffitsiyent (3-jadval).

Turg'un bo'lmagan ish o'rinlari uchun ish (kuni) smena davomida ishchining nafas olish zonalar (binolar, ochiq maydon va uchastkalar)dagi o'rtacha chang konsentratsiyasi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$X_4 = \frac{K_1 \cdot t_1 + K_2 \cdot t_2 \dots K_n \cdot t_n}{T_s(T_k)}, \text{mg}/\text{m}^3 \quad (2)$$

bu yerda: K – ish (kuni) smena davomida ishchining tegishli ravishda 1, 2 va n nafas olish zonalar (binolar, ochiq maydon va uchastkalar)dagi chang konsentratsiyasi, mg/m^3 ; t_1, t_2, t_n – tegishli ravishda 1, 2 va n - ish zonalarida bo'lish vaqti, soat; $T_s(T_k)$ – ish (kuni) smenasini davomiyligi, soat.

1-jadval

Erkin kremniy dioksidi (EKD) miqdoriga qarab K_1 koeffitsiyentining qiymati

Erkin kremniy dioksidi tarkibi, %	2,0 dan kam	2,1-10,0	10,1 - 70,0	70,1 va undan ortiq
K_1 qiymati	0,6	0,8	1	1,2

2-jadval

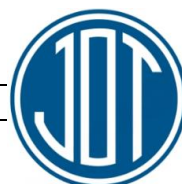
K_2 koeffitsiyentining ish zonasi havosidagi turli xil changlarning RECHKdan oshish darajasiga bog'liqligi

t/r	Chang turi va undagi erkin kremniy dioksidi tarkibi	REKdan oshish karraligida K_2 qiymatlari		
		1,1 - 2,0 RECHK	2,1 - 5,0 RECHK	5,1 - 10,0 RECHK
1	Jinslar (10-70%)	2,3	2,3	2,3
2	Uglerodli jinslar (5-10%)	2,3	2,3-1,9	1,9-1,1
3	Anratsitli (5% gacha)	2,3-2,0	2,0-1,3	1,3-0,75
4	Toshko'mir (5% gacha)	2,2-1,6	1,6-0,8	0,8-0,47

3-jadval

Mehnat jarayonining og'irlik ko'rsatkichlari bo'yicha ish toifasiga qarab K_3 koeffitsiyentining qiymati

Ko'rsatkich	Ish toifasi				
	Ia – yengil ish	Iib – yengil ish	Iib - o'rtacha og'irlikdagi ish	Iib - o'rtacha og'irlikdagi ish	III - og'ir ish
K_3	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8



4-jadval

K_e integral ko'rsatkichining qiymatiga qarab kasb kasalliklarining rivojlanish ehtimolligi

K_e	1000-1150	1151-1200	1201-1250	1251-1300	1301-1350	1351-1400	1401-1450	1451-1500	1501-1550	1551-1600	1601-1700
Kasallanish ehtimolligi, %	2 gacha	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90

3. Xulosa

Yuqoridagi keltirilgan taklif etilayotgan usul temir yo'l transportida turg'un bo'lmagan ish o'rinlarida faoliyat olib boruvchi xodimlarga fibrogen ta'sirga ega aerozollar ta'siri sabab yuzaga keluvchi kasb kasalliklarini rivojlanish ehtimolligini son qiymatlarda aniqlash va bashorat qilish imkonini beradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2014-yildagi 15-sentabrda "Xodimlar mehnatini muhofaza qilish chora-tadbirlarini yanada takomillashtirish to'g'risida" 263-son qarori.
- [2] Суннатулла Сулайманов, & Миразиз Миркадирович Талипов (2021). ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРИГОДНОСТЬ СОСТАВИТЕЛЕЙ ПОЕЗДОВ С УЧЁТОМ ЭНЕРГОЗАТРАТ ВЫПОЛНЯЕМЫХ РАБОТ. Academic research in educational sciences, 2 (9), 1108-1113.
- [3] Семенов Н. А., Ачитаев Н. Н., Гаранин А. Е. РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЙ УСТРОЙСТВ СЦБ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ КРИЖТ ИРГУПС // Вестник науки. 2022. №12 (57).

[4] <https://nn.postupi.online/professiya/elektromonter-po-obsluzhivaniyu-i-remontu-ustroystv-signalizacii-centralizacii-i-blokirovki/>

[5] Медведев В.И., Басалаева А.А., Сорокина Е.А., & Раенок Д.Л. (2017). ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ОТБОР РАБОТНИКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРОМОНТЕРА КОНТАКТНОЙ СЕТИ. Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения, (4 (43)), 81-90.

[6] <https://vuzopedia.ru/professii/1968#>

[7] Бельтюков, В. П., & Минаков, Л. М. (2006). Путевое хозяйство как объект управления. Известия Петербургского университета путей сообщения, (2), 71-82.

[8] <https://vuzopedia.ru/professii/610>

[9] №0141-03-sonli SanQvaM. Ishlab chiqarish muhitining zararli va xavfli omillari ko'rsatkichlari, mehnat jarayonining og'irligi va zo'riqligi bo'yicha mehnat sharoitlari gigiyenik tasnifi. Sanitar-gigiyenik talablar [matn]. – 06.10.2003y. Tasd. – T: O'zbekiston Respublikasi sanitar qoida va me'yorlari 2003y.

[10] ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Межгосударственный Стандарт. Система стандартов безопасности труда [Текст]. – Введ. 1989-01-01.

[11] №0294-11-sonli SanQvaM. Ish zonasi havosidagi zararli moddalarning ruxsat etilgan chegaraviy konsentratsiyalari (REChK) bo'yicha gigiyenik normativlar. Sanitar-gigiyenik talablar [matn]. – 18.05.2011y. Tasd. – T: O'zbekiston Respublikasi sanitar qoida va me'yorlari 2011y.

[12] Быковская, Т. Ю., Пиктушанская, Т. Е., Пиктушанская, И. Н., & Шабалкин, А. И. (2012). Профессиональные заболевания, Актуальные вопросы профилактики и медицинской реабилитации. Acta Biomedica Scientifica, (5-2 (87)), 123-126.

[13] https://uz.wikipedia.org/wiki/Kasb_kasalliklari

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

Kamilov Xasan / Tashkent davlat transport universiteti "Texnosfera xavfsizligi" kafedrasida dotsenti, t.f.f.d., (PhD), dotsent
Khasan E-mail: xasan-kamilov@mail.ru
Kamilov Tel.: +998977209944
<https://orcid.org/0009-0009-2998-3964>



Application of the method of discrete allocation of vehicles to routes in the transportation of cotton raw materials

A.A. Shermukhamedov¹^a, M.N. Juraev¹^b, D.T. Akhmedov¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article uses algorithms for solving the problem of distributing vehicles along routes when transporting cotton raw materials. Based on the proposed method, one of the solutions to the problem is determined, the number of vehicles sent to each route during the day, and the volume of transportation are shown. Depending on the type, number of vehicles and performance indicators of loading and unloading equipment and transportation costs, it will be possible to find other solutions that satisfy the conditions of the problem based on the discrete distribution method.

Keywords: vehicles, route, transportation, distribution, algorithm, cotton raw material, discrete, load level, collection, association

Avtomobil transport vositalarini marshrutlarga diskret taqsimlash usulini paxta xom-ashyosini tashishda qo'llash

Shermuxamedov A.A.¹^a, Jurayev M.N.¹^b, Axmedov D.T.¹^c

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada avtomobil transporti vositalarini marshrutlarga taqsimlash masalasining yechish algoritmlari paxta xom-ashyosini tashishda qo'llanilgan. Taklif etilgan usul asosida masala yechimlaridan biri aniqlanib, kun davomida har bir marshrutga yo'naltirilgan avtomobil transport vositalari soni va tashish hajmlari ko'rsatilgan. Tashishga ajratilgan avtomobil transporti vositalarining turi, soni va ortish-tushirish vositalarining ish ko'rsatkichlari hamda tashish xarajatlaridan kelib chiqib, diskret taqsimlash usuli asosida masala shartini qanoatlantiradigan boshqa yechimlarni ham topish mumkin bo'ladi.

Kalit so'zlar: avtomobil transporti vositalari, marshrut, tashish, taqsimlash, algoritim, paxta xom-ashyosi, diskret, yuklanganlik darajasi, yig'ilma, birlashma

1. Kirish

Dunyoda global raqobatning kuchayishida transport tizimlaridan samarali foydalanish, ya'ni, ratsional transport vositalari va mexanizmlarini tanlashda jarayon ishtirokchilarining manfaatlarini inobatga olish hamda ularning ehtiyojlarini qondirish qobiliyati dolzarb vazifalardan bo'lib qolmoqda. Mahsulot va xizmatlar tannaxsini kamaytirish omili sifatida transport tizimining o'rni muhim bo'lib, mazkur tizimning rivojlanishi yaratilayotgan mahsulotlar tannaxsida transport xarajatlarining kamayishi bilan birga milliy iqtisodiyot raqobatdoshligini ta'minlaydi[3].

Mavzuning dolzarbligi. Transport vositalarida tashish jarayonlarini boshqarish borasida olib borilgan ilmiy tadqiqotlar tafsiloti shuni ko'rsatadiki, masalalarning mohiyatiga qarab chiziqli dasturlash, diskret dasturlash, dinamik dasturlash, stoxastik chiziqli dasturlashlar kabi modellashtirish usullari qo'llaniladi.

Masalalarda yuk tashishni rejalashtirish o'z mohiyati bilan optimallik funksiyasi va cheklash tenglamalari talablariga doir yechimlarni aniqlash talab etilsa, hisob

sxemalari va kompyuter algoritmlari keng tarqalgan chiziqli dasturlash usullari qo'llaniladi [2,4,5,6].

Tadqiqot tahlillaridan kelib chiqib, shuni keltirish lozimki, har bir yo'nalishga taqsimlanadigan avtomobil transporti vositalari soni o'z mohiyatiga ko'ra butun bo'lishi kerak. Taqsimlash masalasini butun sonli chiziqli programlashtirish modellari ko'rinishida ham yechish mumkin, lekin, avtomobil transport vositalarini marshrutlarga taqsimlash masalasini chiziqli programlashtirish modellari ko'rinishida yechishda quyidagi kamchilik va noqulayliklarga olib keladi:

- rejalashtirilgan yuk tashishni tashkil etish uchun har bir marshrutga taqsimlangan avtomobil transporti vositalariga xizmat ko'rsatish uchun kerak bo'ladigan ortish-tushirish mexanizmlarining optimal sonini aniqlash kerak bo'ladi.

- avtomobil transporti vositalarini marshrutlarga taqsimlanish masalasini yechimida butun bo'lmagan sonlarni butunlashtirib olish kerak va bu esa yechimni optimallik darajasini kamaytiradi.

- masalani yechimini aniqlashda har bir tashish marshrutida ishlayotgan ortish-tushirish mexanizmlarini kunlik ish vaqti davomida avtomobil transporti vositalari

^a <https://orcid.org/0000-0002-1119-4053>

^b <https://orcid.org/0000-0001-6479-6173>

^c <https://orcid.org/0000-0002-2617-3386>



bilan to'liq ta'minlash talabi hisobga olinmaydi. Tashish marshrutida ma'lum kunda ishlayotgan mexanizmlar soni hamisha butun bo'lganligidan ularni kun mobaynida ish bilan to'la ta'minlash uchun shu yo'nalishga ma'lum sondagi avtomobillar ajratish lozim bo'ladi.

Bunday talablarni yuqorida chiziqli programalashtirish modellarda hisobga olib bo'lmaydi. Shuning uchun tufayli avtomobil transporti vositalarini marshrutlarga taqsimlash masalasining kombinatorli modellari va uni yechishni evristik algoritmlarini ishlab chiqish lozim bo'ladi.

2. Tadqiqot metodikasi

Avtomobil transport vositalari (ATV)ning marshrutlarga taqsimlash masalasini diskret qo'yilishida olinadigan yechim marshrutlarga taqsimlanadigan ATVlar soni har qanday qiymatlardan emas, balki mumkin bo'lgan yechimlarni o'z ichiga oladigan diskret to'plamga tegishli qiymatlardan iborat bo'ladi [7]. Diskret to'plam elementlari har bir marshrut uchun ajratilishi mumkin bo'lgan ATV sonlaridan iboratdir. Umumiy holda masalani yechish – bu, har bir marshrutga taqsimlanayotgan ATVlar sonini, ularni ma'lum diskret to'plam elementlaridan iborat tarzda aniqlashdan iboratdir.

Diskret to'plam elementlari har bir marshrut uchun ajratilishi mumkin bo'lgan ATV sonlaridan iboratdir. Bunda, iste'molchi manzillarni har bir marshrutga taqsimlanishi mumkin bo'lgan ATV soni jo'natuvchi manzilda ATV lariga yuk ortuvchi va sh.k. boshqa xizmat ko'rsatuvchi kanallarning sonlariga muvofiq ularni vaqt birligida yuk jo'natish imkoniyatlaridan kelib chiqqan holda aniqlanadi. Umumiy holda masalani yechish – bu har bir marshrutga taqsimlanayotgan ATV lari sonlarini, ularni ma'lum diskret to'plam elementlaridan iborat tarzda aniqlashdan iboratdir. ATVni marshrutlarga taqsimlash masalasini qo'yilishini asoslashda quyidagi talablarni hisobga olish zarur bo'ladi.

ATVni tashish yo'nalishlariga shunday taqsimlanadiki, natijada ular birlashadigan manzillarni yuk hajmiga bo'lgan ehtiyoji qondiriladi. Klaster manzilga yetkazib berilayotgan yoki olib chiqilayotgan yuk hajmini uning ehtiyojiga muvofiq boshqarilishi turli masofalarga ega bo'lgan marshrut yo'nalishlariga taqsimlanayotgan ATV lari sonlarini o'zgartirilishi (foydalanilayotgan ATV umumiy sonini o'zgartirmagan holda) hisobiga erishiladi, ya'ni, klaster manzilni yuk olib kirish (yoki tarqatish)ga bo'lgan ehtiyoji katta hajmda bo'lsa ATV larini ko'proq sonda kichikroq uzunlikdagi yo'nalishlarga yoki aksincha, mazkur ehtiyoj kichikroq hajmda bo'lsa ATV larini kattaroq uzunlikdagi marshrutlarga taqsimlanadi.

Turli yuk ko'taruvchanlikka ega bo'lgan avtomobil transport vositalarini marshrutlarga taqsimlash- bu har bir marshrutda yuk tashish uchun ajratilgan avtomobil transport vositalarini sonini ularni har bir turi bo'yicha aniqlash va har bir ATV ni belgilangan marshrutda bajarilishi lozim bo'lgan qatnovlar sonini belgilashdan iboratdir[1].

Avtotransport vositalarini tashish yo'nalishlari bo'yicha samarali taqsimlanishini paxta xom-ashyosini tashish misolida ko'rib chiqamiz.

Yuk tashib kiritiluvchi klaster manzillaridagi paxta tozalash korxonasining tashish hajmiga bo'lgan ehtiyoji $Q_{\min}=800$ t va $Q_{\max}=1000$ t. Paxta tozalash korxonasiga yuk tashib beruvchi marshrutlar to'plami $J=\{1,2,3,4\}$. Bunda $j(j \in J)$ raqamlar marshrutlarga ularni tashish masofalarini

oshib borish tartibida belgilangan. Berilgan marshrutlar $j=\{1,2,3,4\}$ uchun qatnov vaqti $t_j(j \in J) = \{1,1.5,2,2.5\}$ soat, mos ravishda tashish yuk ko'taruvchanligi bo'yicha $i \in \{1,2\}$ turdagi ATVlari bilan amalga oshiriladi: $i=1$ -turdagi ATVni yuk ko'taruvchanligi $q_{n1}=6$ t va uni soni $A_1^1 = 30$ dona; $i=2$ -turdagi ATV uchun $q_{n2}=12$ t bo'lib, bu turdagi avtomobillar $A_2^2 = 20$ donani tashkil etadi. Q_{ij} , S_{ij} parametrlarni qiymati 1 jadvalda, $i \in \{1,2\}$ turdagi ATV uchun $//X_{j\sigma_j}^i //j\Sigma_j$ matritsasi 2 va 3 jadvallarda berilgan.

Masalaning matematik ifodalanishi quyidagicha bo'ladi:

$$W = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} X_{j\sigma_j}^i Q_{ij} \rightarrow \text{extr};$$

$$\sum_{j \in J} X_{j\sigma_j}^i = A_i^i; \quad Q_{\min} \leq \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} X_{j\sigma_j}^i \cdot Q_{ij} \leq Q_{\max};$$

$$X_{j\sigma_j}^i \in G_{j\sigma_j}; i \in I;$$

1- jadval

ATV larini turlari bo'yicha marshrutlardagi ish unumdorligi Q_{ij} va S_{ij} tashish tannarxi qiymatlari

j ko'rsatkich	Marshrutlar raqami			
	1	2	3	4
1. $i=1$ - tur ATVni ish unumdorligi, $Q1j$ (t)	36	24	12	6
2. $i=2$ - tur ATVni ish unumdorligi, $Q2j$ (t)	48	36	24	12
3. $i=1$ - tur ATVni, tashish tannarxi $S1j$ (so'm/t)	15343	22356	24693	36391
4. $i=2$ - tur ATVni, tashish tannarxi $S2j$ (so'm/t)	16869	24525	27106	39988

2- jadval

$//X_{j\sigma_j}^1 //j\Sigma_j$ matritsasi

$j \backslash \sigma_j$	1	2	3	4
0	0	0	0	0
1	10	10	10	10
2	20	20	20	20
3	30	30	30	30

3- jadval

$//X_{j\sigma_j}^2 //j\Sigma_j$ matritsasi

$j \backslash \sigma_j$	1	2	3	4
0	0	0	0	0
1	5	5	5	5
2	10	10	10	10
3	15	15	15	15

“Boshidan” tartibi bilan talabga doir yig'ilmalarni shakllantiramiz.

AV turini belgilovchi i indeks qiymatini belgilaymiz $i=1$. “Boshidan” tartibida sinovchi yig'ilma raqamini



shakllantiramiz (2 operator): $\psi_1^1 \dots \psi_e^1 \dots \psi_c^1$ raqami 1-chi indeksiga maksimal, qolganlariga minimal qiymat beramiz va yig'ilma $H(X_{j\sigma_j}^1)_{\text{сум}}^{\text{бон}}$ quyidagi raqamini shakllantiramiz $-3^1 0^1 0^1 0^1$ (4 operator).

Olingan $3^1 0^1 0^1 0^1$ raqam uchun yig'indi $\sum_{e=1}^c \psi_e^i$ qiymatini hisoblaymiz (6 operator):

$$\sum_{e=1}^c \psi_e^i = 3^1 + 0^1 + 0^1 + 0^1 = 3.$$

Yig'indi qiymati (5 operator) $\sum_{e=1}^c \psi_e^i$ ni kasr $\frac{A_1}{\gamma_1} = \frac{30}{10} = 3$ qiymati bilan solishtiramiz (6 operator).

Bu qiymatlar tengligini $\sum_{e=1}^c \psi_e^i = \frac{A_1}{\gamma_1} = 3$ aniqlaymiz (7 operator). Demak, $3^1 0^1 0^1 0^1$ raqam boshidan shakllantirilgan talabga doir birinchi yig'ilma raqamidir. Mazkur raqamga mos yig'ilma $X_{13}^1 X_{20}^1 X_{30}^1 X_{40}^1$ (9 operator). Yig'ilmani talab doirasida ekanligini tekshiramiz:

$$\sum_{j \in J} X_{j\sigma_j}^1 = X_{13}^1 + X_{20}^1 + X_{30}^1 + X_{40}^1 = 30 = A_j = 30.$$

$i=2$ turdagi AVlari uchun talabga doir yig'ilmani shakllantiramiz. Bunda "boshidan" shakllantirilgan yig'ilma raqami $3^2 0^2 0^2 0^2$ bo'ladi (2 operator).

Hisoblaymiz (5 operator): $\sum_{e=1}^c \psi_e^i = 3^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 = 3$

Solishtiramiz (6,7 operator): $\sum_{e=1}^c \psi_e^i = 3 < \frac{A_2}{\gamma_2} = 4$.

Parametrlar $\Delta_k^i, \psi_{(1+\Delta_k^i)}$ qiymatlarini hisoblaymiz (8 b operator):

$$\Delta_k^2 = \left(\frac{A_2}{v_2 \cdot \sum_{e=1}^c \psi_e^2} \right)_{\text{бон}} = \left(\frac{20}{5 \cdot 3} \right)_{\text{бон}} = 1,$$

$$\psi_{(1+\Delta_k^2)}^2 = \psi_2^2 = \frac{A_2}{v_2} - \Delta_k^2 \cdot \sum_{e=1}^c \psi_e^2 = 4 - 1 \cdot 3 = 1.$$

Talabga doir birinchi yig'ilma raqami (9 operator): $\psi_1^{2\max} \psi_2^{2\min} \psi_3^{2\min} \psi_4^{2\min} = 3^2 I^2 0^2 0^2$ bo'ladi.

Tekshiramiz: $\sum_{j \in J} X_{j\sigma_j}^2 = X_{13}^2 + X_{21}^2 + X_{30}^2 + X_{40}^2 = 15 + 5 + 0 + 0 = 20 = A_j^2 = 20$.

Shunday qilib yig'ilmalar birlashmasi raqamlari $\{3^1 0^1 0^1 0^1$ va $3^2 0^2 0^2 0^2\}$ bo'ladi.

Birlashma uchun yig'indi $A_{\text{сум}}^{\text{бон}}$ qiymatini hisoblaymiz (10 v operator):

$$A_{\text{сум}}^{\text{бон}} = \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} X_{j\sigma_j}^i \cdot Q_{ij} \right)_{\text{сум}}^{\text{бон}} = X_{13}^1 Q_{11} + X_{20}^1 Q_{12} + X_{30}^1 Q_{13} + X_{40}^1 Q_{14} + \\ + X_{13}^2 Q_{21} + X_{21}^2 Q_{22} + X_{32}^2 Q_{23} + X_{40}^2 Q_{24} = 30 \cdot 36 + 0 \cdot 24 + 0 \cdot 12 + 0 \cdot 6 + \\ + 15 \cdot 48 + 5 \cdot 36 + 0 \cdot 24 + 0 \cdot 12 = 1080 + 900 = 1980 t.$$

Ma'lum bo'ldiki $A_{\text{сум}}^{\text{бон}} = 1980 > Q^{\max} = 1000 t$. t ekan (12 a operator).

Bu holda, masalani yechimini talabga doir birinchi yig'ilmada "o'ngga" yo'nalishdagi ko'chirishlar orqali aniqlash mumkin (13 b operator):

Ehtiyojni qondiruvchi ko'chirish qiymatini hisoblaymiz (14 operator):

$$3_{\text{ЭК min}}^{\text{ynz}} = A_{\text{сум}}^{\text{бон}} - Q_{\text{max}} = 1980 - 1000 = 980 t;$$

$$3_{\text{ЭК max}}^{\text{ynz}} = A_{\text{сум}}^{\text{бон}} - Q_{\text{min}} = 1980 - 800 = 1180 t.$$

Ehtiyojni qondiruvchi ko'chirish qiymatini ($3_{\text{ЭК min}}^{\text{ynz}} - 3_{\text{ЭК max}}^{\text{ynz}}$) ta'minlaydigan ko'chirish variantlarini aniqlaymiz. Variantlar tahlilini eng katta i dan boshlaymiz, ya'ni $i=2$. $H(X_{j\sigma_j}^2)_{1mg}$ yig'ilma uchun $3_{\text{max}(\text{ynz})}^{2(1mg)}$ qiymatini hisoblaymiz (16 operator):

$$3_{\text{max}(\text{ynz})}^{2(1mg)} = \left(\sum_{j \in J} X_{j\sigma_j}^2 \cdot Q_{2j} \right)_{1mg}^{\text{бон}} - \left(\sum_{j \in J} X_{j\sigma_j}^2 \cdot Q_{2j} \right)_{1mg}^{\text{бон}} =$$

$$= (15 \cdot 48 + 5 \cdot 36 + 0 \cdot 24 + 0 \cdot 12) - (0 \cdot 48 + 0 \cdot 36 + 5 \cdot 24 + 15 \cdot 12) =$$

$$= 900 - 300 = 600t.$$

Yig'indi qiymati $\sum_{i=2}^2 3_{\text{max}(\text{ynz})}^{2(mg)} = 600t$ ni $3_{\text{ЭК min}}^{\text{ynz}}$ bilan solishtirib, quyidagi holatni aniqlaymiz (8 operator):

$$\sum_{i=2}^2 3_{\text{max}(\text{ynz})}^{2(1mg)} = 600t < 3_{\text{ЭК min}}^{\text{ynz}} = 980t.$$

AV turini keyingi i indeksiga o'tamiz: $i=2-1=1$.

$H(X_{j\sigma_j}^1)_{1mg}$ yig'ilma uchun $3_{\text{max}(\text{ynz})}^{1(1mg)}$ qiymatini hisoblaymiz (16 operator):

$$3_{\text{max}(\text{ynz})}^{1(1mg)} = (30 \cdot 36 + 0 \cdot 24 + 0 \cdot 12 + 0 \cdot 6) - (0 \cdot 36 + 0 \cdot 24 + 0 \cdot 12 + 30 \cdot 6) =$$

$$= 1080 - 180 = 900t.$$

Yig'indi $\sum_{i=2}^1 3_{\text{max}(\text{ynz})}^{1(1mg)}$ qiymatini hisoblaymiz (17 operator):

$$\sum_{i=2}^1 3_{\text{max}(\text{ynz})}^{1(1mg)} = 600 + 900 = 1500t.$$

Solishtiramiz (18, 19b operator):

$$\sum_{i=2}^1 3_{\text{max}(\text{ynz})}^{1(mg)} = 600 + 900 = 1500t > 3_{\text{ЭК max}}^{\text{ynz}}$$

Bu holda asoslangan algoritmi blok-sxemasiga binoan $H(X_{j\sigma_j}^1)_{1mg}$ yig'ilmada "o'ngga" ko'chirish o'tkazish lozim (20b operator). Ehtiyojni qondiruvchi ko'chirishni qoldiq $H(X_{j\sigma_j}^1)_{1mg}$ qiymatini hisoblaymiz (21b operator).

$$03_{\text{min}}^{\text{ynz}} = 3_{\text{min}}^{\text{ynz}} - \sum_{i=1}^{i-1} 3_{\text{max}(\text{ynz})}^{i(1mg)} = 980 - 600 = 380 t;$$

$$03_{\text{max}}^{\text{ynz}} = 3_{\text{max}}^{\text{ynz}} - \sum_{i=1}^{i-1} 3_{\text{max}(\text{ynz})}^{i(1mg)} = 1180 - 600 = 580 t;$$

$H(X_{j\sigma_j}^1)_{1\text{ЭК}}^{\text{бон}}$ yig'ilma raqami $3^1 0^1 0^1 0^1$ ni (22 operator) va ko'chirish varianti m ($m=1$) ni aniqlaymiz: bunda $m=1$ bo'lganligi uchun $\kappa^m = 0$ va $d^m = 1$ bo'ladi (24 operator).

Ko'chirishni qabul qiluvchi bo'lishi mumkin bo'lgan indeksni tartib raqamini $(c - \kappa^m) = (4-0)=4$ ni aniqlaymiz. Demak, $\psi_{(c-\kappa^m)} = \psi_4$ qabul qiluvchi $d^m = 1$ va $\psi_{d^m} = \psi_1$ esa $m=1$ varianti uchun jo'natuvchi indeks hisoblanadi. Endi ψ_4 indeksi qabul qiluvchi indeks bo'lganligini aniqlaymiz, ya'ni $\psi_4 = 0$ ni $\psi_4^{\max}$ bilan solishtiramiz va aniqlaymiz (25,26 operator).

Indeksni qabul qilish imkoniyatini aniqlaymiz: $\psi_4^{KH} = \psi_4^{\max} - \psi_4 = 3 - 0 = 3$. Endi ψ_1 indeksini jo'natish imkoniyatini aniqlaymiz: $\psi_1 = 3$ ni $\psi_1^{\min}$ bilan solishtiramiz (27, 28, 29, 30 operatorlar).

$\psi_1 > \psi_{1\min}$; ψ_1 indeksini jo'natish bo'yicha imkoniyati $\psi_1^{KH} = \psi_1 = 3$ ekan.

$m=1$ variantidagi ko'chirishni mumkin bo'lgan qiymatini $\psi_1^{KH} = 3\psi_4^{KH} = 3$ va $\psi_4^{KH} = 3$ hisobga olgan holda aniqlaymiz (31 operator):

$$3_{\psi_1\psi_4} = (Q_{11} - Q_{14}) \cdot v \cdot \psi_1^{KH} = (36 - 6) \cdot 10 \cdot 3 = 900t.$$

Ko'chirishni faqat $m=1$ varianti bo'lganligi uchun (32 operator)

$$\sum_{m=1}^1 3_{\psi_1\psi_4} = 900t.$$

Solishtiramiz (35 operator):

$$\sum_{m=1}^1 3_{\psi_1\psi_4} = 900t > 03_{\text{ЭК max}}^{\text{ynz}} \text{ va } \psi_4^{\text{ynz}} = 3 > 1.$$

Parametrlar $\Delta 3_{\text{ЭК min}}^{\text{ynz}(m)}$ va $\Delta 3_{\text{ЭК max}}^{\text{ynz}(m)}$ qiymatlarini hisoblaymiz (38 operator):

$$\Delta 3_{\text{ЭК min}}^{\text{ynz}(m)} = 03_{\text{ЭК min}}^{\text{ynz}} = 380 t, \quad \Delta 3_{\text{ЭК max}}^{\text{ynz}(m)} = 03_{\text{ЭК max}}^{\text{ynz}} = 580 t$$



Lozim bo'lgan to'la ko'chirishlar sonini aniqlaymiz (38 operator):

$$n_{\min}^{\bar{y}n\bar{z}(1)} = \frac{\Delta 3_{\bar{y}n\bar{z}(1)}^{\bar{y}n\bar{z}(1)}}{3_{\bar{y}n\bar{z}(1)}^{\bar{y}n\bar{z}(1)}} = \frac{380}{(36-6) \cdot 10} = \frac{380}{300} = 1.26;$$

$$n_{\max}^{\bar{y}n\bar{z}(1)} = \frac{\Delta 3_{\bar{y}n\bar{z}(1)}^{\bar{y}n\bar{z}(1)}}{3_{\bar{y}n\bar{z}(1)}^{\bar{y}n\bar{z}(1)}} = \frac{580}{(36-6) \cdot 10} = \frac{580}{300} = 1.93.$$

Ma'lum bo'ldiki $n_{\min}^{\bar{y}n\bar{z}(1)} - n_{\max}^{\bar{y}n\bar{z}(1)}$ oraliqda butun son mavjud emas (39 operator).

$n_{\min}^{\bar{y}n\bar{z}(1)}$ qiymatdan kichik bo'lgan eng katta butun sonni aniqlaymiz (41 operator):

$$\text{Bunday son } n_{\min(6)}^{\bar{y}n\bar{z}(1)} = 1.$$

$d^m - 1$ chi indeksdan ko'chirishni minimal kerakli va mumkin bo'lgan maksimal qiymatini hisoblaymiz (42 operator):

$$3_{\min 1}^{\bar{y}n\bar{z}} = \Delta 3_{\min}^{\bar{y}n\bar{z}(1)} - n_{\min(6)}^{\bar{y}n\bar{z}(1)} 3_{\bar{y}n\bar{z}(1)}^{\bar{y}n\bar{z}(1)} = 380 - 1 \cdot 300 = 80 t;$$

$$3_{\max 1}^{\bar{y}n\bar{z}} = \Delta 3_{\max}^{\bar{y}n\bar{z}(1)} - n_{\max(6)}^{\bar{y}n\bar{z}(1)} 3_{\bar{y}n\bar{z}(1)}^{\bar{y}n\bar{z}(1)} = 580 - 1 \cdot 300 = 280 t.$$

Parametr $Q_{i(c-k^m)}^{\min}$ va $Q_{i(c-k^m)}^{\max}$ qiymatlarini hisoblaymiz (44operator):

$$Q_{i(c-k^m)}^{\max} = Q_{11} - \frac{3_{\min 1}^{\bar{y}n\bar{z}}}{v_1} = 36 - \frac{80}{10} = 28;$$

$$Q_{i(c-k^m)}^{\min} = Q_{11} - \frac{3_{\max 1}^{\bar{y}n\bar{z}}}{v_1} = 36 - \frac{280}{10} = 8.$$

Yig'ilma ($H(X_{j\sigma_j}^1)$) raqamidagi har "e" tartib raqamiga mos $Q_{ij(e)}$ qiymatlarini belgilaymiz (45 operator): $e = \{1234\}$

$$Q_{ij} = \{36; 24; 12; 6\} \text{ ya'ni,}$$

$$Q_{11} = 36t, Q_{12} = 24t, Q_{13} = 12t, Q_{14} = 6t.$$

Tahlil etilayotgan indeksni e raqamini aniqlaymiz (45 operator): $e = (c - k^m) = 4 - 0 = 4$. Bunga mos Q_{ij} qiymati $Q_{14} = 6t$. solishtiramiz (46 operator): $Q_{14} = 6t < Q_{1(c-k^m)}^{\min}$. k^m indeksni 1 ga oshiramiz (47 operator) $e = 4 - 1 = 3$. Bunga mos Q_{ij} : $Q_{13} = 12t$. Bu holda quyidagi munosabat mavjudligini aniqlaymiz: $Q_{i(c-k^m)}^{\min} = 8 < Q_{13} = 12 > Q_{1(c-k^m)}^{\max} = 28$ (46, 48 operatorlar).

Shunday qilib $1^1 0^1 2^1 0^1$ raqami $3^1 0^1 0^1 0^1$ raqamidan ψ_1^1 indeksdan ψ_3^1 indeksiga $n_{\min(6)}^{\bar{y}n\bar{z}} = 1$ ta, ya'ni, 1-chi indeksdan 3-chiga to'liqmas ko'chirish asosida bajarildi. Olingan raqamni $0^2 0^2 1^2 3^2$ raqami bilan birlashmasi masalani yechimi hisoblanadi.

Buni tekshirib ko'ramiz (10v operator):

$$\sum_{i \in J} \sum_{j \in J} X_{j\sigma_j}^i \cdot Q_{ij} = X_{11}^1 Q_{11} + X_{32}^1 Q_{13} + X_{31}^2 Q_{23} + X_{43}^2 Q_{24} = 10 \cdot 36 + 20 \cdot 12 + 5 \cdot 24 + 15 \cdot 12 = 360 + 240 + 120 + 180 = 900t.$$

Ma'lum bo'ldiki, yig'ilmalar birlashmasi masalani shartini bajaradi, ya'ni (12v operator)

$$Q_{\min} = 800 < \sum_{i \in J} \sum_{j \in J} X_{j\sigma_j}^i Q_{ij} < Q_{\max} = 1000$$

Shunday qilib qo'yilgan talabga javob beruvchi yig'ilmalar raqamlarini birlashmasi $1^1 0^1 2^1 0^1$ va $0^2 0^2 1^2 3^2$. Mazkur birlashma tashish hajmini (800-1000 t.) oraliqdagi qiymatlarini hamda tashish xarajatlari eng kam bo'lishligini ta'minlaydi. Avtomobil transport vositalari turi va tashish marshrutlari bo'yicha taqsimlanganganda tashish xarajatlari 21900360 so'mni tashkil etdi:

$$\begin{aligned} & X_{11}^1 \cdot Q_{11} \cdot S_{11} + X_{32}^1 \cdot Q_{13} \cdot S_{13} + X_{31}^2 \cdot Q_{23} \cdot S_{23} + X_{43}^2 \\ & \cdot Q_{24} \cdot S_{24} \\ & = 360 \cdot 15343 + 240 \cdot 24693 + 120 \\ & \cdot 27106 + 180 \cdot 39988 = 21900360. \end{aligned}$$

3. Xulosa

Ko'rinib turibdiki, erishilgan yuklanganlik darajasi 900 tonna bo'lib, u talab etilayotgan $800 \div 1000$ soat oralig'iga tushdi. Demak, masala yechimi $X_{11}^1 Q_{11} X_{32}^1 Q_{13} X_{31}^2 Q_{23} X_{43}^2 Q_{24}$ ko'rinishda bo'lib, kun davomida 1-tur avtomobil transporti vositasidan 10 donasi 1-marshrutga taqsimlanib, 360 tonna, 20 donasi 3-marshrutga yo'naltirilib, 240 tonna, 2-tur avtomobil transporti vositasidan 5 donasi 3-marshrutga taqsimlanib, 120 tonna va 15 donasi 4-marshrutga taqsimlanganishi aniqlandi. Bunda, kun davomida rejalashtirilgan 900 tonna yuk iste'molchilarga tashib berildi va ajratilgan avtomobil transporti vositalari eng kam xarajatni ta'minlaydigan variantda yo'nalishlarga taqsimlandi.

Yuqorida keltirilgan usul asosida masala shartini qanoatlantiradigan boshqa yechimlarni ham topish mumkin. Natijada avtomobil transporti vositalarini hafta, oy va yil davomida samarali taqsimlash imkoniyati tug'iladi. Avtomobil transporti vositalari bajarayotgan avtoqatnovlarni marshrutlarga taqsimlashni diskret usuli algoritmi ishlab chiqilgan.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Butayev Sh.A., Jurayev M.N. Avtotransport vositalari tashish imkoniyatlarini radial marshrutlarga samarali taqsimlash modellari va usullari. Toshkent: A.Navoiy nomidagi O'zbekiston Milliy kutubxonasi, 2012. -186 b.
- [2] Butayev Sh.A., Mirzaahmedov B.M., Jo'rayev M.N., Do'rmonov A.SH., Bahodirov B. Tashish jarayonlarini modellashtirish va optimallashtirish. Toshkent: FAN, 2009. -268 b.
- [3] Вельможин А.В., Гудков В.А., Миротин Л.Б. Теория организация и управление автомобильными перевозками: логистический аспект формирования перевозочных процессов. Волгоград: РПК «Политехник», 2001.-179 с.
- [4] Решение транспортных задач с применением программирования в системе MathCAD. //Молодой ученый. 2014, №5. –С.8-13.
- [5] Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов. /Ю.В.Трофименко, М.Р.Якимов. –М.: Логос, 2013. -464 с.
- [6] Ватутин Э.И., Титов В.С., Емельянов С.Г. Основы дискретной комбинаторной оптимизации. М.: Аргамак-Медиа, 2016. -270 с.
- [7] Shermukhamedov A., Juraev M.N. Combinatory method of definition of discrete decisions of the problem of rational distribution of vehicles on radial routes // European science review, Vienna, 2019.-№3-4.-P.118-123. (05.00.00. №3).



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

Shermuxamedov Abdulaziz
Adilxakovich / Shermukhamedov Abdulaziz
Adilkhakovich

Toshkent davlat transport universiteti, texnika fanlari doktori, professor
E-mail: sheraziz@mail.ru
Tel.: +998977520258
<https://orcid.org/0000-0002-1119-4053>

Jurayev Muhiddin Nortojiyevich / Juraev Muhiddin Nortojievich

Toshkent davlat transport universiteti, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent
E-mail: mdjurayev82@mail.ru
Tel.: +998977520258
<https://orcid.org/0000-0001-6479-6173>

Axmedov Dilmurod
Toshpo'lat o'g'li / Akhmedov Dilmurod
Toshpulat ugli

Toshkent davlat transport universiteti, katta o'qituvchi
E-mail: doctor-jons_0990@mail.ru
Tel.: +998935309376
<https://orcid.org/0000-0002-2617-3386>



Improvement of the technology for preparing a sand mold and a rod mixture for casting a D49 type diesel engine cover from high-strength cast iron

N.K. Tursunov¹^a, U.T. Rakhimov¹^b, T.T. Urazbaev¹^c, Sh.I. Mamaev¹^d

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article highlights the issues of improving the technology for preparing a sand mold and rod mixture for casting a D49 type diesel engine cover from high-strength cast iron. In the research process, the composition of mold and rod mixtures, their physical and mechanical properties, and technological indicators were thoroughly studied, and their optimal composition was determined through practical tests. In particular, the following raw materials were used in the preparation of mold and rod mixtures: Zircofluid 3139 KBV (anti-burn coating based on zirconium silicate and isopropanol), T03 hardener, Alfabond 6 resin, quartz sand (98-100%), treated with Novanol 165 (5-6%), liquid glass (10-12%), and technical water (2%). High-activity binders were used in the rod mixture, which ensured the precise and smooth shape of the casting. As a result of the conducted research, effective technological solutions have been developed that allow obtaining high-quality and durable casting products.

Keywords: engine cover, sand mold, rod, quartz sand, alphanond, navanol, zircofluid, liquid glass, technical water, mold and rod models

Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yandan D49 turidagi dizel dvigateli qopqog'ini quyma usulda olish uchun qumli qolip va sterjen aralashmasini tayyorlash texnologiyasini takomillashtirish

Tursunov N.K.¹^a, Rahimov U.T.¹^b, Urazbayev T.T.¹^c, Mamayev Sh.I.¹^d

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yandan D49 turidagi dizel dvigateli qopqog'ini quyma usulda olish uchun qumli qolip va sterjen aralashmasini tayyorlash texnologiyasini takomillashtirish masalalari yoritilgan. Tadqiqot jarayonida qolip va sterjen aralashmalarining tarkibi, ularning fizik-mexanik xossalari hamda texnologik ko'rsatkichlari chuqur o'rganilib, amaliy sinovlar orqali ularning optimal tarkibi aniqlangan. Xususan, qolip va sterjen aralashmalarini tayyorlashda quyidagi xomashyolardan foydalanilgan: Zircofluid 3139 KBV (zirkoniy silikat va izopropanol asosidagi kuyishga qarshi qoplama), T03 qotiruvchisi, Alfabond 6 smolasi, Novanol 165 (5-6%) bilan ishlov berilgan kvars qumi (98-100%), suyuq shisha (10-12%) va texnik suv (2%). Sterjen aralashmasida yuqori faollikka ega bog'lovchi moddalar qo'llanilgan bo'lib, bu esa quyma shaklining aniq va silliq bo'lishini ta'minlagan. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida yuqori sifatli va mustahkam quyma mahsulotlarini olish imkonini beruvchi samarali texnologik echimlar ishlab chiqildi.

Kalit so'zlar: dvigatel qopqog'i, qumli qolip, sterjen, kvars qumi, alfabond, navanol, zircofluid, suyuq shisha, texnik suv, qolip va sterjen modellari

1. Kirish

Bugungi kunda quyishning yuzdan ortiq turli usullari ma'lum bo'lib, quymalarni ishlab chiqarishning kokilga quyish, eruvchan modellarga quyish, bosim ostida quyish, markazdan qochma quyish, nazorat qilinadigan bosim ostida quyish va boshqa usullari keng qo'llanilmoqda. Biroq, qora metallardan (cho'yan va po'lat) quymalarning asosiy qismi bir martalik qumli qoliplarda olinadi. Quymakorlik ishlab chiqarishi rivojlanishi bilan qumli qoliplari kelajakda ham o'zining ustunlik holatini saqlab qoladi. Bu quymalar olishning eng universal va arzon usuli hisoblanadi. Barcha mamlakatlar iqtisodiyotining o'sishi natijasida quyma ishlab

chiqarishning umumiy hajmi oshmoqda, biroq quyma qotishmalardan foydalanish nisbatlarida o'zgarishlar ro'y bermoqda. Yuqori mustahkamlikdagi cho'yan qotishmalaridan quymalarga bo'lgan talab ortib bormoqda. Qumli qolip aralashmasining sifatini ta'minlashda har bir bosqichni sinchkovlik bilan kuzatish va nazorat qilish zarur, chunki dizel dvigatelining kallagi kabi murakkab detallar uchun yuqori aniqlik va mustahkamlik talab etiladi.

D49 turidagi dizel kallagi uchun qumli qolip aralashmasini tayyorlash texnologiyasini ishlab chiqish, eng avvalo, qolip va sterjen modellarning aniq o'lchamlari asosida amalga oshirilishi lozim. Qumli qolip aralashmasining asosi sifatida yuqori sifatli kvars qumi

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

^b <https://orcid.org/0009-0001-9819-5314>

^c <https://orcid.org/0009-0006-1808-489X>

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



ishlatiladi. Odatda maydaroq, yuqori donali va mustahkam qum tanlanadi. Qolip sifatini ta'minlash uchun qumning yirikligi va tozaligi ham juda katta ahamiyat kasb etadi. Temir yo'l transporti va transport vositalari hamda sanoat korxonalarida keng qo'llanilayotgan D49 turidagi dizel dvigatellari yuqori yuklamalarda samarali va ishonchli ishlashi bilan ajralib turadi. Ushbu dvigatellar konstruksiyasida ishlatiladigan quyma detallarning, xususan, dvigatel qopqog'ining mustahkamligi va issiqqa chidamliligi yuqori sifat talablariga javob berishi lozim. Ayniqsa, yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan cho'yandan quyilgan qismlar dvigatelning umumiy ekspluatatsiya muddatini oshiradi va xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytiradi.

Quyish jarayonida qumli qolip va sterjen aralashmalarining sifatini ta'minlash muhim ahamiyat kasb etadi. Qolip va sterjen materiallarining optimal tarkibi, ularning fizik-mexanik xossalari hamda texnologik ko'rsatkichlari tayyor mahsulotning mustahkamligi va sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu bois, ishlab chiqarishda GOST 2138-91 "Qumli qolip aralashmalari. Texnik talablari", GOST 23054-78 "Qumli qoliplar va sterjenlar uchun bog'lovchi materiallar", hamda GOST 1412-85 "Kulrang cho'yan. Markalari" normativ hujjatlariga amal qilinadi.

Tadqiqot davomida D49 turidagi dizel dvigateli qopqog'ini quyma usulda olish uchun tayyorlanadigan qumli qolip va sterjen aralashmalari quyidagi tarkibda shakllantirildi: Kvars qumi (98–100%), GOST 2138-91 talablariga muvofiq, granulometriyasi 0,2–0,315 mm; Zirkofluid 3139 KBV – zirkoniy silikat va izopropanol asosida ishlab chiqarilgan kuyishga qarshi qoplama, qoplama qatlamining qalinligi 0,2–0,3 mm; Suyuq shisha (10–12%), bog'lovchi sifatida, GOST 13078-81 talablariga mos; Alfabond 6 smolasi va T03 qotiruvchi komponenti, GOST 27614-88 asosida; Novanol 165 (5–6%) bilan ishlov berilgan kvars qumi; texnik suv (2%) – qum aralashmasining bir jinsililigini ta'minlash uchun.

Amaliy tadqiqotlar natijasida quyma jarayonida qolip va sterjen aralashmalarining siqilishdagi mustahkamligi 3,8–4,2 MPa, gaz o'tkazuvchanligi 60–75 m³/(m²·soat), issiqqa chidamliligi esa 1300°C darajagacha etkazilishi ta'minlandi. Bundan tashqari, tayyor quyma mahsulotlardagi nuqsonlar (g'ovaklik, gazli pufakchalar) 20–25% ga kamaytirildi va mahsulotning umumiy mustahkamligi 370–400 MPa oralig'ida bo'ldi. D49 turidagi dizel dvigateli qopqog'ini yuqori sifatda va aniq o'lchamlarda quyish uchun qumli qolip va sterjen aralashmalarini tayyorlash texnologiyasini takomillashtirish natijalari, taklif etilgan texnologiya asosida amalga oshirildi hamda quyma mahsulotlar GOST 26645-85 va GOST 21706-76 standartlari asosida bajarildi.

Qumli qolip, o'zak aralashmasini tayyorlash uchun foydalanilgan materiallar

1-jadval

Qolip va sterjenli aralashmalarining tarkibi va xossalari

Aralashmaning tarkibi, %		
Tayyorlanma nomi	smola	qotiruvchi
Qolip tayyorlash uchun	1,2-1,6%	20-22%
Sterjenlarni tayyorlash uchun	1,3-1,8%,	20-22%

NOVANOL 165 bog'lovchi materiali asosidagi aralashmalarni tayyorlash texnik yo'riqnoma bo'yicha amalga oshiriladi. ICM-050-02 markali aralashtirgichda suyuq shisha asosidagi aralashmalarni tayyorlash texnik

yo'riqnoma bo'yicha bajariladi. Sterjenli aralashmalarining tarkibi va xususiyatlari 1-jadvalda ko'rsatilgan.

Ekologik qotuvchilar seriyasi T-01/3, T-01/4, T-01/5, T-023, T033, T-03/6, T-12/3 markalarini o'z ichiga oladi. Qotirgichlar tarkibi qum-smola aralashmasini qotish tezligining keng diapazonini ta'minlaydi, maxsus komponentlar esa butun ish sikli davomida zaharli moddalarning ajralishini neytrallaydi, ishlab chiqarish xonasida ekologik xavfsizlikning yuqori darajasi uchun sharoit yaratadi (tarkibiy xossalari 2-jadvalda) keltirilgan.

2-jadval

Qotirgichlar tarkibi va mexanik xususiyatlari

Ko'rsatkich nomi	Me'yor TY 2221-1145-55778270-2012 bo'yicha	
	T-033	T-03/6
Ko'rinishi	O'rta	
Zichligi 20 °C, g/sm ³	1,13-1,18	
Saglanishi, min	8,0-9,0	8,0-9,0
Qurilmadan olish vaqti uskunalar, min	30,0	30,0

Yangi kvarsli va kvarssiz qumlardan (xromit, olivin) hamda ularning regeneratlaridan foydalanib sterjenlar va qoliplar tayyorlashda smolalarni "alfa-set" bo'yicha qotirish, qoliplash uchun ishlatiladi.

Quyimakorlikda zaharli moddalar emissiyasini kamaytirish uchun ekologik toza qotiruvchilar seriyasi maxsus ishlab chiqilgan. Bundan tashqari, T-01/3, T-01/4, T01/5 qattiqlashtiruvchilar UXP-XA ishlab chiqargan T-023 qattiqlashtiruvchisiga nisbatan mustahkamlik tavsiflari to'plamining yuqori dinamikasi va yuqori boshlang'ich mustahkamlik (0,5, 1 va 2 soatdan keyin) bilan ajralib turadi. Alfobond va Sinoterm markali Alfaset jarayoni uchun fenolformaldegid smolalari bilan birgalikda qumoq regeneratga qo'shib, keyin aralashtirib ishlatiladi. Tavsiya etilgan aralashmadagi smola miqdori to'ldirgich massasining 1,1-1,8% ni, T seriyali qotiruvchi - smola massasining 20-25% ni tashkil etadi. Texnologik talablarini hisobga olgan holda komponentlarning boshqa nisbati bilan aralashmani tayyorlash mumkin.

Quyma qoliplar va sterjenlar uchun spirt asosidagi kuyishga qarshi qoplama Zirkofluid 3139 KBV sirkoniy silikat va izopropanol asosidagi oq rangli o'z-o'zidan quriyidigan olovbardosh qoplama. To'ldiruvchi zarrachalarining o'lchami puxta tanlanganligi tufayli qoplama mukammal zichlikka ega bo'lib, natijada metallning kuyishini oldini olish uchun eng maqbul xususiyatlarni ta'minlaydi. Bog'lovchi va muallaq qiluvchi moddalarning uyg'unligi Zirkofluid 3139 KBV ga yaxshi qoplash xususiyatini beradi. 1-rasmda qolip va o'zaklarni yuzasiga kuyishga qarshi (Zirkofluid 3139) qoplamasi bilan ishlov berilganligini ko'rishimiz mumkin.



1-rasm. Qolip va o'zaklarni yuzasiga kuyishga qarshi (Zirkofluid 3139 KBV) qoplamasi

Zirkofluid 3139 KBV kuyishga qarshi qoplamani qo'llashdan oldin kamida 10 daqiqa davomida bir xil holatga kelguncha qo'l mikserida yaxshilab aralashtirish lozim. Qoplama bilan ishlash uchun qulay bo'lgan atrof-muhit



harorati 15°C dan past bo'lmashligi tavsiya etiladi. Purkash yoki to'kish usuli bilan qoplash uchun qoplamanı 16,0-17,0 sek qovushqoqlikkacha spirt bilan suyultirish kerak. Suyultirilgandan so'ng, qo'llashdan avval aralashmani bir necha daqiqa tindirib qo'yish tavsiya etiladi. Bo'yalgan quyma qoliplar va o'zaklar tabiiy quritish yoki yondirish orqali quritiladi. Qoplamanı 1-2 qatlam qilib qo'llash mumkin, bunda ikkinchi qatlam faqat birinchi qatlam to'liq qurib, 15-25°C haroratgacha sovigandan so'ng qo'llanishi lozim.

3-jadval

Zirkofluid 3139 KBV kuyishga qarshi qoplama xususiyatlari

Ko'rsatkichlarning nomlari	TU 2312-874-55778270-2009 bo'yicha norma
Ko'rinishi	Begona qo'shimchalarsiz bir jinsli, shaffof bo'lmagan oq rangli suspenziya
Zichligi 20 °C, g/sm ³	1,9 – 2,0

Qoplama qumliq qolip va sterjen yuzasi bilan juda yaxshi yopishadi, bu esa metall quyish paytida qolipning yuvilishiga chidamliligini ta'minlaydi. Shu sababli, olingan quyma eng sifatli yuzaga va nisbatan kam mexanik ishlov talab qilinadi.

2. Tadqiqot metodikasi

Model komplektlarining konstruktiv o'lchamlarini aniqlash uchun avvalo mexanik ishlov berish uchun qo'yimlar, kirishish uchun qo'yimlar va shaklli qiyaliklarni belgilash lozim. Mexanik ishlov berish uchun qo'yimlar GOST 26645-85 bo'yicha tavsiya etiladi. Mazkur GOST qora va rangli metallar hamda qotishmalarning quymalariga nisbatan qo'llaniladi va mexanik ishlov berish uchun o'lchamlar, og'irlik va qo'shimchalarga bo'lgan ruxsatlarni tartibga soladi.

Quyma elementlari joylashuvdagi og'ishlar, qiyalik, ajratish tekisligi bo'ylab siljish, ishlov berilayotgan yuzaning ishlov berilayotgan bazaga nisbatan joylashuvdagi xatolikni qoplash uchun qo'shimcha qo'yimni, agar joylashuvning eng katta chegaraviy og'ishlari quymaning tegishli o'lchamiga ruxsat etilgan og'ishning yarmidan oshsa, belgilash kerak. Mexanik ishlov berish uchun umumiy qo'yimni asosiy va qo'shimcha qo'yimlar yig'indisiga teng qilib o'rnatish lozim. Quyma yoki detal chizmasiga qo'yiladigan texnik talablarda quyidagilar ko'rsatiladi: o'lchamlarning aniqlik sinfi, massaning aniqlik sinfi, qiyshayish darajasi va mexanik ishlov berish uchun qo'shimchalar qatori. Detallarning chizmalariga qo'yiladigan texnik talablarda qiyshayish darajasi va mexanik ishlov berish uchun qo'yimlar qatorini ko'rsatmaslikka yo'l qo'yiladi. O'lcham aniqligining 8-sinfi, massa aniqligining 7-sinfi, egilishning 5-darajasi va mexanik ishlov berish uchun qo'shimchalarning 4-qatori: quyish aniqligi 8-7-5-4 (GOST 26645-85).

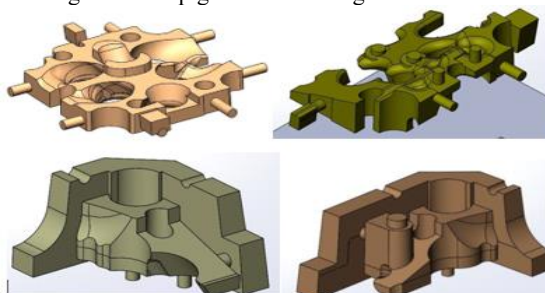
Dizel dvigateli qopqog'ining qolip va o'zaklarini shakllantirish uchun, avvalo, uning ichki, tashqi va umumiy shakli bo'yicha aniq o'lchamlari olindi. D49 turdagi dizel dvigatelining silindr qopqog'ini quyish uchun model yaratish jarayoni juda muhim bosqich hisoblanib, u quyma detalning shakl aniqligi va sifatini belgilab beradi.

Model komplektlarining konstruktiv o'lchamlarini aniqlash uchun avvalo mexanik ishlov berish uchun qo'yimlar, kirishish uchun qo'yimlar va shaklli qiyaliklarni belgilash lozim. Mexanik ishlov berish uchun qo'yimlar GOST 26645-85 bo'yicha tavsiya etiladi. Mazkur GOST

qora va rangli metallar hamda qotishmalarning quymalariga nisbatan qo'llaniladi va mexanik ishlov berish uchun o'lchamlar, og'irlik va qo'shimchalarga bo'lgan ruxsatlarni tartibga soladi.

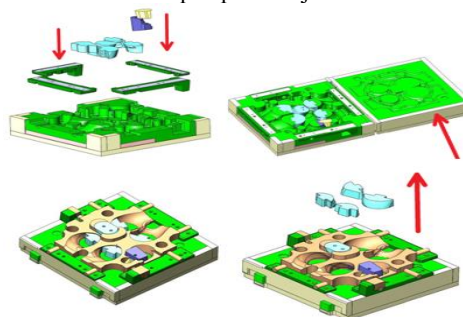
Quyma elementlari joylashuvdagi og'ishlar, qiyalik, ajratish tekisligi bo'ylab siljish, ishlov berilayotgan yuzaning ishlov berilayotgan bazaga nisbatan joylashuvdagi xatolikni qoplash uchun qo'shimcha qo'yimni, agar joylashuvning eng katta chegaraviy og'ishlari quymaning tegishli o'lchamiga ruxsat etilgan og'ishning yarmidan oshsa, belgilash kerak. Mexanik ishlov berish uchun umumiy qo'yimni asosiy va qo'shimcha qo'yimlar yig'indisiga teng qilib o'rnatish lozim. Quyma yoki detal chizmasiga qo'yiladigan texnik talablarda quyidagilar ko'rsatiladi: o'lchamlarning aniqlik sinfi, massaning aniqlik sinfi, qiyshayish darajasi va mexanik ishlov berish uchun qo'shimchalar qatori. Detallarning chizmalariga qo'yiladigan texnik talablarda qiyshayish darajasi va mexanik ishlov berish uchun qo'yimlar qatorini ko'rsatmaslikka yo'l qo'yiladi. O'lcham aniqligining 8-sinfi, massa aniqligining 7-sinfi, egilishning 5-darajasi va mexanik ishlov berish uchun qo'shimchalarning 4-qatori: quyish aniqligi 8-7-5-4 (GOST 26645-85).

Dizel dvigateli qopqog'ining qolip va o'zaklarini shakllantirish uchun, avvalo, uning ichki, tashqi va umumiy shakli bo'yicha aniq o'lchamlari olindi. D49 turdagi dizel dvigatelining silindr qopqog'ini quyish uchun model yaratish jarayoni juda muhim bosqich hisoblanib, u quyma detalning shakl aniqligi va sifatini belgilab beradi.



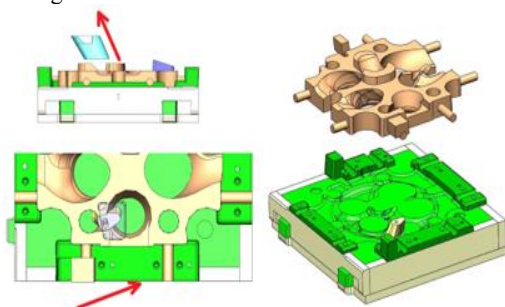
2-rasm. Dizel dvigatelining o'zak (sterjen) lari

Turli muhitlarda uzoq vaqt ishlaganda ham o'z shakli va o'lchamlarini saqlab qoladigan, oson kesiladigan va ishlov beriladigan engil hamda arzon materiallardan model to'plamini tayyorlash xarajatlarni kamaytiradi. Amalda, ishlab chiqarish korxonalarida quyma mahsulotlarning o'lchamlari bo'yicha aniqroq natijalarga erishish uchun model to'plami yuqori sifatli plastmassalardan tayyorlanadi. Bu D49 dizel dvigateli shakli jihatidan juda murakkab detal ekanligi bilan bog'liq. Quyish jarayonida aniq o'lchamlar olish uchun har bir bosqich puxta bajarilishi shart.



3-rasm. Dizel dvigatelining so'ruvchi va chiqaruvchi klaponlari kanallarini xosil qilish uchun o'zak (sterjen) qutisi

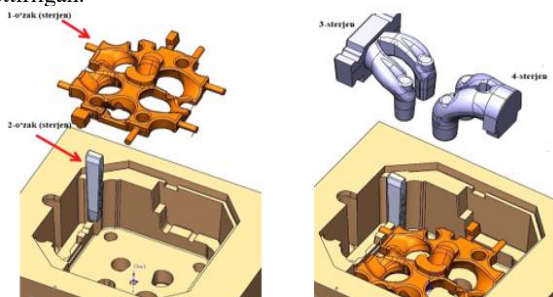
Yuqorida keltirilgan sterjen qutisi modellari D49 dizel dvigatelining aniq o'lchamdagi qopqog'ini olishga yordam beradi, sterjen qutisining shakli va qolipini tayyorlash uchun plastik material qo'llaniladi. Dizel dvigatelining umumiy ko'rinishini yaratish uchun 20 ta sterjenlarni yig'ish jarayoni amalga oshiriladi. Ularning 13 tasi sterjendan, 2 tasi quti va quti qopqog'idan, 1 tasi tirgakdan va 4 tasi qo'shimcha qismlardan iborat. 2-rasmda dizel dvigatelining so'rish va chiqarish klapanlari uchun o'zak (sterjen) olish ketma-ketligi tasvirlangan. Shtiftni chiqarib, sterjen qutisining yuqori qismini ko'tarib, ko'rsatilgan yo'nalishlarda qistirmalar ajratiladi va birinchi sterjen olinadi. 3-rasmda dvigatelning birinchi sterjeni uchun yakuniy jarayon va dizel dvigatelining so'rish va chiqarish klapanlari uchun sterjen ko'rsatilgan.



4-rasm. Sterjen qutisidan 1 raqamli sterjenni ajratib olish jarayoni

Dizel dvigatelining kallagi juda murakkab tuzilishga ega bo'lgani sababli, qopqog' ichidagi sovutish tizimi kanallari, klapanlarning harakatlanishini ta'minlovchi ariqchalar va boshqa murakkab shakllarni yaratish jarayoni bir necha bosqichda amalga oshiriladi.

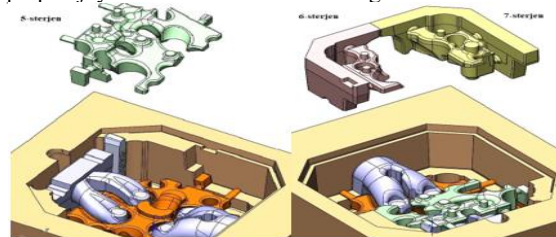
D-49 turidagi dizel dvigateli kallagi uchun 1-o'zak (sterjen) tayyorlanmalarini yig'ish ketma-ketligi. Dizel dvigateli qopqog'ining qolipini quyish jarayoniga tayyorlash uchun qolipdagi sterjenlarning ketma-ketligini tekshirish va har bir sterjenni maxsus andozalar yordamida ruxsat etilgan o'lchamlar bo'yicha aniq joylashtirish lozim. Bunda dvigatel qopqog'ini o'zak (sterjenlar) bilan to'liq shakllantirish 11 bosqichni o'z ichiga oladi. Har bir sterjen qolipga qayerda joylashtirilishiga qarab ketma-ket yig'iladi. 5-rasmda 1 dan 4 gacha bo'lgan sterjenlarni yig'ish jarayoni tasvirlangan. Birinchi navbatda, olinadigan detalning seriya raqami ko'rsatilgan holda sterjenni o'rnatish jarayoni aks ettirilgan.



5-rasm. 1 dan 4 gacha bo'lgan o'zaklarni qolipga yig'ish ketma-ketligi

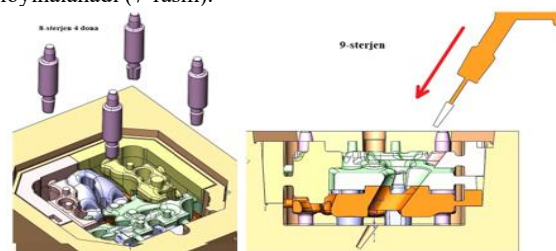
Ikkinchidan, qolipning eng pastki burchagiga joylashtirilishi kerak bo'lgan sterjen har bir tomoni bo'yicha tekshiriladi va uning aniq holatiga muvofiq o'rnatiladi. Detallarni ma'lum raqamlar bilan belgilash asosan mas'uliyatli va juda yirik quyma mahsulotlar uchun qo'llaniladi. Uchinchi o'rinda dvigatelning kirish klapanlari

bo'shliqlarini shakllantirish uchun 3-o'zak, to'rtinchi o'rinda esa dvigatelning chiqarish klapanlari bo'shliqlarini shakllantirish uchun 4-o'zak joylashgan bo'lib, ularning har bir tekis yuzasi maxsus shablonlar yordamida aniq o'lchamlar asosida tekshiriladi. Dizel dvigatelining qopqog'ida joylashgan beshinchi, oltinchi va ettinchi o'zaklar qopqoqning asosiy qismi hisoblangan sovutish tizimi uchun kanal vazifasini bajaradi. 5-6-7 sterjenlarning qolipda joylashishi 6-rasmda ko'rsatilgan.



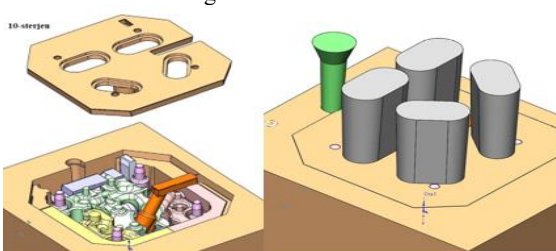
6-rasm. 5-6-7- sterjenlarni qolipga joylashtirish

Rasmning chap tomonida, sakkizinchi o'rinda vertikal joylashgan to'rtta sterjen tasvirlangan. Bu sterjenlar quyish jarayonida murakkab ichki bo'shliqlarni hosil qilish uchun qo'llaniladi. Ular qolipga joylashtiriladi va quyish tugagach, olib tashlanadi, natijada detalning aniq ichki shakli hosil bo'ladi. To'qqizinchi - rasmning o'ng tomonida ko'rsatilgan bu sterjen murakkab shakldagi ichki kanallar va bo'shliqlarni yaratish uchun ishlatiladi. U turli burchaklar ostida joylashgan bo'lib, detal ichida murakkab shakllarni hosil qilish imkonini beradi. Bu sterjenlar quyma qolipning ajralmas qismi hisoblanib, murakkab geometriyaga ega detallarni tayyorlashda qo'llaniladi. Sterjenlarning to'g'ri joylashtirilishi va ishlatilishi quymaning sifatiga katta ta'sir ko'rsatgani sababli, ular aniq hisob-kitoblar asosida loyihalanadi (7-rasm).



7-rasm. Quyma detal ichida murakkab kanalar va shakllarni hosil qilish uchun sterjen

Nihoyat, qolip qopqog'ining butun yuza bo'ylab bir tekisda va ravon o'rnatilishini ta'minlash lozim, aks holda avval o'rnatilgan o'zaklar shikastlanishi va quyma o'z o'lchamlaridan chetlashishi mumkin. Qolip qopqog'i yopilgandan so'ng, quvur va quymada cho'kindi hosil bo'lishining oldini olish hamda tuzilmaning bir xilligini ta'minlash uchun suyuq metall quyish moslamasi o'rnatiladi. 8-rasmda qolip qopqog'ini quyish uchun quvur va moslama tasvirlangan.



8-rasm. Suyuq metallni qolipga quyish uchun quyish tizimi va ustama

Metall quyish jarayonida qolip qopqog'i, quyish quvuri va pribil muhim elementlar hisoblanadi. Ushbu qismlar quyma jarayonining sifatini ta'minlash va metallning to'g'ri quyilishini ta'minlash uchun ishlatiladi. Qolip qopqog'i bu qolipning yuqori qismi bo'lib, quyish jarayonida suyuq metallni ichkariga yo'naltirish va bosimni taqsimlash uchun xizmat qiladi. Qolip qopqog'i metallning to'g'ri shakllanishi va silliq yuzaga ega bo'lishiga yordam beradi. Quyish quvuri quyilgan eritilgan metall qolip ichiga kirishidan oldin quyish quvuri orqali o'tadi. Quyish quvuri metallni boshlang'ich quyish joyidan olib keladi. Yon litniklar metallni quyma bo'shlig'iga yo'naltiradi. Shlak tutgich zararli aralashmalarni ushlab qoladi.

Eritilgan metallning kirishishini kompensatsiya qilish va ichki bo'shliqlarning oldini olish uchun tamillagich ustama qo'llaniladi. Metall soviganda uning hajmi kamayadi, tamillagich ustama esa qo'shimcha metall berib, konstruksiyaning zichligi va mustahkamligini ta'minlaydi. Ochiq tamillagich ustama qolip ustida joylashadi. Yopiq tamillagich ustama esa qolip ichiga o'rnatiladi.

3. Xulosa

Tajriba natijalariga ko'ra, qolip aralashmasining egilishga mustahkamlik chegarasi 150-300 N/sm², siqilishdagi mustahkamligi 3,8-4,2 MPa, gaz o'tkazuvchanligi 60-75 m³/(m²·soat), issiqqa chidamliligi esa 1700°C gacha etkazildi. Qoplama sifatida ishlatilgan Zirkofluid 3139 KBV kuyishga qarshi yuqori samaradorlik ko'rsatib, yuza nuqsonlarini 20-25% ga kamaytirdi. Takomillashtirilgan texnologiya asosida quyilgan d49 turidagi dizel dvigateli qopqog'ining quyma sifat ko'rsatkichlari 12-15% ga oshirildi. Mahsulotning mustahkamligi 370-400 MPa ga etkazildi, ishlov berishdagi aniqlik va sirt sifati yaxshilandi, ishlab chiqarish tannarxi 10% ga kamaydi. Ushbu tadqiqotlar natijasida yuqori sifatli va mustahkam quyma mahsulotlarini olish imkoniyati yaratildi, hamda D49 dizel dvigateli kallagini ishlab chiqarish jarayonida samaradorlik va iqtisodiy ko'rsatkichlar sezilarli darajada oshirildi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Турсунов, Н.К.; Алимухамедов, Ш.П.; Тоиров, О.Т. Разработка эффективной технологии получения синтетического чугуна в индукционной тигельной печи. Universum: технические науки: электрон. научн. журн. - 2022. 6(99), июнь, 2022 г.
- [2] Kren, A.P. Determination of the Strain-Hardening Exponent of a Metallic Material by Low-Speed Impact Indentation / A.P. Kren, V. A. Rudnitskii // Russian Metallurgy (Metally). - 2019. - №. 4. - P. 478-483. DOI: 10.1134/S0036029519040220.

[3] U. T. Rakhimov, N. K. Tursunov, and S.E. Tursunov. "Improvement of production technology for spheroidal graphite cast iron with increased strength" American Institute of Physics Conference Series. Vol. 3045. No. 1. 2024.

[4] Rakhimov, U., & Tursunov, N. (2023). Development of technology for high-strength cast iron for manufacturing D49 head of cylinder. In E3S Web of Conferences (Vol. 401, p. 05013). EDP Sciences.

[5] 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; (1): 33-40.

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

Tursunov Nodirjon
Qayumjonovich/
Tursunov Nodirjon
Kayumjonovich

Toshkent davlat transport universiteti
"Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası mudiri.
t.f.d. professor,
E-mail: u_nadir@mail.ru
Tel.: +998990012371
<https://orcid.org/0009-0008-7910-3980>

Rahimov Uchqun
Toshniyoz o'g'li/
Rahimov Uchqun
Toshniyoz ugli

Toshkent davlat transport universiteti
"Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası PhD doktoranti
E-mail: uchqun.raximov.1991@mail.ru
Tel.: +998939955691
<https://orcid.org/0009-0001-9819-5314>

Urazbayev Talgat
Tileubaevich / Urazbaev Talgat
Tileubaevich

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 / Mamaev Sherali
Ibrokhimovich

Toshkent davlat transport universiteti
"Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası t.f.n., professor v.b,
E-mail: mamayevsherali@gmail.com
Tel.: +998909687427
<https://orcid.org/0009-0006-1808-489X>



Improvement of the technology for obtaining synthetic cast iron using local secondary waste raw materials

N.K. Tursunov¹^a, U.T. Rakhimov¹^b, T.T. Urazbaev¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: In this article, the problems of creating and implementing a technology for the production of synthetic cast iron using local secondary waste raw materials were studied. In the research process, the composition and quality of processed scrap metal, industrial waste, and other secondary raw materials were analyzed, and their influence on cast iron solutions was considered. The main problems arising in the production process the variability of the raw material composition, difficulties in controlling harmful impurities, high energy consumption, and compliance with environmental requirements - were analyzed. Improved technological solutions and environmentally safe methods have been recommended to improve the quality of synthetic cast iron and ensure production efficiency.

Keywords: synthetic cast iron, induction crucible furnace, chemical composition, secondary raw materials, temperature, mechanical properties

Mahalliy ikkilamchi chiqindi xom ashyolaridan foydalanib sintetik cho‘yan olish texnologiyasini takomillashtirish

Tursunov N.K.¹^a, Rakhimov U.T.¹^b, Urazbayev T.T.¹^c

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada mahalliy ikkilamchi chiqindi xomashyolardan foydalanib, sintetik cho‘yan ishlab chiqarish texnologiyasini yaratish va amaliyotga tatbiq etish muammolari o‘rganildi. Tadqiqot jarayonida qayta ishlangan metall parchalari, sanoat chiqindilari va boshqa ikkilamchi xomashyolarning tarkibi hamda sifati tahlil qilindi, shuningdek, ularning cho‘yan eritmalariga ta’siri ko‘rib chiqildi. Ishlab chiqarish jarayonida yuzaga keladigan asosiy muammolar xomashyo tarkibining o‘zgaruvchanligi, zararli qo‘shimchalarni nazorat qilishdagi qiyinchiliklar, yuqori energiya sarfi, hamda ekologik talablarga muvofiqlik masalalari tahlil etildi. Sintetik cho‘yan sifatini oshirish va ishlab chiqarish samaradorligini ta’minlash uchun takomillashtirilgan texnologik echimlar tavsiya qilindi.

Kalit so‘zlar: sintetik cho‘yan, induksion tigel pech, kimyoviy tarkibi, ikkilamchi xom ashyo, mexanik xossalari

1. Kirish

Bugungi kunda sanoat tarmoqlarining jadal sur’atda rivojlanishi natijasida turli xil metallurgiya chiqindilari va ikkilamchi xom ashyo hajmi tobora ko‘payib bormoqda. Bu resurslardan oqilona va samarali foydalanish nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki atrof-muhit muammolarini kamaytirish borasida ham muhim rol o‘ynaydi. Xususan, ikkilamchi metallurgiya chiqindilaridan sintetik cho‘yan ishlab chiqarish zamonaviy texnologiyaning dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Mahalliy ikkilamchi chiqindi xom ashyolaridan foydalanish asosida sintetik cho‘yan ishlab chiqarish nafaqat asosiy resurslardan foydalanishni kamaytiribgina qolmay, balki ishlab chiqarish tannarxini pasaytirish va atrof-muhitga salbiy ta’sirni minimallashtirish imkonini ham beradi. Shu bilan birga, ushbu jarayonlarni tashkil etish va takomillashtirishda bir qator muammolar mavjud. Xususan, ikkilamchi xom ashyolarning kimyoviy tarkibi o‘zgaruvchanligi, zararli aralashmalar va ularning tayyor

mahsulot sifatiga ko‘rsatadigan ta’siri, eritish jarayonining texnologik jihatlarida hamda energiya sarfi kabi masalalar jiddiy ilmiy-amaliy echimlarni talab qiladi. [1].

Ushbu maqolada mahalliy ikkilamchi chiqindi xomashyolari asosida sintetik cho‘yan ishlab chiqarish texnologiyasini yaratish, mavjud muammolarni aniqlash hamda ularni bartaraf etish yuzasidan taklif va tavsiyalar ishlab chiqish ko‘zda tutilgan. Tadqiqot natijalari sanoat korxonalarida samarali texnologik jarayonlarni joriy etish va ekologik toza ishlab chiqarish tizimini shakllantirish uchun ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi. Tadqiqot jarayonlari “QUYISH-MEXANIKA ZAVODI” AJ da 6 tonna sig‘imli neytral qoplamali “OTTO JUNKER” kompaniyasining o‘rta chastotali induksion tigel pechidan foydalangan holda amalga oshirildi. Induksion tigel pechlarining neytral qoplama xususiyatlari (1-jadval).

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

^b <https://orcid.org/0009-0001-9819-5314>

^c <https://orcid.org/0009-0006-1808-489X>



1-jadval

Induksion tigel pechlarining neytral qoplama xususiyatlari

Kimyoviy tarkibi (massa bo'yicha)			Tarkib	Zichligi, kg/m ³	T _{ishchi} , K
Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO			
86	<0,1	13	Keramika	2900	2073

Induksion tigel pechlari metallurgiyada eritish jarayonlarida keng qo'llaniladigan pech hisoblanadi. Mazkur pechlar yuqori samaradorligi bilan ajralib turib, energiya tejamkorligini ta'minlash hamda harorat rejimini tezkor va aniq boshqarish imkoniyatini beradi. Induksion tigelli pech uchun shixtani tayyorlash 300×300 mm² dan oshmaydigan bo'laklarning optimal hajmini hisobga olgan holda va ularni pechkaga joylashtirish zichligini ta'minlagan holda tuzilishi kerak. Juda kichik bo'laklardan foydalanish quvvatning etarlicha yuqori bo'lmisligiga olib keladi, bu esa erish vaqtini va quvvat sarfini oshiradi. Oqim chastotasining pasayishi bilan uning kirish chuqurligi oshadi, bu esa o'ziga xos quvvatning pasayishiga olib keladi. Shuning uchun, oqim chastotasini kamaytirganda, shixta qismlarining hajmini oshirish kerak. Shixta kuchli oksidlanishdan himoyalaniishi kerak, chunki bu alohida bo'laklar o'rtasida yomon elektr o'tkazuvchanlikka olib kelishi mumkin. Shixtaning har bir alohida qismida elektr oqimi yopilishi mumkin, bu erish vaqtini va energiya sarfini oshiradi. Shixta qanchalik zichroq bo'lsa, erish tezroq sodir bo'ladi va elektr energiyasi kamroq iste'mol qilinadi. Induksion tigel pechida ikkilamchi xom ashyolardan foydalanib sintetik cho'yan eritish jarayoni 1-rasmda, ikkilamchi xom ashyoning kimyoviy tarkibi va materiallar balansi, 1-jadvalda keltirilgan.



1-rasm. Induksion tigel pechida ikkilamchi xom ashyolardan foydalanib sintetik cho'yan eritish jarayoni

2-jadval

Materiallar balansi va shixta materiallari kimyoviy tarkibi

Materialning nomlanishi	Cho'yan tarkibidagi elementlarning massa ulushi, kg													Yuklash egalligi, kg
	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Cu	Mg	Al	Ca	Ba	La-Ce	
Qaytgan cho'yan lom	5,49	3,525	1,022	0,018	0,024	0,078	0,068	0,054	0,123	0,035	0,000	0,000	0,000	139,599
So'lt rpafermarganes	23,7	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	25
Po'lat lom (gildirak)	4,20	2,170	4,900	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	687,680
Qaytgan cho'yan lom	5,49	3,525	1,022	0,018	0,024	0,078	0,068	0,054	0,123	0,035	0,000	0,000	0,000	139,599
Elementlarni kuyishi, %	5	10	10				5		80	80				1,5
Elementlarni kuyishi, kg	1,95	0,92	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	14,50
Umumiy tarkib, kg	36,9	8,298	6,249	0,21	0,28	0,36	0,38	0,38	0,49	0,70	0,00	0,00	0,00	952,375

Sintetik cho'yanni eritish uchun arzon metall chiqindilaridan foydalanish uning tannarxini oddiy cho'yanni ikkilamchi qayta eritishga nisbatan 25...35% ga kamaytirishni ta'minlaydi. Bugungi kunda sintetik cho'yandan yuqori mas'uliyatli turli xil detallar, masalan, lokomotiv kolodkalar, tirsakli vallar, silindrlar bloklari, ichki yonuv dvigatellarining kallaklari, eyilishga chidamli quymalar, yuqori haroratlarda ishlaydigan va shu kabi

boshqa quymalar olishda foydalaniladi, mahalliy ikkilamchi xomashyo materiallar balansi va shixta materiallari kimyoviy tarkibi (2-jadval). [2].

Mahalliy ikkilamchi xomashyo lomlaridan foydalanib sintetik cho'yan olishda foydalanilgan materiallar. Po'lat lom 70%, qaytgan cho'yan lom 30%, va eritish jarayoni uchun materiallar balansi va shixta materiallari hisoblab chiqildi. Sintetik cho'yan olishda, metallidagi uglerod miqdorini oshirish maqsadida elektr yoyli pechning elektrodlar sinig'idan foydalanilgan. Bir tonna suyuq cho'yan olish uchun shixta materiallari sarfi 1043,56 kg ni tashkil etadi. Temir yo'l transportida qo'llaniladigan g'ildirak juftliklari, g'ildirak o'qlari va boshqa shu kabi detallar uchun quyda keltirilgan (GOST 10791-2011, EN 13262) bo'yicha uglerodli A1 markali ikkilamchi chiqindi po'lat lomlardan foydalanilgan kimyoviy tarkibi 3-jadvalda va qaytgan cho'yan lom kimyoviy tarkibi 4-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Ikkilamchi chiqindi po'lat lomlardan kimyoviy tarkibi

Materialning nomlanishi	Elementlarning massa ulushi, %								
	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Cu	Al
Po'lat lom	0,6	0,31	0,7	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04

4-jadval

Qaytgan cho'yan lom kimyoviy tarkibi

Materialning nomlanishi	Elementlarning massa ulushi, %										
	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Cu	Mg	Al	Fe
Qaytgan cho'yan lom	3,66	2,35	0,68	0,012	0,016	0,052	0,045	0,036	0,082	0,023	93,066

Legirlavchi elementlar sifatida quydagi ferro qotishmalardan foydalanildi. Ferrosilikomarganes (MnC17) - marganes, kremniy va temirdan tashkil topgan, metallurgiya sanoatida keng qo'llaniladigan qotishma. MnC17 tarkibida taxminan 17% kremniy (Si) va yuqori miqdorda marganes mavjud. Bu qotishma po'lat va cho'yan qotishmalar ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega. Ferromarganes (ΦMn75) tarkibida taxminan 75% marganes (Mn), shuningdek temir (Fe) hamda oz miqdorda boshqa elementlar (Si, C, S, P) mavjud bo'lgan qotishmadir. U metallurgiyada po'lat va cho'yan ishlab chiqarish jarayonida legirlovchi va oksidsizlantiruvchi qo'shimcha sifatida qo'llaniladi ferrosilikomarganes (MnC17), ferromarganes (ΦMn75) kimyoviy tarkibi 5-jadvalda keltirilgan.

5-jadval

Ferroqotishmalarning kimyoviy tarkibi

№	Materialning nomlanishi	Marka	Elementlarning massa ulushi, %							
			C	Si	Mn	S	P	Cr	Al	Fe
3	Ferrosilikom arganes	MnC17	2,1	18,6	67	0,02	0,15	0,01	0,46	11,66
4	Ferromarganes	ΦMn75	0,5	1,8	75	0,02	0,4			22,28

2. Tadqiqot metodikasi

Induksion tigel pechida sintetik cho'yan olish jarayoni quyidagi tartibda amalga oshiriladi: metallni induksion tigel pechida eritish paytida po'lat qoldiqlarining miqdori 40 foizdan oshmasligi lozim. Bir xil kimyoviy tarkibga ega cho'yanlarni taqqoslaganda, tarkibida 40 foizdan ortiq po'lat qoldiqlari bo'lgan shixtada eritilgan cho'yanlarning grafiti nisbatan mayinroq va mexanik xususiyatlari yaxshilangan holda namoyon bo'ladi.

Briket modifikator SiCaAl materialidan foydalanib desulfuratsiyalash texnologiyasi. Briket modifikator SiCaAl - ΦC45 markali ferrosilitsiy o'rniga cho'yan eritishda ishlatiladigan kremniyli shixta materiali hisoblanadi.



Metallni kremniy bilan legirlashdan tashqari, briket modifikator SiCaAl metall suyuqlanmasiga tozalovchi sifatida ta'sir ko'rsatadi, oltingugurt va fosfordan suyuq metallni tozlaydi, chunki tarkibida magniy hamda 15% gacha faol ishqoriy er va kam uchraydigan nodir elementlari mavjud. Shixta eritilgandan so'ng, hosil bo'lgan suyuqlanma pech umumiy hajmining 1/3 - 2/3 qismiga teng hajmini egallagan paytda, briket modifikator SiCaAl qo'shiladi. Ularning ustiga shixtaning qolgan qismi eng samarali foydalanishni ta'minlash uchun ular briketlarni to'liq qoplaydigan qilib joylashtiriladi. Butun shixta pechda eritilgandan so'ng, shlak ko'kiladi oltingugurt va fosfor qayta tiklanmasligi uchun. Qo'llaniladigan briket modifikator SiCaAl (2-rasmda,) ko'rsatilgan, briketlar miqdori jarayon sharoitiga va yakuniy mahsulotga qo'yiladigan talablarga bog'liq bo'lib, faqat xar bir quyuv sexida tajriba yo'li bilan aniqlanishi mumkin.



2-rasm. Briket modifikator SiCaAl

Briket modifikator SiCaAl ning o'rtacha sarfi 1 tonna eritilgan metallga 20 kg ni tashkil qiladi. Yuqorida tavsiflangan briket modifikator SiCaAl meriallarini qo'llab eritmani desulfuratsiyalash texnologiyasini qo'llash metallda oltingugurt konsentratsiyasini kamaytirish imkonini beradi. Briketlangan kompleks modifikatorining SiCaAl kimyoviy tarkibi 6-jadvalda keltirilgan.

6-jadval

Briketlangan (SiCaAl) kompleks modifikatorining kimyoviy tarkibi

Modifikator markasi	Asosiy elementlarning massa ulushi, %					
	Mg	Ca	Al	Ce+La	Si	Fe
Briket kompleks modifikator SiCaAl	10,0-12,0	≤ 6,0	≤ 1,5	≤ 5,0	35,0-44,8	qol.

Cho'yanni eritishda mehnat sarfini kamaytirish uchun temir yo'l vagonlarining xizmat muddatini o'tagan va ishdan chiqarilgan (1A) quyma qismlari

Tadqiqod ishida induksion tigelli pechlarda cho'yan eritish texnologiyasining yangi konsepsiyasini taklif qilindi, bu esa metall shixta tarkibida po'lat chiqindilaridan foydalanigan holda sintetik cho'yan olish imkonini beradi. Shixtaning tarkibi eritilgandan so'ng barcha elementlarning tayyor metallda belgilangan miqdorga yaqin bo'lishini ta'minlashi kerak. Dastlabki shixta materiallari sifatida quyma va oraliq cho'yanlar, qaytgan cho'yan lomlar, po'lat chiqindi lomlar, karbyuratorlar va ferroqotishmalar ishlatiladi. Metall shixtani hisoblashni suyuqlantirish davridagi chiqindilar, po'lat chiqindi lom texnologik davrda qo'shimchalar uchun zarur bo'lgan legirlovchi ferroqotishmalar miqdorini aniqlashdan boshlash maqsadga muvofiqdir, bunda suyuq cho'yan tarkibi talabga yaqin bo'lishini taminlaydi.

Induksion tigelli pechlarda sintetik cho'yanni eritish usuli shundan iboratki, eritishdan oldin karbyurator, po'lat lomlar va ferroqotishmalar ulushini hisobga olgan holda shixtani hisoblash lozim. Eritish induksion pech tigeling umumiy sig'imidan 10-30% miqdorida qaytgan cho'yan lom

bilan to'ldirishdan boshlanadi. Suyuq metall yuklangan qaytgan cho'yan lom miqdoriga muvofiq 20-30 min davomida 1350°S gacha qizdiriladi. Keyin elektr yoyli pechning elektrodlar sinig'i qo'shiladi, uning sarf me'yori po'lat lomining ma'lum ulushida shixtaning umumiy hisobi bo'yicha aniqlanadi.

Tigel pechi quyidagi tartibda ishga tushiriladi. Pechning barcha suv bilan sovutiladigan elementlarini yoqish, so'ngra kondensatorli batareyaning quvvatining 2/3 qismi yoqiladi so'ngra generator qo'zg'atiladi va generatordagi kuchlanishni nominal qiymatdan 0,7 ... 0,8 ga qo'yiladi. Ular pech induktor pallasida chiziqli kontaktorni yoqadilar va qo'shimcha ravishda kondensatorlarni ulab, induktorning reaktiv induktiv quvvatini $\cos\phi=1$ tengligiga moslashtiradi. Avtomatik boshqaruv bilan quvvat davri elektr rejimining avtomatik regulyatoriga o'tkaziladi.

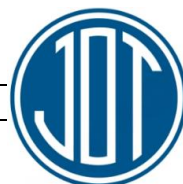
Eritish jarayonida dast avval shixtaning bo'laklari etarli darajada kontakt hosil bo'lmagan joylarga ega bo'lganda, qisqa tutashuvlar paydo bo'ladi. Ushbu qisqa tutashuvlar induktor zanjirida oqim o'zgarishiga olib keladi, shuning uchun erish jarayoni kamaytirilgan manba quvvatidan foydalanishni boshlaydi. Oqim pasayishi bilan konvertor maksimal quvvatga o'tadi.

3. Xulosa

Mahalliy ikkilamchi chiqindi xom ashyolardan foydalanib, sintetik cho'yan olish texnologiyasini takomillashtirish zamonaviy sanoatning dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Cho'yanni eritish jarayonida oltingugurt miqdori 0,0296 dan oshmasligi lozim. Aks holda kimyoviy tarkibi, mexanik xossalari bo'yicha beqaror natijalar olinadi va cho'yan strukturasida buzilgan shakldagi grafit kuzatiladi. Tadqiqot natijalari mavjud resurslardan unumli foydalanish orqali ishlab chiqarish jarayonlarini ekologik va iqtisodiy jihatdan yanada samaraliroq qilish mumkinligini ko'rsatdi. Qayta ishlanadigan metallurgiya va sanoat chiqindilarining tarkibi atroflicha tahlil qilindi, ularni eritishda yuzaga keladigan asosiy muammolar, jumladan zararli aralashmalar va tarkibning beqarorligi aniqlandi hamda ushbu muammolarni bartaraf etish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi. Shuningdek, energiya tejovchi pechlar va ilg'or texnologik usullaridan foydalanish orqali ishlab chiqarish samaradorligi oshirilib, tayyor mahsulot sifatini saqlab qolish imkoniyati yaratildi. Mahalliy xomashyodan keng foydalanish ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta'minlashda muhim ahamiyatga ega.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Турсунов, Н.К.; Алимухамедов, Ш.П.; Тоиров, О.Т. Разработка эффективной технологии получения синтетического чугуна в индукционной тигельной печи. Универсум: технические науки: электрон. научн. журн. - 2022. 6(99), июнь, 2022 г.
- [2] Kren, A.P. Determination of the Strain-Hardening Exponent of a Metallic Material by Low-Speed Impact Indentation / A.P. Kren, V. A. Rudnitskii // Russian Metallurgy (Metally). - 2019. - №. 4. - P. 478-483. DOI: 10.1134/S0036029519040220.



[3] U. T. Rakhimov, N. K. Tursunov, and S.E. Tursunov. "Improvement of production technology for spheroidal graphite cast iron with increased strength" American Institute of Physics Conference Series. Vol. 3045. No. 1. 2024.

[4] Rakhimov, U., & Tursunov, N. (2023). Development of technology for high-strength cast iron for manufacturing D49 head of cylinder. In E3S Web of Conferences (Vol. 401, p. 05013). EDP Sciences.

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

Tursunov Nodirjon	Toshkent davlat transport universiteti "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası mudiri.
Qayumjonovich/ Tursunov Nodirjon	t.f.d. professor,
Kayumjonovich	E-mail: u_nadir@mail.ru
	Tel.: +998990012371
	https://orcid.org/0009-0008-7910-3980

Rahimov Uchqun Toshniyoz o'g'li/ Rahimov Uchkun Toshniyoz ugli	Toshkent davlat transport universiteti "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası PhD doktoranti
	E-mail: uchqun.raximov.1991@mail.ru
	Tel.: +998939955691
	https://orcid.org/0009-0001-9819-5314

Urazbaev Talgat Tileubaeovich / Urazbaev Talgat Tileubaeovich	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



Basics of developing a model of deformation of elastic-plastic half-space of cast iron

N.K. Tursunov¹^a, A.P. Kren²^b, T.M. Tursunov¹^c, T.T. Urazbaev¹^d,
Sh.I. Mamaev¹^e, U.T. Rakhimov¹^f, J.B. Bakhtiyorov¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Institute of Applied Physics of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

Abstract:

The article is devoted to the creation of a model of deformation of the elastic-plastic half-space of iron-carbon alloys, which is important for the accurate determination of the physical and mechanical properties of this material. The main objective of the study is to conduct a finite element analysis of changes in the stress-strain state of the elastic-plastic half-space of cast iron under the local dynamic action of a rigid spherical indenter. As a result of the analysis, it is planned to construct a dynamic diagram of indentation of the indenter in the coordinates "force - displacement". Successful modeling of the deformation process will significantly reduce the volume of full-scale experiments and reduce the number of samples required for testing. The ANSYS Workbench software environment was used in the modeling, in which graphical dependencies of stress-strain values were developed, describing the linear behavior of the material during deformation. Modeling was also carried out for various combinations of Poisson's ratio.

Keywords:

cast irons, deformation, physical and mechanical characteristics, Person model, local contact interaction, indentation, Poisson's ratio, model adequacy

Основы разработки модели деформирования упругопластического полупространства чугуна

Турсунов Н.К.¹^a, Крень А.П.²^b, Турсунов Т.М.¹^c, Уразбаев Т.Т.¹^d,
Мамаев Ш.И.¹^e, Рахимов У.Т.¹^f, Бахтиёров Ж. Б¹

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

²Институт прикладной физики НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Аннотация:

Статья посвящена созданию модели деформации упругопластического полупространства железо-углеродистых сплавов, что важно для точного определения физико-механических свойств данного материала. Основная цель исследования заключается в проведении конечно-элементного анализа изменения напряженно-деформированного состояния упругопластического полупространства чугуна при локальном динамическом воздействии жесткого сферического индентора. В результате анализа планируется построить динамическую диаграмму вдавливания индентора в координатах «усилие – перемещение». Успешное моделирование процесса деформации позволит значительно сократить объем натурных экспериментов и уменьшить количество образцов, необходимых для испытаний. При моделировании использовалась программная среда ANSYS Workbench, в которой были разработаны графические зависимости величин напряжение-деформация, описывающие линейное поведение материала в процессе деформирования. Также было проведено моделирование для различных сочетаний коэффициента Пуассона.

Ключевые слова:

чугуны, деформирование, физико-механические характеристики, модель Персона, локально контактное взаимодействие, индентирование, коэффициента Пуассона, адекватности модели

1. Введение

Существует ряд особенностей деформирования чугуна, Существует ряд особенностей деформирования чугуна, присущих только данному материалу. Так, в частности коэффициент Пуассона данного материала

может изменяться по мере увеличения деформации. Кроме этого, имея одну и ту же твердость в рамках одной марки чугуна, он может обладать различным модулем упругости. Также чугун может иметь одну и ту же прочность обладая при этом различной формой графитовых включений [1]. В тоже время для таких чугунов будет существенно изменяться его

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

^b <https://orcid.org/0000-0001-9658-1003>

^c <https://orcid.org/0000-0002-6834-7356>

^d <https://orcid.org/0009-0006-1808-489X>

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

^f <https://orcid.org/0009-0001-9819-5314>



относительное удлинение и предел текучести [2]. Все это будет определенным образом влиять на кривую динамического микроударного деформирования [3].

Моделируемый процесс локального контактного взаимодействия аналогичен процессу внедрения индентора в металл для твердомеров с ударным принципом действия: индентор ускоряется под действием придаваемого ему силой тяжести или разгонной пружины импульса, соприкасается с поверхностью испытуемого образца (изделия), после чего его скорость начинает падать вплоть до нуля [3]. А далее происходит отскок индентора под действием упругих деформаций, запасенных в процессе удара.

В процессе выполнения работ использовался пакет ANSYS без подключения дополнительных модулей. Моделирование включало следующие основные этапы:

- построение геометрии соударяющихся тел;
- построение конечно-элементной сетки;
- задание граничных условий;
- задание характеристик материалов;

Далее формировалась система уравнений, связывающая граничные условия с неизвестными, после чего эта система решалась относительно неизвестных. В результате была получена возможность рассчитать значение любого параметра в любой точке любого конечного элемента по той же искомой функции, которая использовалась при построении системы уравнений.

2. Методология исследования

В данном исследовании для получения достоверных результатов проведен методический анализ для разработки модели деформирования упругопластического полупространства материала [4]. Исходя из этого существует необходимость в решении задачи пластической деформации при воздействии ударной нагрузки, чтобы достоверно охарактеризовать модель и его интегральную оценку. Для этого поэтапно необходимо задать геометрические параметры модели, а также задать построение конечно-элементной сетки и граничные условия модели.

Задание геометрических параметров модели

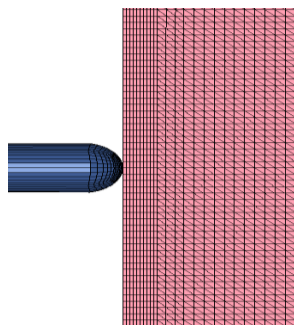


Рис. 1. Внешний вид геометрии модели

На первом этапе ставилась задача создания формы и размеров соприкасающихся индентора и контролируемого изделия. Для упрощения на начальной стадии моделирования изделие принималось плоской формы (100x25x5 мм), а геометрические параметры индентора принимались близким, к реально используемым при контроле (длина 25 мм, радиус

сферы 0,9 мм). Ввиду отсутствия данного материала во встроенном модуле Engineering Data, авторами предложен материал Tungsten carbide и определены его свойства согласно справочным данным. Геометрия для этих тел была построена с помощью КЭ пакета ANSYS Workbench стандартными средствами проектирования (рис. 1).

Построение конечно-элементной сетки

На этапе построения сетки выполнялось разбиение геометрических моделей, взаимодействующих объектов конечно-элементной сеткой. Данная сетка генерируется на геометрической модели и является основой для составления и решения системы уравнений в матричном виде из двух существующих вариантов генерации сетки:

- автоматическая генерация сетки с установками по умолчанию при запуске на решение;
- генерация сетки с задаваемыми пользователем установками.

Для данной работы был выбран второй вариант, так как для повышения адекватности модели необходимо задать плотность, форму элементов и размер сетки. При автоматическом разбиении сетка может быть слишком грубой, что негативно сказывается на точности конечного решения.

Для динамического анализа объемных тел в ANSYS сетка создается с использованием тетраэдрических или гексаэдрических твердых элементов с линейной или квадратичной функцией формы (рис. 2). Размер элементов (Element size) определяет среднюю длину ребра элемента. Проведенные предварительные расчеты показали, что при различных размерах элементов оптимальное время решения модели (8 часов) достигается при параметре Element size не менее 0,3 мм, что также обеспечивает достаточную точность вычислений. Равномерность сетки на грани образца, в которую внедряется индентор, достигается с помощью опции Mapped face meshing.

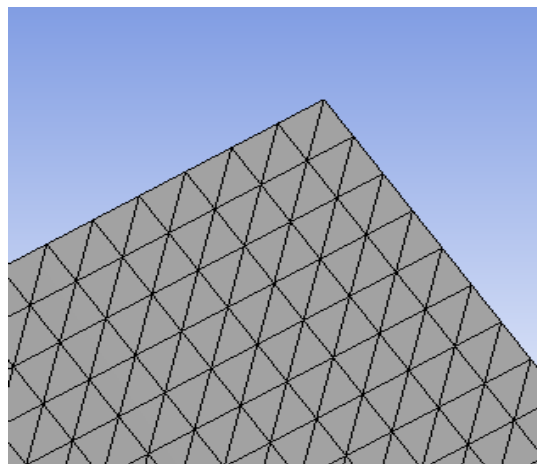


Рис. 2. Равномерная Explicit сетка образца

Граничные условия модели

Одним из важных этапов повышения адекватности модели и подготовки модели к расчету является задание “нагрузок” и “ограничений”. Под этими терминами понимаются все внешние и внутренние воздействия на модель. При конечно-элементном моделировании в нашем случае состояние тела характеризуется конечным

числом степеней свободы в узлах сетки. Жесткость образца задавалось с помощью ограничения степеней свободы по направлению движения индентора нижних узлов конечно-элементной сетки плиты.

Для целей моделирования было выбрано значение предударной скорости индентора равное 1,88; 1,5 и 3,0 м/с, что соответствует реальным значениям, применяемым в динамических твердомерах [4].

В качестве контролируемого материала в рамках исследования из библиотеки General Materials была выбрана конструкционная сталь (Structural steel) с модулем упругости 200 ГПа, коэффициентом Пуассона 0,3 и различными пределами текучести σ_t и коэффициентами деформационного упрочнения n . В условиях отсутствия пластических деформаций (т.е. при $\sigma \leq \sigma_t$) процесс деформирования описывался линейной зависимостью напряжения σ от деформаций ε , т.е. законом Гука (уравнение 1). Нелинейное упругопластическое поведение материала в процессе нагружения в интервале изменения напряжений $\sigma \geq \sigma_t$ задавалось согласно степенному закону упрочнения (уравнение 2) [5]:

$$\sigma = E\varepsilon, \text{ при } \sigma \leq \sigma_t \quad (1)$$

$$\sigma = K\varepsilon^n, \text{ при } \sigma \geq \sigma_t, \quad (2)$$

где σ – напряжения в материале, ε – деформация, n – коэффициент деформационного упрочнения, K – коэффициент пропорциональности, определяемый механическими характеристиками материала.

Характерным отличием зон упругой и пластической деформации состоит в том, что коэффициент пропорциональности между σ и ε в упругой зоне является определенной константой (модуль упругости E), а в пластической зоне за счет деформационного упрочнения становится различным для каждого сочетания σ_t и n .

Найти коэффициент пропорциональности K можно, если рассмотреть случай достижения материалом предела текучести ($\sigma = \sigma_t$), тогда из уравнений (1) и (2) получим:

$$K = \sigma_t^{1-n} E^n. \quad (3)$$

Уравнения (1) и (2) предполагает использование условных напряжений и деформаций (σ_y и ε_y соответственно), т.е. напряжений и деформаций аналогичных тем, что используются при построении диаграммы растяжения при стандартных испытаниях. Для описания пластичности материала в среде ANSYS должны использоваться истинные напряжения и деформации, т.к. они наиболее точно характеризуют его состояние в процессе моделирования.

В области малых деформаций условные напряжения практически соответствуют истинным, а при развитых пластических деформациях для расчета истинных значений σ и ε (таб. 2) используют следующие зависимости:

$$\sigma = \sigma_y(1 + \varepsilon_y) \quad (4)$$

$$\varepsilon = \ln(1 + \varepsilon_y) \quad (5)$$

где ε_y – условная (измеренная в ходе стандартных испытаний) деформация материала, σ_y – условное напряжение.

3. Результаты и обсуждение

В среде ANSYS Workbench график напряжение-деформация, описывающий линейное поведение материала (Рис. 1) в процессе деформирования может быть задан с помощью APDL-команд. В данном случае для определения линейных свойств материала использована команда PREP7 (рис. 4). Активация таблицы ввода данных для свойств материала выполнена посредством функции Uniaxial – определяющей возможность задания пользователем одноосного напряжения и деформации, и связанной в среде ANSYS непосредственно с моделью материала «Cast iron» из стандартной библиотеки материалов General Materials.

Также было проведено моделирование для других сочетаний коэффициента Пуассона: 0,15;0,45; 0,3;0,3; 0,1;0,45 (Рис. 4). Как видно из рисунка 4 наибольшее влияние оказывает значение коэффициента Пуассона на участке упругого вдавливания. Однако на данном участке для широкого круга чугунов его значение в действительности меняется в диапазоне 0,25-0,32. Поэтому очевидно, что его значение не будет в значительной мере менять ход диаграммы индентирования. В этой связи было принято решение перейти к расчетам с постоянным усредненным значением коэффициента Пуассона 0,3 и использовать модель Персона.

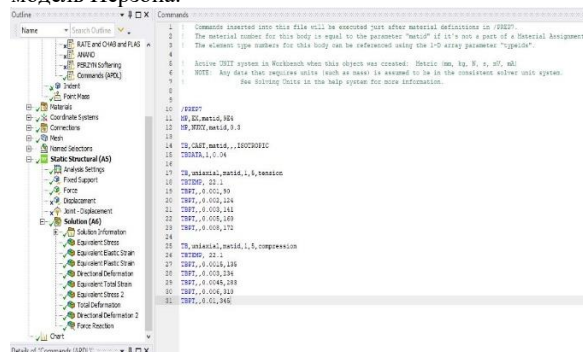


Рис. 3. Пример задания с помощью APDL-команд в ANSYS Mechanical для модели чугуна различными кривыми растяжения и сжатия ($E=90$ ГПа, $\nu_1=0,3$ и $\nu_2=0,04$)

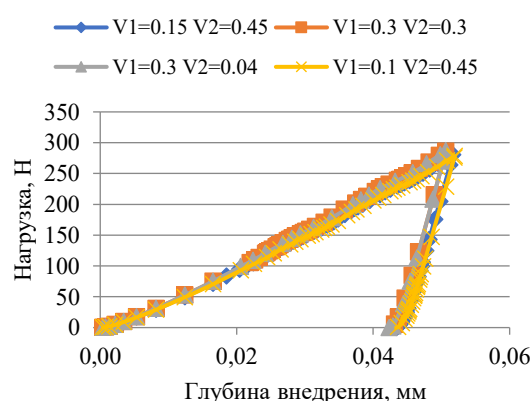


Рис. 4. Диаграмма деформирования чугуна с различными значениями коэффициента Пуассона в упругой и пластической области жестким индентором с предударной скоростью 1,88м/с
В среде ANSYS Mechanical пластическое поведение материала учитывается путем описания его нелинейной



моделью (моделью с мультилинейным упрочнением). Подобная модель предполагает задание таблицы значений истинных пластических деформаций и соответствующих напряжений. Поэтому начальной точкой любой нелинейной модели материала будет точка с нулевой пластической деформацией и напряжением равным пределу его текучести. Однако в данном случае для корректного задания диаграммы «напряжение-деформация» необходимо также исключить из истинных значений деформации ее упругую составляющую, которая может быть рассчитана согласно уравнению (1) как отношение истинного напряжения к модулю упругости σ/E .

В таблице 1 приведен пример полученных согласно формулам (1) – (5) значений условных и истинных деформаций и напряжений (столбцы 1-4 таблицы 1), а также численных значений пластической деформации, задаваемых при моделировании нагружения материала с модулем упругости 200 ГПа, пределом текучести 100 МПа и коэффициентом деформационного упрочнения 0,25, что близко к параметрам высокопрочного легированного чугуна. Для указанных параметров материала рассчитанный согласно формуле (3) коэффициент $K=668,74 \cdot 10^6$.

Таблица 1

Пример задания численных значений, описывающих модель высокопрочного легированного чугуна мультилинейным упрочнением

Условная деформация ε_y , мм/мм	Условное напряжение σ_y , МПа	Истинная деформация ε , мм/мм	Истинное напряжение σ , МПа	Пластическая деформация, мм/мм
1	2	3	4	5
0	0	0	0	-
0,0005	100,00	0,000500	100,05	0
0,0010	118,92	0,001000	119,04	0,000404
0,0020	141,42	0,001998	141,70	0,001289
0,0040	168,18	0,003992	168,85	0,003148
0,0080	200,00	0,007968	201,60	0,006960

В среде ANSYS Workbench график напряжение-деформация, описывающий линейное поведение материала в области малых деформаций и задающий модель его кинематического упрочнения в упругопластической зоне был задан с помощью APDL-команд (рис.5), описывающих модель упругопластического материала – модель Перзона (Perzyna)).

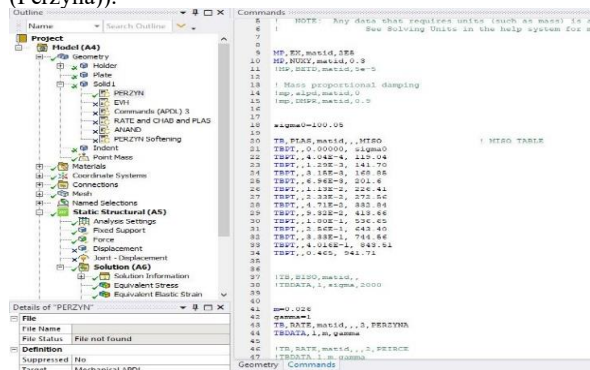


Рис. 5. Пример задания с помощью APDL-команд в ANSYS Mechanical кинематической модели упрочнения конструкционной стали с

коэффициентом Пуассона 0,3, $E=200$ ГПа, $\sigma_t=100$ МПа

Для оценки адекватности данной модели и проведения вычислительных экспериментов использовались кривые растяжения для двух материалов, высокопрочного (ВЧ) и серого (СЧ) чугуна (рис.5), обладающих одинаковым пределом прочности (около 350 МПа), но различным модулем упругости и удлинением при разрыве (таблица 2).

Таблица 2

Параметры материалов

Материал	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Модуль упругости, ГПа	Относительное удлинение при разрыве, %
ВЧ	350	220	170	3
СЧ	350	150	140	22

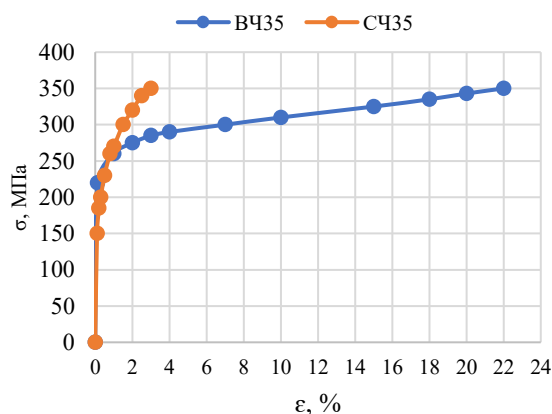


Рис. 6. Диаграммы растяжения для высокопрочного и серого чугунов

Как видно из рисунков 7 и 8 изменение хода диаграмм в зависимости от значения коэффициента Пуассона незначительно. Гораздо больший эффект имеет режим нагружения – динамический или статический, а также предупредная скорость.

— ВЧ35 коэфф. Пуассона 0,3; статическое нагружение $P \sim 3$ м/с
 — ВЧ35 коэфф. Пуассона 0,3; 3м/с
 — ВЧ35 коэфф. Пуассона 0,1; 3м/с
 — ВЧ35 коэфф. Пуассона 0,1; статическое нагружение $P \sim 3$ м/с
 — ВЧ35 коэфф. Пуассона 0,3; 1,5 м/с
 — ВЧ35 коэфф. Пуассона 0,3; статическое нагружение $P \sim 1,5$ м/с

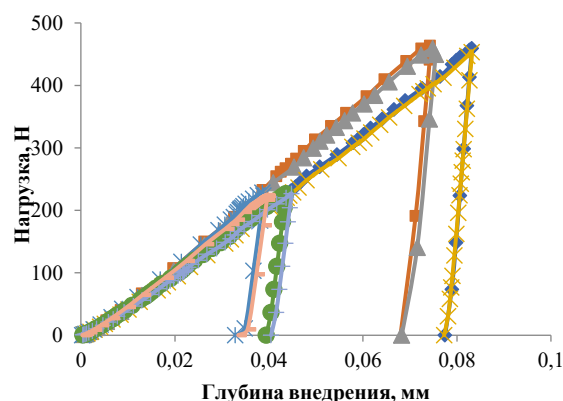


Рис. 7. Диаграммы нагружения для высокопрочного чугуна

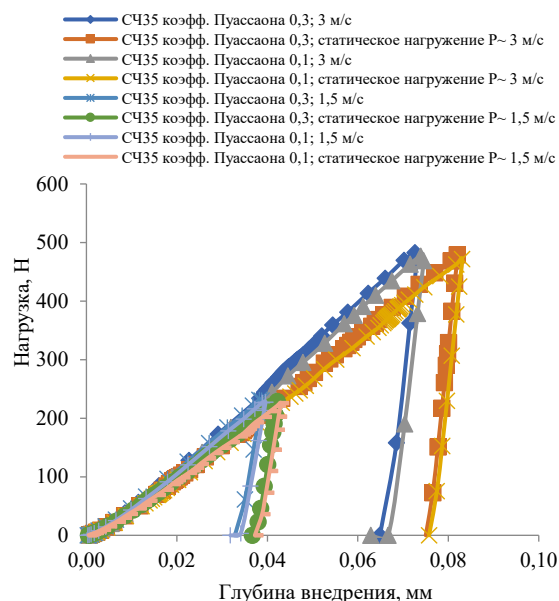


Рис. 8. Диаграммы нагружения для серого чугуна

Как видно из рисунков 7 и 8 изменение хода диаграмм в зависимости от значения коэффициента Пуассона незначительно. Гораздо больший эффект имеет режим нагружения – динамический или статический, а также предударная скорость.

Таблица 3

Результаты расчета твердости

Образец	Коэффициент Пуассона	Предударная скорость V, м/с		Значения силы, соответствующие, силе при ударном внедрении, Н	
		3,0	1,5	480	225
		Динамическая твердость, МПа		Статическая твердость, МПа	
ВЧ	0,3	1191	1131	907	864
	0,1	1185	1126	920	864
СЧ	0,3	1283	1210	1084	1074
	0,1	1283	1197	1068	1060

В таблице 3 представлены результаты расчета твердости для данных материалов, который проводился на основании анализа напряженно-деформированного состояния под индентором, с определением контактного диаметра, непосредственно по данным моделирования (рис. 9).

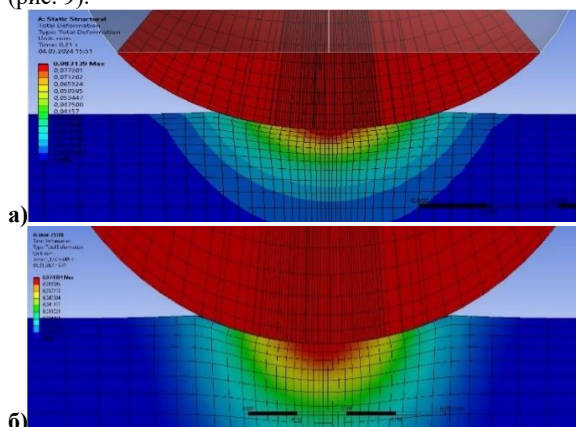


Рис. 9. Напряженно деформированное состояние под индентором при нагружении чугуна ВЧ35 с коэффициентом Пуассона 0,3 в статическом режиме

(а) и ударном внедрении индентора (б) со предударной скоростью 3,0 м/с

4. Заключение

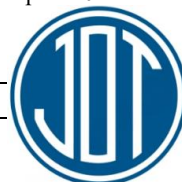
Проведенные вычислительные эксперименты позволяют сделать следующие:

Коэффициент Пуассона незначительно влияет на процесс ударного деформирования, как для модели, учитывающей различное поведение чугуна при растяжении и сжатии (с учетом резкого изменения коэффициента Пуассона в пластической области деформирования), так и для принятой для дальнейших расчетов модели Перзона.

Модель Перзона достаточно точно описывает поведение материала при статическом и ударном нагружении с предударной скоростью до 3 м/с. Она учитывает повышение твердости при увеличении скорости деформации. При этом коэффициент динамичности, рассчитанный как отношение динамической и статической твердости принимает значения от 1,13 для СЧ до 1,31 для ВЧ. Также можно отметить, что не смотря на одинаковое значение прочности для моделируемых чугунов значение твердости СЧ выше, что объясняется более резким переходом от упругой деформации к состоянию полной пластичности материала при индентировании

Использованная литература / References

- [1] Анисович А.Г., Андрушкевич А.А. Микроструктуры черных и цветных металлов. – Минск: Белорусская наука, 2015. -131 с.
- [2] Johnson KL. Contact Mechanics. // Cambridge: Cambridge University Press. – 1985: – P. 448-452.
- [3] Boris Galanov, Sergei Ivanov, Valeriy Kartuzov. Improved core model of the indentation for the experimental determination // Mechanics of Materials, Volume 150. – November 2020, 103545.
- [4] Kren, A.P. Determination of the Strain-Hardening Exponent of a Metallic Material by Low-Speed Impact Indentation / A.P. Kren, V. A. Rudnitskii // Russian Metallurgy (Metally). – 2019. – №. 4. – P. 478–483. DOI: 10.1134/S0036029519040220.
- [5] Richmond O., Morrison H. L., Devenpeck M. L. Sphere indentation with application to the Brinell hardness test. – Internat. J. Mech. Sci., 1974, 16, p. 75.
- [6] Tursunov, Tokhir, Nodirjon Tursunov, and Talgat Urazbayev. "Investigation of heat exchange processes in the lining of induction furnaces." E3S Web of Conferences. Vol. 401. EDP Sciences, 2023.
- [7] Urazbayev, Talgat, Nodirjon Tursunov, and Tokhir Tursunov. "Steel modification modes for improving the cast parts quality of the rolling stock couplers." AIP Conference Proceedings. Vol. 3045. No. 1. AIP Publishing, 2024.
- [8] Mamaev, Sherali, et al. "Mathematical modeling of torsional vibrations of the wheel-motor unit of mains diesel locomotive UZTE16M." E3S Web of Conferences. Vol. 401. EDP Sciences, 2023.
- [9] Турсунов, Н. К. Оптимизация футеровки индукционных печей при выплавке стали марки 20ГЛ.



Обзор / Н. К. Турсунов, Т. М. Турсунов, Т. Т. Уразбаев
// Universum: технические науки. – М. : Международный
центр науки и образования, 2022. – № 2–2 (95). – С. 13–
19.

[10] Турсунов, Н. К. Методика расчета
комплексного раскисления стали марки 20ГЛ с
алюминием и кальцием / Н. К. Турсунов, Т. Т. Уразбаев,
Т. М. Турсунов, // Universum: технические науки. – М. :
Международный центр науки и образования, 2022. – №
2–2 (95). – С. 20–25.

Информация об авторах/ Information about the authors

Турсунов Ташкентский государственный
Нодиржон транспортный университет,
Каюмжонович профессор кафедры
/ «Материаловедение и
Tursunov машиностроение», к.т.н.
Nodirjon E-mail: u_nadir@mail.ru
Kayumjonovich Тел.: +998990012371
<https://orcid.org/0009-0008-7910-3980>

Крень «Белорусский институт
Александр прикладной физики», заведующий
Петрович / лабораторией контактно-
Kren Alexander динамических методов
Petrovich управления, профессор
E-mail: alekspk@mail.ru
Тел.: +375 29 762 3300
<https://orcid.org/0000-0001-9658-1003>

Турсунов Ташкентский государственный
Томир транспортный университет, и.о.
Муратжонович доцента кафедры
/ «Материаловедение и
E-mail: t.tursunov87@gmail.com

Tursunov Тел.: +998974000426
Tokhir <https://orcid.org/0000-0002-6834-7356>
Muratjonovich

Уразбаев Ташкентский государственный
Талгат транспортный университет, и.о.
Тилеубаевич / доцента кафедры
Urazbaev «Материаловедение и
Talbat машиностроение», PhD
Tileubaevich E-mail: talgat_1988.26@mail.ru
Тел.: +998974301088
<https://orcid.org/0009-0006-1808-489X>

Мамаев Ташкентский государственный
Шерали транспортный университет, и.о.
Иброхимович / профессора кафедры
Mamaev «Материаловедение и
Sherali машиностроение», PhD
Ibrokhimovich E-mail: mamayevsherali@gmail.com
Тел.: +998909687427
<https://orcid.org/0009-0002-6073-747X>

Рахимов Ташкентский государственный
Учкин транспортный университет,
Тошниеъ угли / докторант кафедры
Uchkun «Материаловедение и
Toshniyoz ugli E-mail: uchqun.raximov.1991@mail.ru
Тел.: +998939955691
<https://orcid.org/0009-0001-9819-5314>

Бахтиёров Ташкентский государственный
Жасурбек транспортный университет,
Баходир угли / студент
Bakhtiyorov E-mail: jasurbekbax2@gmail.com
Jasurbek
Bakhodir ugli



Research of the architectural face of the roads of the modern city of Andijan

G.D. Khojimatova¹ 

¹Andijan State Technical Institute, Andijan, Uzbekistan

Abstract:

The article is dedicated to the study and formation of the principle of street architecture as an integral, fundamental part of the formation of the image of the modern city of Andijan, Uzbekistan, analyzing how urban roadways reflect the city's architectural identity and development. The background of the study highlights the historical evolution of Andijan's urban design, noting how its roads have transformed from traditional pathways to modern infrastructures due to rapid urbanization and modernization. The research methodology involves a combination of field surveys, visual analysis, and interviews with urban planners and architects, offering a comprehensive examination of the current state of the city's road architecture. The results reveal a distinctive blend of historical and contemporary architectural styles, with roads serving as both functional spaces and cultural symbols. The study identifies key elements such as road materials, design features, and their integration into the urban fabric. In conclusion, the architectural character of Andijan's roads plays a vital role in shaping the city's identity. The study advocates for an approach that balances heritage preservation with modern urban needs, enhancing both aesthetic appeal and functionality for the future development of the city.

Keywords:

architectural image, street, urban development, structures, urban atmosphere, road

Исследование архитектурного облика улиц современного города Андижана

Ходжиматова Г.Д.¹ 

¹Андижанский государственный технический институт, Андижан, Узбекистан

Аннотация:

Статья посвящена изучению и формированию принципа уличной архитектуры как неотъемлемой, фундаментальной части формирования облика современного города Андижана, Узбекистан. В ней анализируется, как городские магистрали отражают архитектурную идентичность и развитие города. В рамках исследования освещается историческая эволюция градостроительства Андижана, отмечается, как его дороги трансформировались из традиционных путей в современную инфраструктуру в результате быстрой урбанизации и модернизации. Методология исследования включает комбинацию полевых обследований, визуального анализа и интервью с градостроителями и архитекторами, что обеспечивает всестороннее изучение текущего состояния дорожной архитектуры города. Результаты выявляют характерное сочетание исторических и современных архитектурных стилей, где дороги служат как функциональными пространствами, так и культурными символами. Исследование выявляет ключевые элементы, такие как дорожные материалы, особенности проектирования и их интеграцию в городскую среду. В заключение отмечается, что архитектурный облик дорог Андижана играет важнейшую роль в формировании идентичности города. Исследование предлагает подход, сочетающий сохранение исторического наследия с удовлетворением современных городских потребностей, что позволит повысить как эстетическую привлекательность, так и функциональность в контексте будущего развития города.

Ключевые слова:

архитектурный облик города, улица, городская среда, сооружения, атмосфера города, дорога

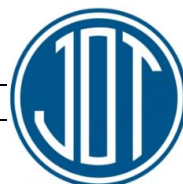
1. Введение

Современный город – это сложный комплексный механизм, в котором каждый компонент создаёт внешний облик и «внутреннюю» городскую среду, её принято называть «интерьером города». Решающее значение в создании городского образа приобретает эстетическое восприятие улиц. Важной частью градостроительной структуры является улица, т. к. именно она связывает компоненты, доминанты и участвует в построении транспортных связей. Городская среда создаёт настроение, впечатление, атмосферу для

жителей населённого пункта и притягивает туристические потоки. Становление городской средовой структуры невозможно без переосмысления архитектурного и эстетического облика улиц [1].

Времена меняются, вкусы, стили, но неизменно одно – архитектура города задаёт настроение, и исторический путь места можно понять по его главным улицам [2]. Важность сохранения культурного наследия, культурных особенностей в историческом ядре города, разработка контролируемого регламента этажности застройки, создание новых концепций в проектировании фасадов зданий, ансамблей – это

 <https://orcid.org/0009-0000-5153-7332>



важнейшие направления создания целостного городского планирования.

Формирование и развитие городского фасада идёт поэтапно со сменой исторических времён за счет влияния различных сфер общества – социальной, политической, географической, обязательно культурной и многих других.

Городской облик – это архитектурная визуализация, исходя из которой мы делаем вывод о населённом пункте, стиле архитектуры и эстетике. Становление городского облика происходит благодаря слиянию нескольких факторов, например: наследие истории, географическое местоположение, культурные и традиционные аспекты, особенности менталитета. Характерные черты, индивидуальность городского поселения можно определить с помощью анализа таких элементов его архитектуры, как мечети, минареты, крепость, памятники, арки, парки, фонтаны и другие компоненты инфраструктуры. Красочная мозаика, религиозные символы и абстрактные геометрические узоры также характеризуют уличную архитектуру Андижана [3]. Важнейшая составляющая наследия архитектуры и культуры – памятники и центральные улицы города, благодаря им происходит сохранение и передача будущему поколению культурных, исторических и традиционных ценностей места. Именно исторические здания становятся уникальной доминантой в общей структуре, являются символами городского культурного наследия. Городской облик формируется и благодаря различным стилям архитектуры, особенностям декора в городской застройке, уместной интеграции их в городскую среду [4].

Географическое местоположение населённого пункта нередко является основополагающим фактором, влияющим на городское пространство, его улицы. Водоёмы, рельеф, растительность при планировании и зонировании оказывают влияние на культурный и архитектурный ландшафт и дизайн города [5].

Культурная наполненность местности, наличие определенных традиций оказывают мощное влияние как на весь облик города, так и на локальные улицы. Искусство отражается в визуальной и архитектурной составляющих городской среды.

Все вышеперечисленные факторы определяют городской облик, задают перспективную динамику в плане развития.

Создание динамически интересной, самобытной архитектуры – это то, что будет радовать потомков десятки и сотни лет [6]. Городской архитектурный облик создаётся из большого количества частей, и улицы – ключевой элемент этого механизма. Можно точно сказать, что умение создать образное восприятие сложного городского целостного пространства – это наивысшая цель методики архитектора и наиглавнейшее проявление способностей творчества зодчего. Диалектику сочетаний зданий с карнизами, куполами, разнообразными арками и зданий, являющихся фоновой застройкой, сложно формализовать, собрать в единую формулу или схему. Значения перечисленных культурных элементов зависят от знания культурного слоя и гениального творчества создателей архитектуры. Именно облик городской среды, состоящий непосредственно из визуального раскрытия улиц, отображает культурный уровень жителей и положение

социальных слоёв, повествует об исторических особенностях места.

Важно отметить, что визуальное впечатление от улиц складывается в первую очередь от архитектурно-художественного фасада, а также важнейших решений ландшафтного благоустройства: озеленение, тротуары, лавки, урны, газоны. Каждая деталь, каждый элемент благоустройства играет роль поддерживающего значения для видового раскрытия. Взаимосвязь стилевых решений – это тот важнейший фактор, который оказывает влияние на восприятие пространства, эмоционально воздействует на население. Дополняет и усиливает эту взаимосвязь восприятие материалов, текстур, это те неотъемлемые аспекты архитектурной целостности, без которых не представляется возможным ощутить себя в определённой культурной среде [7].

Андижан – один из древнейших городов на перекрёстке Шёлкового пути, расположенный в юго-восточной части Ферганской долины на реке Андижан – сай. Градостроительная и архитектурно-планировочная структура города складывалась годами и имеет свои особенности и большой нераскрытый потенциал развития.

Важно сделать анализ архивных исторических данных, оценить планировочную структуру города в целом и современного облика улиц, климатические особенности для внедрения и применения методологических принципов по созданию проектных решений и поиска путей развития [8].

В условиях нахождения города художественную выразительность и своеобразие облика застройки, улиц, городской среды определяют два фактора – природа и принципы градообразования [9]. Сложившаяся характерная городская застройка – это пример контрастного противопоставления жилых объектов с защитными приёмами планировки природному ландшафту. Террасная пространственная организация позволяет увидеть красивую панораму, а четкое функциональное зонирование в разных уровнях промышленной и жилой зоны благотворно воздействует на все процессы жизнеобеспечения в городе (рис. 1).



Рис 1. Панорамно-видовое раскрытие г. Андижана (<https://vk.com/andijanski>)

Географическое положение показывает, что Андижан находится в восточной части Ферганской долины рядом с узбекско-киргизской границей, на древних отложениях реки Андижансай. Город окружен горными массивами, что придает ему стратегическое положение в регионе.

Уличная и транспортная сеть имеет вытянутый характер связывающий старую часть города с новым, городские улицы из-за особенностей рельефа имеют меридиональное направление, которое определяет городское пространство, построение улиц, расположение кварталов [10].

В ходе исследования был произведён градостроительный и

архитектурно-планировочный анализ плана города. В результате удалось выявить зоны для предполагаемой реконструкции. Проведена типология зон по территориальной удалённости от центральной части города:

- застройка кварталов исторического городского ядра (основу данного типа застройки составляют «советские»);
- новая часть города, которая представлена в основном панельными домами.

Рассмотрим застройку улиц центральной части г. Андижана. Улица А.Навоий выступает в роли парадной и представительной (рис. 2). Вторая важная связь – это улицы Узбекистан – проспект Бобура – Чоргузар – Бухарская.



Рис. 2. Андижан. Улица Узбекистан

На рис. 2 отображена архитектура одной из главных улиц г. Андижана. Именно исторический центр г. Андижана выделен более ярко в общем архитектурно-художественном облике, здесь хочется рассматривать каждый дом, каждую его деталь.



Рис. 3. Панорамное раскрытие центральной части г. Андижана(<https://www.tourstouzbekistan.com/ru/cities/andijan.html>)

На рис.1-4 видно, что Андижан имеет многочисленные исторические здания, выполненные в традиционном восточном стиле. Это включает в себя мечети, медресе, крепости и другие сооружения, которые демонстрируют элементы исламской архитектуры, такие как купола, арки, изразцы и резьба по дереву. Также по архитектуре некоторые здания принадлежат к «сталинскому ампира» и модернизма, это выражается в строгих, функциональных формах, больших площадях и часто в использовании бетонных конструкций, по своему образу представлению они являются доминантами среди других зданий. Яркость фасадов в плане цвета и деталей, при этом особая сдержанность и строгость создают парадный вид улицы старого города и рассказывают об ее историческом формировании.

Таким образом, анализ центральных улиц г. Андижана позволяет сделать вывод, что к архитектурно-художественным особенностям застройки можно отнести: сочетание фрагментов в традиционном восточном стиле, конструктивизма и классицизма,

добавление триумфального характера. При этом построек повышенной этажности – единицы, они являются направляющие точки и центры притяжения. Всё это позволяет создать атмосферу, рассказать историю места, почувствовать дух культуры.



Рис. 4. Новый Андижан

К путям развития центральной части города можно отнести:

- реконструктивные мероприятия, направленные на формирование колористического единства композиции;
- поддержание и развитие скверов, площадей, парков;
- создание дополнительных мест притяжения для туристов.

2. Методология исследования

Изучение архитектуры городских улиц включает в себя применение различных методов и подходов. Эта методология позволяет провести полный анализ функциональных и эстетических характеристик улиц, их социального и культурного значения, а также экологических и экономических факторов.

Для исследования архитектурного облика улиц города Андижана применены методы такие как [11]:

-Исторический метод который основан на анализе эволюции улиц и архитектурных элементов на них. Этот метод помогает учитывать изменения, происходившие на различных этапах истории городов, а также культурный и социальный контекст.

-Метод сбора данных играет важную роль в анализе архитектуры городских улиц. В рамках этого метода проводятся полевые исследования, направленные на наблюдение за текущим состоянием городских улиц, определение их порядка, вспомогательных инфраструктур, размеров и структуры улиц.

-Эстетический и визуальный анализ, эстетические аспекты городских улиц связаны с их дизайном и внешним видом. Этот метод направлен на анализ визуального дизайна, взаимодействия между зданиями и объектами, освещенности и цвета, а также городских ландшафтов.

-Анализ архитектуры городских улиц с экологической точки зрения учитывает устойчивое развитие города и его экологическую обеспеченность. Этот метод включает исследования зеленых зон на улицах, системы энергосбережения, адаптацию транспорта и гармонизацию плотности застройки.

В исследовании архитектуры городских улиц могут применяться различные методы. Каждый метод имеет



свою уникальную значимость, и вместе они позволяют полноценно понять устойчивое развитие городских улиц, их эстетические и функциональные аспекты, а также экологические и социальные факторы. Применяя эту методологию, можно разработать новые архитектурные решения для городов и обеспечить их дальнейшее развитие.

3. Результаты и обсуждение

Исследование архитектурного облика города Андиджана в современном контексте подчеркивает уникальное сочетание традиционных и современных элементов, что создает интересную динамику в урбанистическом ландшафте. Город, расположенный в Восточном Узбекистане, является важным центром культурной, исторической и экономической жизни региона. Архитектурный облик Андиджана, как и многих других городов Центральной Азии, подвергается существенным изменениям, связанным с глобализацией, ускоренным развитием инфраструктуры и стремлением к сохранению национальной идентичности.

Одним из значимых аспектов архитектурного облика города является влияние исторического наследия. В Андиджане можно наблюдать яркие примеры традиционной узбекской архитектуры, в том числе особенности исламской архитектуры, такие как минареты, медресе и мечети. Эти элементы играют важную роль в формировании городского облика и представляют собой важный культурный и исторический контекст. Однако в последние десятилетия мы наблюдаем значительный рост современных жилых и коммерческих комплексов, которые часто не учитывают специфику местных традиций и стилей.

Современная застройка города, несмотря на присутствие элементов традиционной архитектуры, стремится к глобализации и использованию западных архитектурных стандартов. Многочисленные многоэтажные жилые здания, торговые центры, а также современные административные комплексы значительно изменяют визуальное восприятие города. Строительство таких объектов приводит к нарушению исторической гармонии, поскольку новые здания часто не соответствуют масштабу и стилю старых зданий. Это создает диссонанс, который может затруднить восприятие города как целостной архитектурной единицы.

Кроме того, важным аспектом является влияние урбанистических решений на экологическое состояние города. Неоправданное уплотнение застройки, отсутствие должного внимания к созданию зеленых зон и рекреационных пространств приводит к снижению качества жизни горожан. Это становится особенно очевидным в районах, где количество жилых и коммерческих зданий растет быстрее, чем инфраструктура, обеспечивающая комфортные условия для проживания.

Для улучшения архитектурного облика Андиджана необходим комплексный подход, включающий сохранение исторического наследия, создание современных объектов, гармонично интегрированных в городской ландшафт, и уделение особого внимания

вопросам экологии и устойчивого развития. Важно разработать архитектурные проекты, которые учитывают как эстетические, так и функциональные потребности города, при этом уважая культурные традиции и стремясь к обеспечению качества жизни горожан.

Также следует отметить необходимость более активного использования национальных традиций в современном строительстве. Это не означает отказ от современных технологий и материалов, но скорее стремление к их адаптации с учетом культурных и исторических особенностей. Архитектурные формы, цвета и материалы, используемые в Андиджане, могут и должны быть отражением его уникальной идентичности, что позволит создать гармоничный и привлекательный городской ландшафт.

Таким образом, исследование архитектурного облика города Андиджана в современном контексте показывает необходимость тщательного баланса между традициями и инновациями. Важно учитывать историческое наследие, адаптируя его к современным условиям, чтобы сохранить уникальность города и улучшить качество жизни его жителей.

4. Заключение

По итогам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Одна из первостепенных задач в архитектурном проектировании – формирование эстетического облика улиц города. Улица является структурной единицей в создании общего потенциала и раскрытия города и формирует впечатление, создаёт атмосферу, задаёт ритм, привлекает или отталкивает. Для развития городской среды в целом нужно действовать от

локального к общему. Только так будет запущен процесс развития.

2. Видовое раскрытие улицы в городе – это процесс динамичный, связанный с поиском нового при сохранении старого, это та самая отправная точка, с которой начинается процесс архитектурно-градостроительного проектирования. Важно создавать условия для развития градостроительной политики, улучшения облика города, создания новых районов и, как следствие, появления новых знаковых улиц.

3. Улица – это структурная часть, являющаяся звеном в создании потенциала и устойчивого развития в целом. У всех ярких улиц есть историческая составляющая и отличительные особенности, которые присущи исключительно данному городу, улица – это создание ассоциаций.

4. Без развития архитектурно-художественного облика улиц невозможен процесс развития облика города, т. к. городская среда состоит из множества компонентов, главным из них являются улицы.

5. На примере г. Андиджана рассмотрены ключевые и значимые улицы и дана оценка внешнему эстетическому облику. Андиджан является достаточно перспективным для развития архитектуры, культуры, это город с необычной историей, климатическими условиями. Можно чётко выделить аспекты, повлиявшие на архитектуру его сооружений, – это климат, история и градостроительная политика.



6. Отмечена важность концентрации внимания не только на центральных улицах города, но и на периферийных районах. Для того чтобы добиться единого композиционного эффекта, районы города рассматриваются в совокупности, на основе принципа дополнения и принципа вычленения доминант и направляющих.

7. Развитие облика современного города должно строиться на поисках нового, с применением принципа сохранения ценного исторического наследия. Создание условий для устойчивого развития с учётом потребностей горожан, строительство новых районов города и как итог формирование знаковых улиц.

8. Рассмотрев архитектуру г. Андижана, опираясь на данное исследование, можно рассмотреть варианты реновации архитектурной среды в городе.

Раскрывается необходимость комплексного подхода не только к созданию комфортной городской среды, но и к её эстетическому оформлению.

Использованная литература / References

[1] Зитте К. Художественные основы градостроительства / пер. с нем. Я. Крастиныша. Москва: Стройиздат, 1993. 255 с.

[2] Николаев В.Г. Патрик Геддес: у истоков социологии города и городских исследований // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 11: Социология. 2021.

[3] Khasanov, A. O. "Some questions of certain recreation great silk road route." International journal of scientific & technology research, France/India 4.3 2015. 119-120.

[4] Абдуллаев Ш. Ўзбекистоннинг тарихий шаҳарларидаги кўчалар, уларнинг дизайни ва урбанизацияси, маданий ва ижтимоий аҳамияти. Автореферат. 2019 й. 60 б.

[5] Shohistahon, D., Rahimboy, D., Zukhra, K., Marg'uba, X., & Ganisher, K. Technologies Of "Smart City" in the Republic of Uzbekistan. Eur. J. Mol. Clin. Med, 7, 2020 y. p 6357-6363.

[6] Рахимов И.Р. Архитектурадаги инновацион ечимлар, замонавий шаҳарларда кўчаларнинг дизайн концепциялари ва янги технологиялар. Автореферат. 2021 й. 50 б.

[7] Bukharbayeva, Bagila. The vanishing generation: faith and uprising in modern Uzbekistan. Indiana University Press, 2019.

[8] Муродов А.Ш. Туризм нуктаи назаридан шаҳар архитектурасининг ривож, кўчаларнинг туристик ва маданий аҳамияти. 2020 й. 85 б.

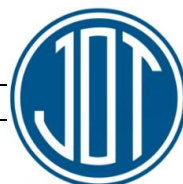
[9] Тухтабоева Д. Э. Города Узбекистана в центре государственного внимания (на примере Ферганской долины) // Проблемы современной науки и образования. – 2018. – №. 5 (125). – С. 40-43.

[10] Ашурова Ш. А. Классификация и анализ туристической отрасли узбекистана // Экономика и социум. – 2024. – №. 9 (124). – С. 450-468.

[11] Сабиров А. Т. Устная история как метод и источник в изучении местных сообществ (махалля). Опыт узбекистана // Исторический курьер. – 2020. – №. 5. – С. 32-42.

Информация об авторах/ Information about the authors

Ходжиматова	Ассистент кафедры архитектуры и
Гулноз	гидротехники Андижанского
Дилшодбек	государственного технического
кизи /	института
Khojimatova	Тел: +998 94 393 25 28
Gulnoz	E-mail: galim95gul@mail.ru
Dilshodbek	https://orcid.org/0009-0000-5153-7332
kizi	



Development of the general technology of piggyback transportation

S.Kh. Akhmedov¹^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The modern piggyback transport and technological system is a synergistic use of road and rail transport in order to improve the efficiency of cargo transportation. The main principle of operation is the transportation of semi-trailers and swap bodies using railway platforms, which helps optimize logistics processes, reduce costs and shorten delivery times. The article discusses the key methods of organizing piggyback transportation, their classification, advantages and disadvantages. It also analyzes the issues of digitalization of logistics, monitoring of cargo transportation, the impact of the regulatory framework and safety requirements. Particular attention is paid to technical and organizational aspects, as well as the prospects for the development of piggyback transportation in modern conditions.

Keywords: piggyback transportation, multimodal transport, rail logistics, cargo transportation, digitalization of transport, logistics systems, transport infrastructure, container transportation, cargo safety, transport management

Разработка общей технологии контрейлерных перевозок

Ахмедов С.Х.¹^a

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: Современная контрейлерная транспортно-технологическая система представляет собой синергетическое использование автомобильного и железнодорожного транспорта с целью повышения эффективности грузоперевозок. Основной принцип работы заключается в перевозке полуприцепов и съемных кузовов с использованием железнодорожных платформ, что способствует оптимизации логистических процессов, снижению затрат и сокращению времени доставки. В статье рассматриваются ключевые методы организации контрейлерных перевозок, их классификация, преимущества и недостатки. Также анализируются вопросы цифровизации логистики, мониторинга грузоперевозок, влияния нормативно-правовой базы и требований безопасности. Особое внимание уделено техническим и организационным аспектам, а также перспективам развития контрейлерных перевозок в современных условиях.

Ключевые слова: контрейлерные перевозки, мультимодальный транспорт, железнодорожная логистика, грузоперевозки, цифровизация транспорта, логистические системы, транспортная инфраструктура, контейнерные перевозки, безопасность грузов, управление транспортом

1. Введение

Современная контрейлерная транспортно-технологическая система представляет собой совместное использование технических средств и технологических решений, которые содействуют автомобильному и железнодорожному транспорту в выполнении целей перевозки. Для того, чтобы перевезти автомобильный полуприцеп, съемный кузов либо контейнер со встроенным автомобильным шасси, используют железнодорожные платформы.

Сегодня у комбинированного способа, применяемого при транспортировке грузов, большие перспективы: грузопоток формируется железнодорожным и автомобильным транспортом, что меняет представление о структуре перевозок. Оба вида транспорта имеют ряд преимуществ, которые лучше всего проявляются при комбинировании. Такой способ доставки придает логистической системе устойчивость, облегчает переориентацию и оптимизацию маршрутов

грузооборота. [2] Наиболее наглядно данный способ представлен при осуществлении контрейлерных перевозок, которые отвечают требованиям доступности, распространенности и адресности (доставка door-door), выполняемыми автомобильным транспортом, и удовлетворяет ожидания надежности, экологичности и безопасности посредством перемещения груза по железной дороге. [6]

2. Методология исследования

Классификация контрейлерных перевозок делится на следующие виды:

- С организацией сопровождения физическим лицом, место, где находится водитель во время перевозки транспортного средства – отдельный пассажирский вагон.
- Без сопровождающего, при организации перевозки съемных кузовов и прицепов.[11]

Практика показывает, что второй вид перевозок более эффективный, при этом он требует соблюдения

^a <https://orcid.org/0009-0009-2998-3964>



дополнительных условий: в частности, нужна определенная инфраструктура, высокая степень управления процессами. Для перевозки такого вида пользуются специализированными автоматизированными тягачами. Иногда к перевозке может привлекаться водитель. Контейлеры размещают на специализированных железнодорожных платформах.

Системы контейлерных перевозок, которые используются чаще других:

- Применение полуприцепов на платформах, где установлена функционально специализированная пониженная грузовая площадка (груз размещается на платформе с карманом);
- Применение «движущегося шоссе». Технологически этот способ выглядит следующим образом. Автопоезда перемещаются вдоль состава, когда проводятся погрузо-разгрузочные работы (процесс горизонтальной погрузки).
- Применение полуприцепов, в конструкции которых предусмотрен ряд устройств для закрепления железнодорожных тележек воедино, чтобы груз был перемещен в контейлерном составе («RoadRailer»).

Под контейлерным поездом понимают поезд с определенной длиной, представленный специализированными платформами, с помощью которых перевозятся груженные или порожние автопоезда, автомобили, автоприцепы, полуприцепы и съемные автомобильные кузова (с грузом или без такового), что загружает отправитель получателю в пункте отправления. Груз поступит на станцию назначения, и не будет перерабатываться при попадании на каждую сортировочную станцию. [14]

Осуществление организации движения контейлерным поездом проходит следующими маршрутами:

- Маршрут, где задействованы две станции. От станции загрузки до станции выгрузки.
- Маршрут, где задействованы несколько станций. Груз покидает станцию отправления, проходит с остановками промежуточные станции, чтобы попасть на станцию назначения.

У контейлера есть ряд преимуществ над доставкой контейнером:

- в процессе осуществления достигается синергетический эффект между автомобильным и железнодорожным транспортом, что повышает качество обслуживания;
- погрузочно-разгрузочные операции с ИТЕ, при смешанном способе перемещения, ускоряются в 2 раза (достаточно установить полуприцепы на платформу на станции отправления, а по прибытии – снять с железнодорожной платформы);
- если грузы малогабаритные, их перевозка контейлером остается экономически выгодной;
- упрощаются таможенные процедуры, грузы быстрее пересекают погранпереходы.

При этом и у контейлерного транспорта есть недостатки, ввиду чего контейнерные перевозки также остаются востребованными. В частности:

- перевозится прицеп или сам автомобиль, что не позволяет в полной мере пользоваться

грузоподъемностью вагона, кроме того, теряется производительность автомобиля);

- если груз перевозится с водителем, в поезде должен быть спальный вагон для сопровождающего;
- требуются специализированные платформы и средства крепления;
- перевозки таким способом в настоящее время не урегулированы в полной мере в существующей нормативно-правовой базе. [17]

Таким образом, в сложившихся условиях выбор концепции контейлерных перевозок является оптимальным, улучшает коммуникацию и взаимодействие железнодорожного и автомобильного транспорта. Имеются конкретные преимущества для того, чтобы пользоваться контейлерными внешними и внутренними перевозками. Основная задача при этом – в обеспечении условий, чтобы транспортное обслуживание клиентов было высокоэффективным, груз не перевозки был своевременно доставлен без повреждений, не задерживался на границах и таможах больше положенного законодательством времени.

Концепция контейлерных перевозок в железнодорожном транспорте раскрывается через интеграцию технических, организационных, экономических и экологических аспектов. С этими целями все логистические цепочки оптимизируются, грузовые перевозки становятся эффективнее – за счет того, что грузы помещают в стандартизированные контейнеры. Такие контейнеры легко перегрузить с одного транспорта на другой, железнодорожным, автомобильным, морским маршрутом. Таким образом, интегрируются различные транспортные системы, что сокращает время затраты, издержки в ходе доставки. Все участвующие в логистической цепочке работают в улучшенных условиях, с возможностью оперативно реагировать на события во время прохождения маршрута. [21]

Цифровизация повышает эффективность контейлерных перевозок. С помощью систем управления транспортом, систем отслеживания грузов и автоматизированных систем управления складом все логистические процессы становятся прозрачными, участники перевозки могут в режиме реального времени управлять грузопотоком. Это также способ повышения уровня обслуживания клиентуры, оптимизации управления ресурсами, рисками, затратами. В частности, с внедрением систем отслеживания грузов посредством GPS и RFID можно следить за перемещением контейнера в любой точке, и вмешиваться в процесс, если выявлена проблема, сбой.

Концепция контейлерных перевозок предполагает поэтапность их организации: в частности, анализируется инфраструктура станций и терминалов, их техническая оснастка, которая необходима для реализации, после чего оптимизируются маршрутные схемы, чтобы ускорить процесс, сократить расходы. [3]

Необходимо проанализировать потребности клиента, исследовать характеристики груза, его размер, вес, а также условия доставки. Например, определиться, за какой срок товар будет доставлен, каким маршрутом. Среди услуг, что могут быть предоставлены в ходе контейлерной перевозки, могут быть следующие. Речь идет непосредственно о транспортировке, а также организации временного хранения, процессов



упаковывания, таможенного оформления и др. Как правило, клиент заинтересован в экономии расходов, в том числе, на топливе, затратах на амортизацию транспортного средства, в связи с чем сторонам предстоит достигнуть компромисса при заключении контракта. [7]

После того, как определены потребности клиента, важно выбрать подходящее транспортное средство, выстроить маршрут, привлечь к реализации перевозки иные заинтересованные стороны. При контейнерных перевозках пользуются контейнерами, которые удобны при перегрузке товара на другой вид транспорта. Такой подход служит оптимизации логистической цепи, адаптивности системы перевозок в целом, повышению конкурентоспособности компаний, занятых в сфере.

Все транспортные средства, выбранные на маршрут, должны отвечать определенным требованиям. Они должны быть доступны, свободны в установленные для отправления сроки, и находиться в исправном состоянии, чтобы выполнить задачу. Сложность маршрута также влияет на выбор транспортного средства, как и дорожная инфраструктура: для успешной транспортировки необходимы дороги в хорошем состоянии, мосты, тоннели. Важно заблаговременно ознакомиться с правилами провоза груза определенного веса, габаритов контейнера. Логисты должны иметь соответствующий опыт, проводить экспертизу условий, понимать местную специфику. При таком подходе риски будут минимальными, груз не будет задерживаться в пути, не будет поврежден и тем более частично или полностью утерян. [8]

Также важно установить характеристики конкретного груза, реализация перевозки данным способом зависит от его физических свойств, чувствительности к внешнему воздействию и потребности в особом режиме хранения, перемещения. Опасные грузы необходимо перевозить с соблюдением требований законодательства. Такой груз может потребовать изменения маршрута, чтобы исключить риски аварии, утраты, разгерметизации, для него также подбирается транспортное средство особого типа. В связи с чем логистическая компания должна быть осведомлена о новеллах в нормативно-правовых актах, касающихся перевозки специфических грузов, чтобы выполнить все требования, избежать правового спора, простоя. [9]

При выборе маршрута оценивается совокупная стоимость комбинированной перевозки. Речь идет о тарифах на транспортировку, и дополнительных расходах, от страхования до таможенных пошлин и сборов. Процесс оценки является комплексным, с интегральным результатом, ввиду того, что логистический процесс может сопровождаться скрытыми, непредвиденными расходами. Тем важнее исследовать рынок, его тенденции, ситуацию на дорогах на маршруте, учесть сезонность, погодные условия, чтобы определиться со статьями расходов, согласовать их с клиентом.

На следующем этапе оформляются необходимые документы, согласуются детали с клиентом. Специалист, занимающийся данным процессом, должен обладать аналитическим мышлением, быть юридически грамотным, чтобы предстоящая транспортировка была успешной. Готовые контракты должны соответствовать

требованиям законодательства по международным перевозкам, и запросам клиента. В документе перечисляются обязанности сторон, это правовой инструмент, который регулирует отношения субъектов, он также рассматривается как основа в случае судебного разбирательства. Все положения об обязательствах должны формулироваться точно и однозначно, все сроки и условия оплаты – соблюдаться. [16]

Все вышеперечисленные этапы являются подготовкой непосредственно к перевозке грузов. Продумывается логистическая цепочка с надежными партнерами. Затем контейнер, полуприцеп и др. загружают на транспортное средство, используя при погрузке-разгрузке, в частности, вертикальную схему перевалки, и возможности козловых кранов, спредеров с нижним захватом. [19]

Как уже было отмечено ранее, процесс загрузки зависит от множества факторов. Оценке подвергается и сам груз и его особенности, включая класс опасности, так и условия, что необходимы для его сохранности, и возможности транспортного средства. Загрузка требует строгого соблюдения персоналом техники безопасности, что снижает статистику производственного травматизма, и позволяет перемещать груз без его повреждения. Таким образом, важно применять специализированное оборудование, чтобы грузить контейнеры, использовать современные технологии, возможности систем автоматизированного управления грузопотоками, что позволит снизить число ошибок, связанных с человеческим фактором. Безусловно, в целом, человеческий капитал с модулем необходимых компетенций, мотивацией и ответственностью компанией рассматривается как фактор качества и безопасности производимых операций, демонстрация эффективности командной работы.

Важно правильно распределить вес контейнера на транспортном средстве, чтобы обеспечить надежность перемещения на протяжении всего маршрута, не спровоцировать аварийную ситуацию на дороге, сохранить груз без повреждений. Если масса распределена неправильно, создается риск, что будут перегружены отдельные оси в транспортном средстве, что может привести к нестабильности во время движения, ДТП. Следовательно, важно соблюдать принципы центровки и балансировки груза, ответственность за выполнение и контроль этих операций возлагается на логиста, водителя. [4]

Транспортировка сегодня осуществляется различным маршрутом, в том числе, по водному. Тем важнее во время пути средствами автоматизации вести постоянный мониторинг за перемещением, контролировать как груз, так и транспорт и его состояние. В процессе транспортировки, которая может происходить как по суше, так и по воде, необходимо осуществлять мониторинг состояния как груза, так и самого транспортного средства. В связи с чем используются современные системы отслеживания, чтобы в формате онлайн узнавать, где находится транспорт, анализировать показания датчиков о температурно-влажностном режиме, свидетельствующих о состоянии груза. В рамках мониторинга за состоянием транспортного средства регулярно проверяется его техническое состояние, чтобы предотвратить потенциальную задержку,



своевременно отремонтировать неисправность, отреагировать на сложившуюся дорожную ситуацию. Оперативность вмешательства – способ избежать превышения время затрат и бюджета, согласованного всеми сторонами перевозки, сохранить продуктивное долгосрочное сотрудничество с партнерами, клиентами, повысить лояльность к бренду, уровень конкурентоспособности.

После того, как транспортное средство достигает пункта назначения, груз разгружается и доставляется грузополучателю. Все технические операции должны быть выполнены без ошибок, чтобы не повредить груз на финальном этапе логистической цепочки. Контейнеры выгружаются, а затем следуют в пункт прибытия. Это также часть маршрута, под которую разрабатывается логистическая схема. Она особенно необходима, если доставка осуществляется в труднодоступный район. В удаленные районы продумывается особая схема доставки. В частности, проблемы с доставкой автотранспортом в регионы с суровыми климатическими условиями, частично снимаются использованием возможностей железной дороги, перемещение по которой меньше подвержено простоям из-за погодных условий. [13]

Разгрузка также должна отвечать требованиям безопасности и производительности. Необходимо применять специализированное оборудование, от кранов до погрузчиков, которые упрощают управление разгрузкой. Тем важнее, чтобы механизмами управляли опытные операторы. Они обеспечивают безаварийность работ, в том числе, с грузами, не отличающиеся большими габаритами. Разгрузка определяется характеристиками груза, его размером, весом, характером упаковывания. Если разгрузка неправильно организована, груз может быть поврежден, а работники, занятые в процессе обработки, травмированы. Тем важнее соблюдать все принятые стандарты и нормы. В этом случае на всем протяжении маршрута груз будет в сохранности. [15]

После того, как выгрузка контейнера завершена, груз доставляется в конечный пункт прибытия. Это означает, что основной маршрут должен тщательно планироваться, дополняться логистической схемой для осуществления последней части пути. Важно оценить дорожную инфраструктуру, дорожное покрытие, выбрать оптимальный из разных вариантов маршрут, сравнить риски погодных условий, и законодательные требования к перевозке конкретного груза.

Чтобы оптимизировать затраты, минимизировать риски, логистическая компания привлекает средства автоматизации, цифровизации процессов и операций. В частности, применяются современные информационные технологии, среди которых - система управления транспортом (TMS), способная помочь определить, где находится груз в настоящий момент, отреагировать на неисправности и динамику погодных условий.

Доставка как процесс состоит из стадии, на которой грузополучатель подтверждает прибытие контейнера с товаром. Тем важнее правильно оформить все необходимые документы. Требуется подготовить и подписать товарно-транспортные накладные, акты приемки-передачи, иные сопроводительные документы. В них отмечаются все операции, с фактом доставки, в связи с чем производятся все расчеты, предъявляются судебные претензии. Если документы неправильно

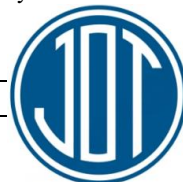
оформлены, полностью или частично, это может вызвать юридические проблемы. Чтобы расчеты не задерживались, не был назначен штраф, а в суде стороны могли аргументировать свою позицию, важно правильно составить контракт.

На завершающем этапе организации контрейлерных перевозок производятся различные логистические процессы, участники цепочки поставок активно взаимодействуют между собой, тем важнее комплексно проанализировать и оценить с точки зрения рисков каждую операцию. Чтобы проанализировать ситуацию, нужна обратная связь с клиентом, чтобы установить уровень удовлетворенности последнего. Анализ важен и для того, чтобы понять ожидания и запросы заказчика. В такого рода коммуникации важны как количественные, так и качественные показатели. Поэтому потребуются определенные методы обработки данных, от статистического анализа до контент-анализа, с целью создания целостного представления об отношении клиента к оказанным услугам. Такой подход помогает выявить проблемы и недочеты в работе логистической компании, своевременно принять меры по их устранению. [18]

Среди операций и функций, которые проводятся и осуществляются компанией, как те, что непосредственно связаны с обслуживанием, транспортировкой, таможенным оформлением, экспедированием, так и те, что относятся к управлению заказами, ценообразованию и согласованию контракта. Осуществляется контроль за выполнением обязательств, в частности, по доставке в запланированные сроки. Все утвержденные стандарты должны быть соблюдены, чтобы груз не был задержан на границе. Логистическая операция с материальным или информационным потоком – целостная система, где элементы взаимно связаны, отклонения в одном сегмента сказываются на всех остальных, что только подтверждает потребность в управлении качеством.

Следующий важный аспект – состоит в анализе оценки финансовых результатов, с оценкой стоимости каждой операции, полученной экономии, рациональности в управлении ресурсами, которые зачастую ограничены. При таком подходе логистическая компания может оценить свою рентабельность, экономическую эффективность. Рассматривается стоимость транспортировки, складирования, обработки грузов, приемки, отпуска, сортировки и иных операций и функций. Безусловно, логистические компании сопоставляют затраты с экономической выгодой, окупаемостью инноваций, автоматизации, в условиях геополитической турбулентности, трансформации сферы логистических услуг, тенденций к снижению покупательской способности и других факторов, включая сезонные, и колебаний в объемах и активности контейнеропотоков, как экспорта, так и импорта, а также с учетом специфики транзита через территорию страны, структуры ключевых партнеров. Проведение финансового анализа – способ выявления как положительных, так и отрицательных тенденций, которые отражаются на управленческих решениях. Сегодня особенно важно оптимизировать затраты, чтобы стабилизировать прибыльность перевозок, сохранить лидерские позиции в меняющихся условиях. [22]

В этом случае есть возможность установить



долгосрочные отношения. Итак, контрейлерные перевозки должны заранее планироваться, моделироваться, все этапы требуют координации, кооперации, мониторинга онлайн, чтобы оперативно вмешиваться в перевозку, если в том есть необходимость. Такого типа перевозки строятся на взаимодействии грузоотправителей, перевозчиков, экспедиторов и конечных потребителей, что подтверждает значимость системного подхода в управлении логистическими операциями. Как уже было отмечено, контрейлерные перевозки представляют собой интеграцию не только операций, но функций, что способствует оптимизации временных и ресурсных затрат, минимизации рисков, среди которых могут быть как задержки, так и утрата товара или штрафы за неправильное оформление. [5]

При планировании разрабатывает детальная логистическая стратегия, с учетом как текущих потребностей клиентов, так и прогнозируемых изменений на рынке логистических услуг. В связи с чем необходимо применять актуальную методологию оценки показателей, количественный и качественный анализ, чтобы понять динамику спроса, выявить как риски, так и потенциал отрасли в меняющихся условиях. В настоящее время особое значение приобретает оптимизация маршрутов, многие из которых в последние годы изменились, как и структура международных партнеров. Логистическая компания обязана просчитывать все риски, от географических до инфраструктурных, чтобы доставлять грузы вовремя и в сохранности. [12]

Успешность доставки во многом определяется скоординированностью действий ее участников. Только в этом случае обязательства будут выполнены в полном объеме, а клиентура может стать постоянной. Эффективность координации обусловлена степенью внедрения современных информационных технологий, развитостью коммуникации, стремлением логистической компании получить обратную связь, ответственностью ее персонала и экспертов. При использовании автоматизированных систем информация становится оперативнее, доступнее, объективнее, участники могут обмениваться данными в единой цифровой среде. Установленные на транспорт датчики позволяют отслеживать местоположение груза, его состояние, соответствие графику. В частности, если погодные условия не позволяют продолжать движение, клиент об этом извещается. Однако на практике логисты прокладывают такой маршрут, что пересечение наиболее сложного участка происходит по железной дороге. Если компания располагает интегрированными информационными системами, с возможностью отслеживания груза и управления процессами в режиме онлайн, это становится ее конкурентным преимуществом на рынке контрейлерных перевозок. [1]

3. Заключение

Среди управленческих решений, которые могут быть приняты по итогам диагностики: обновление парка автомобилей в случае высокой степени их изношенности, пополнение парка, если того требует меняющаяся номенклатура грузов. Следует учитывать возросшую нагрузку на железнодорожный транспорт,

уровень пропускной способности, и проблему с инфраструктурой и определенным дефицитом контейнеров, необходимых для контрейлерных перевозок. [10]

Глобализация, растущая конкуренция, экономическая неопределенность требуют от логистических компаний адаптации, пересмотра стратегии, выстраивания взаимодействия с потребителем. В частности, внедрение цифровизации, электронного документооборота является практически обязательным условием успешного существования на рынке, как и соответствие используемого транспорта экологическим нормам. Не менее важно ценообразование в отношении предоставляемых услуг: себестоимость логистики возрастает, однако компании нужно сохранить баланс между ценой и готовностью клиентов ее оплатить в полном объеме. При этом отмечаются тенденции, что клиенты готовы платить за высокое качество и гарантированность доставки. Это означает, что при организации контрейлерных перевозок важен комплексный подход, всесторонний анализ факторов влияния и потребительских трендов, внедрение цифровых инструментов, создание единой экосистемы, инвестиции в кадры и техническое переоснащение, использование новых стратегий в управлении логистикой, готовность решать задачи разного масштаба. [20]

С технической стороны контрейлерные перевозки зависят от выбора подвижного состава. Все транспортные средства должны отвечать современным требованиям безопасности, быть производительными, причинять минимальный ущерб экологии. Не менее важно вкладываться в повышение квалификации или привлечение квалифицированного персонала. Специалисты должны уметь работать с современным оборудованием, средствами автоматизации, заниматься качественным и своевременным техническим обслуживанием и ремонтом вагонов и контейнеров. Стандарты для контейнеров и подвижного состава помогут унифицировать совместимость всех компонентов логистической цепочки, интеграцию разных транспортных систем. [23]

Использованная литература / References

- [1] Алексанкин Н. Ю., Моисеев П. С. Анализ выбора погрузо-разгрузочной системы при организации контрейлерных перевозок //Производственные технологии будущего: от создания к внедрению. – 2021. – С. 312-316.
- [2] Арифджанова Н.З. Условия цифровизации транспортно-логистической системы // Наука и образование сегодня, 2021. № 6 (65). С. 9-11.
- [3] Басманов Д. А. Контрейлерные перевозки. Проблема создания инфраструктуры для организации регулярного контрейлерного сообщения на территории России //Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности. – 2021. – С. 21-22.
- [4] Басманов Д. А. Проблема нормативно-правового обеспечения контрейлерных перевозок //Мир в эпоху глобализации экономики и правовой сферы: роль



биотехнологий и цифровых технологий. – 2021. – С. 53-54.

[5] Винникова К. О., Ефимова Е. Н., Шмелев А. В. Определение себестоимости и тарификация контейнерных перевозок на железнодорожном транспорте в современных условиях //транспортные системы и технологии. – 2024.

[6] Ганиев И. Г., Муртазаев Б. Перспективные транзитные коридоры Узбекистана //Ме' morchilik va Qurilish muammolari. – 2021. – С. 152.

[7] Григорьев, М. Н. Коммерческая логистика: теория и практика : учебник для СПО / М. Н. Григорьев, В. В. Ткач. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 507 с

[8] Гуламов А. А., Дадабоева З. С. К. Проблемы развития железнодорожного транзитного потенциала Республики Узбекистан //Universum: технические науки. – 2020. – №. 5-1 (74). – С. 64-67.

[9] Конотопский, В. Ю. Логистика : учебное пособие для вузов / В. Ю. Конотопский. — 4-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 143 с

[10] Лукинский, В. С. Логистика и управление цепями поставок : учебник и практикум для СПО / В. С. Лукинский, В. В. Лукинский, Н. Г. Плетнева. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 359 с.

[11] Лутфулин М. Д., Большаков Р. С. Контейнерные и контейнерные перевозки. Современное состояние, особенности, перспективы развития //Электронный научный журнал" Молодая наука Сибири". – 2021. – №. 4 (14).

[12] Мельников, В. П. Логистика : учебник для СПО / В. П. Мельников, А. Г. Схиртладзе, А. К. Антонюк ; под общ. ред. В. П. Мельникова. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 287 с.

[13] Мухамедова З. Г., Бобоев Д. Ш., Якумбаев Х. М. Корреляционный анализ факторов, влияющих на контейнерные перевозки в Узбекистане //Известия Транссиба. – 2024. – №. 1 (57). – С. 94-105.

[14] Петренева Е. А. Контейнерные перевозки как метод логистического подхода //Известия Транссиба. – 2024. – №. 1 (57). – С. 105-115.

[15] Петров А. В., Иванчин С. Ю., Пацев Ю. П. Перспективы развития и пути повышения эффективности контейнерных перевозок //Вестник транспорта Поволжья. – 2022. – №. 3. – С. 60-65.

[16] Псеровская Е. Д., Шерстобитова О. Б. Контейнерные перевозки //Фундаментальные и

прикладные вопросы транспорта. – 2021. – №. 2 (3). – С. 44.

[17] Рахмангулов А. Н., Цыганов А. В., Осинцев Н. А. Железнодорожный подвижной состав для контейнерных перевозок //Материалы первой международной научно-технической конференции «железнодорожный подвижной состав: проблемы, решения, перспективы». – 2022. – С. 113-120.

[18] Фадеева М. А., Имаев С. Д., Власова Н. В. Организация контейнерных перевозок. Достоинства и недостатки, состояние и перспективы развития //современное перспективное развитие науки, техники и технологий. – 2023. – С. 411-415.

[19] Шерстобитова О. Б. Значение цифровизации логистических процессов в организации контейнерных перевозок //Транспорт и логистика устойчивого развития территорий, бизнеса, государства (драйверы роста, тренды и барьеры). – 2023. – С. 414-418.

[20] Ballis A., Golias J. Towards the improvement of a combined transport chain performance. European Journal of Operational Research, 2018, vol. 152 (2), pp. 420-436.

[21] Bortas I., Brnjac N., Dundovic C. Transport routes optimization model through application of fuzzy logic. Promet - Traffic&Transportation, 2018, vol. 30 (1), pp. 121-129.

[22] Boschian V. Dotoli M., Pia Fanti M., Iacobellis Go, W. Ukovich W. A metamodeling approach for performance evaluation of intermodal transportation networks. European Transport, 2020, vol. 46, pp. 100-113.

[23] Mukhamedova Z.G. Mathematical Model for Calculation of Oscillations in the Main Bearing Frame of Railcar with Changing Stiffness and Physical Parameters, Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies, 2017, no. 10 (5), pp. 682-690.

Информация об авторах/ Information about the authors

Ахмедов	АО “Узбекистон темир йулари”
Сардорбек /	Начальник
Sardorbek	департамента
Akhmedov	международного сотрудничества.
	E-mail: sxahmedov@yandex.ru
	Tel.: +998901890004
	https://orcid.org/0009-0009-2998-3964



Scientific approach to assessing the business stability of industrial enterprises

M.I. Mahsudov¹ 

¹Graduate School of Business and Entrepreneurship under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This study examines the business stability of industrial enterprises by analyzing external and internal factors. Using expert assessments and economic-mathematical modeling, we propose a comprehensive methodology for evaluating economic stability. The research focuses on JV "UzChasys" LLC as a case study to validate the approach. The results demonstrate the applicability of the proposed model for tracking business stability over time and for comparative analysis among enterprises. The findings confirm that the developed model is highly effective for continuous monitoring of business stability, enabling enterprises to identify vulnerabilities and adapt their strategies accordingly. Furthermore, the study underscores the crucial role of financial sustainability, investment security, and operational efficiency in fostering long-term resilience. The proposed framework not only facilitates comparative analyses across different enterprises but also serves as a strategic tool for decision-makers seeking to enhance competitiveness in a volatile economic environment. The research outcomes can be leveraged by industrial enterprises, policymakers, and financial analysts to improve corporate sustainability and risk management strategies.

Keywords: business stability, industrial enterprises, economic modeling, expert assessment, financial stability

1. Introduction

Ensuring the economic stability of industrial enterprises is essential for mitigating market risks and fostering long-term growth. The ability to assess stability through a systematic and quantitative approach helps businesses develop sustainable strategies. However, existing methods often lack a comprehensive framework that integrates both qualitative and quantitative indicators [1],[3]. This study aims to bridge this gap by presenting a scientifically grounded methodology for business stability assessment.

The need to regulate the economic stability of industrial enterprises arises from the necessity to stimulate its improvement and mitigate the adverse effects of the market environment. To ensure long-term sustainability, businesses must develop and implement scientifically based methodologies to assess their level of economic stability, define key indicators for factor analysis, and establish an effective management system to enhance stability.

A major challenge in business stability assessment is the diversity and complexity of the proposed indicators, which can make evaluation, accounting, and analysis difficult. The selection of the most significant indicators is crucial to ensuring accurate assessments. Since many factors affecting stability cannot be quantitatively measured using conventional methods, expert assessments play a critical role in decision-making. This process often involves a high degree of uncertainty and risk, necessitating the participation of specialists in various domains such as production, finance, economics, and investment [2].

Moreover, industrial enterprises operate in a highly dynamic environment where technological advancements, regulatory policies, and global economic trends continuously reshape the market landscape. Traditional assessment models may not fully capture these fluctuations, highlighting the need for adaptable and data-driven methodologies. By integrating economic-mathematical

modeling with expert evaluations, our approach provides a robust and scalable framework for stability analysis.

Additionally, financial sustainability is a key determinant of long-term business success [4]. Enterprises with strong financial fundamentals are better equipped to withstand economic downturns and market disruptions. Therefore, assessing financial stability alongside operational efficiency and external market conditions is crucial for a holistic evaluation of business resilience.

To address these challenges, this study utilizes an expert assessment method, incorporating statistical analysis and mathematical modeling to derive an integrated stability index. By structuring stability factors into internal and external components and applying ranking methodologies, we ensure a reliable and objective evaluation of economic stability.

2. Methods and materials

To analyze business stability, we employed an expert survey method combined with mathematical modeling. The methodology consists of the following steps:

1. Identification of key stability factors through literature review and expert consultation.
2. Classification of factors into internal and external categories.
3. Expert ranking of factors based on significance.
4. Computation of an integrated stability index using weighted coefficients [3],[7].

The expert panel comprised specialists from production, finance, and management sectors. Their evaluations were aggregated and analyzed using statistical methods, ensuring consistency in rankings.

 <https://orcid.org/0009-0001-1648-6661>



Table 1	
Grouping of economic stability factors (Placeholder)	
Internal Environment	External Environment
Production Factors	Market Conditions
Management efficiency (X1.1)	Supply and demand ratio (X4.1)
Utilization of production capacity (X1.2)	Economic conditions (X4.2)
Innovation in management (X1.3)	Regulatory and tax policies (X4.3)
Labor resource efficiency (X1.4)	Inflation rate (X4.4)
Investment Factors	Competitive Landscape
Depreciation deductions (X2.1)	Level of competition (X4.5)
Security of loans (X2.2)	Technological development (X4.6)
Net income (X2.3)	Investment attractiveness of the region (X4.7)
Cost of shares (X2.4)	Political stability (X4.8)
Financial Factors	Macroeconomic Stability
Financial safety margin (X3.1)	Concentration of investors (X4.9)
Solvency (X3.2)	Trade and export opportunities (X4.10)
Financial risk level (X3.3)	Infrastructure and logistics (X4.11)
Liquidity (X3.4)	Legal and regulatory environment (X4.12)

3. Results and Discussion

The study categorized stability factors into four key domains:

- Production efficiency (utilization rate, innovation, labor resources);
- Investment security (capital structure, risk level, liquidity);
- Financial resilience (profitability, solvency, financial risk management);
- External influences (economic conditions, market demand, competition).

The final stability index was derived using the following formula [3]:

$$Kes = \sum_{i=1}^4 (\frac{n}{j=1}) K^{ij} D^i \tag{1}$$

where:

Kes - is the economic stability coefficient,

K^{ij} - represents key stability indicators,

Dⁱ - is the weight assigned to each factor group.

The calculated stability index for JV "UzChasys" LLC was approximately 6.5 on a 10-point scale, indicating moderate economic stability.

Additional data analysis revealed that investment security and financial resilience played the most critical roles in determining overall stability. Production efficiency factors had a moderate impact, while external market conditions showed the highest volatility in expert assessments[8],[10]. Comparing these findings with industry benchmarks demonstrated that enterprises with diversified

investment portfolios and robust risk management strategies exhibited higher stability scores, while those heavily reliant on external market conditions faced increased instability risks.

The results indicate that financial and investment factors have the most significant impact on business stability, followed by production efficiency and external conditions. The expert assessment method proved effective in identifying critical stability determinants. However, potential subjectivity in expert rankings necessitates further validation through empirical studies.

Moreover, the model's applicability extends beyond a single enterprise; it can be used for comparative analysis across industries and regions. Given the rapidly changing business environment, incorporating real-time financial data and industry-specific benchmarks could enhance predictive accuracy and practical utility[6],[8].

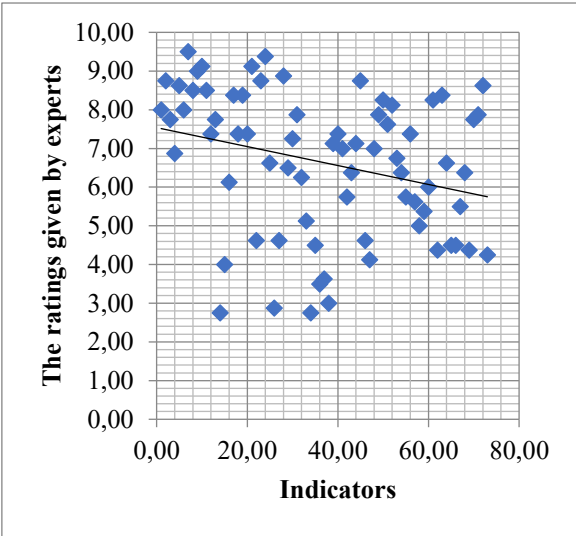


Fig. 1. Stability index comparison across enterprises (Placeholder)

4. Conclusion

The comparative analysis of the stability index, as illustrated in Figure 1, highlights the economic resilience of JV "UzChasys LLC" in relation to industry benchmarks. With an overall stability coefficient of approximately 6.50, the company demonstrates moderate stability. However, further strategic improvements in financial risk management and investment security could enhance its long-term resilience.

The proposed methodology offers a structured approach to assessing industrial enterprises' economic stability. It enables businesses to track stability trends over time and make informed strategic decisions. Future research should focus on integrating real-time financial data and machine learning models to enhance predictive accuracy. Additionally, expanding the model to include geopolitical risks and digital transformation metrics could provide a more comprehensive stability assessment framework.

References

[1] Y. Panibratov, A. Larionov, Applied Mechanics and Materials 725 – 726, 1007-1012 (2015)

[2] Y. Panibratov, A. Larionov, World Applied Sciences 23,144-148 (2013)

[3] A. Larionov, Yu. Larionova, MATEC Web of Conferences 106, 08032 (2017)

[4] P.G. Grabovy, A.K. Orlov, Procedia Engineering 153, 195-202 (2016)

[5] I. Lukmanova, M. Mishlanova, Bulletin of Irkutsk State Technical University 11, 294-299 (2014)

[6] R. Golov, T. Narezhnaya, N. Voytolovsky, V. Mylnik, E. Zubeeva, MATEC Web of Conferences (2018) <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819305080>

[7] I. Lukmanova, R. Golov, E3S Web of Conferences 33, (2018) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183302047>

[8] I. Ilin, A. Levina, O. Iliashenko, MATEC Web of Conferences, 106, Article number 08066. (2017) [doi:10.1051/mateconf/201710608066](https://doi.org/10.1051/mateconf/201710608066)

[9] I. Ilin, S. Shirokova, A. Lepekhin, E3S Web of Conferences, 33, Article number 03007 (2018) [doi:10.1051/e3sconf/20183303007](https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183303007)

[10] L.F. Kazanskaya, O.M. Smirnova. International Journal of Civil Engineering and Technology, 9(11), pp.3006–3012 (2018)

[11] Suyunov, D. K. (2021). Scientific Foundation for Implementation of the Compliance Control System at Corporate Enterprises. The American Journal of Management and Economics Innovations, 3(06), 138-145.

[12] Suyunov, D.X. (2023). Methods of Using the Digital Economy in Industrial Enterprises. Science And Education, 4(2), 1533-1536.

Information about the authors

Mahsudov Muzaffar Ikromjon ugli
Independent researcher at the Higher School of Business and Entrepreneurship under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan
E-mail: maxsudov_muzaffar@gmail.com
Tel.: +99894 308 34 99
<https://orcid.org/0009-0001-1648-6661>



Analysis of the algorithm for the operation of anti-repetition, auxiliary final and intermediate relays in the dialing group blocks NM2P and NM2AP, which control two combined shunting traffic lights of the railway automation and telemechanics system

J.F. Juraev^{1,2}^a, A.R. Azizov²^b

¹Trans Engineering Group LLC, Tashkent, Uzbekistan

²Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The article analyzes automation and telemechanics systems, as well as signaling, centralization and communication devices at railway stations. The question of improvement of group dialing blocks (NM2P and NM2AP) controlling two combined shunting traffic lights of the "BMRM" system, which is considered to be one of the systems of railway automation and telemechanics, i.e. creation of their microprocessor variant, is considered. At the same time algorithms are being developed and software is being created for each working circuit of anti-repeat, auxiliary final and intermediate relays. It is planned to create a prototype of the above-mentioned NM2P and NM2AP units based on the developed software and industrial controllers.

Keywords:

relay, relay system, route, shunting traffic light, electromechanical, microprocessor system, microelectronic, microcontroller, PLC industrial controllers

1. Introduction

Today the introduction of modern and energy-efficient technologies and devices in all industries is one of the urgent tasks.[4] In this regard, it is also worth noting that the introduction of new and modern centralization systems based on microprocessors does not always increase economic efficiency, because of the high cost of such systems requires a long time for their payback.[11] However, when creating modern centralization systems, one of the most alternative solutions is to use the existing architecture and algorithm of BMRM system operation, proven in production for years. In addition, it is much easier and more cost-effective to modernize an existing system piecemeal than to upgrade it completely[6].

2. Methodology and empirical analysis

In the BMRM system, the anti-repetition relays OP, PP and MP, the auxiliary intermediate relay VP, the final VK and VKM are considered second-stage relays and are energized from the direction circuits through the contacts of the push-button relay. The power is supplied from the end of the circuit depending on the type and direction of the route, which is determined by pressing the start button.[8] These relays remain energized until the route is fully established. They, in turn, energize the automatic push-button relay (second circuit), which turns off the push-button relay (first circuit), and the relay controlling the arrow relay (third circuit).[1]

The anti-repetition relay determines the start of the route and its type in route dialing schemes.

These include:

- PP -train route anti-repetition relay;

- OP -general anti-repetition relay;
- MP – shunting route anti-repetition relay.

The shunting route anti-repetition relay MP is installed in the blocks of the shunting traffic lights NMI, NM2P, NM2AP.[9] In the block of the NPM train traffic lights, two anti-repetition relays OP and PP are installed. The general anti-repetition relay OP operates on train and shunting routes, while the PP relay operates only on train routes.

The anti-repetition relay contacts are involved in switching on the starting (compliance scheme - the fourth chain of the route set), the control section (the first chain of the execution schemes) and the signal relay (the second chain of the execution schemes).

In order to develop a modern microprocessor version of the dialing group block HM2II, which controls two combined shunting traffic lights, we analyze the scheme and operation algorithm of the auxiliary final and intermediate relays in the block.[5] When setting a route from an optional M signal controlled by the NM2P block, power is supplied to the NM or CHM bus and the MP relay in the NM2P block switches to the energized state. This is the first condition for the MP relay to switch to the energized state, which is expressed as follows:

$$1 \text{ condition: } [(2-14) \wedge KN \wedge MG=1] \quad [MP=1]$$

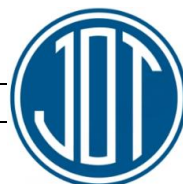
After the push-button relay is de-energized, the MP is connected to the supply via a self-locking circuit through its own contact and the back contact of the signal relay, which is expressed as follows:

$$2 \text{ condition: } [(1-9) \wedge MP \wedge KN \wedge MG=1] \quad [MG=1]$$

Based on the above two conditions, the MP relay operation algorithm is as follows:

^a <https://orcid.org/0009-0007-7852-6554>

^b <https://orcid.org/0000-0002-5652-9611>



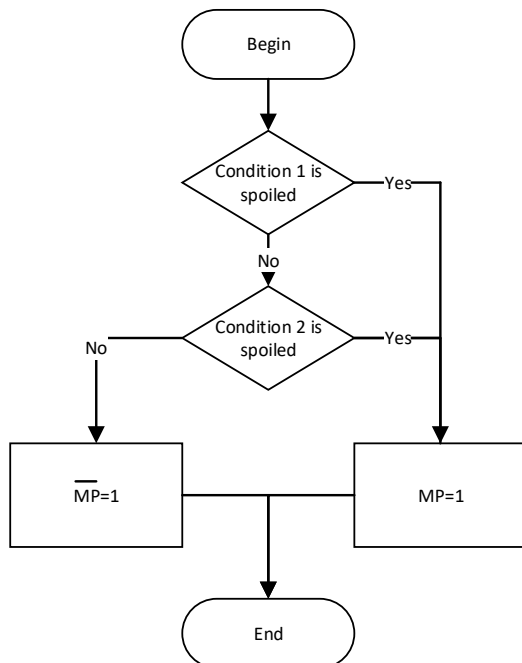


Fig. 1. MP relay operation algorithm

When the permitting signal opens at the traffic light on the selected route, the MP relay is de-energized through the signal relay contact.

Auxiliary final relays determine:

- VK - the end of the train route.
- VKM - the end of the shunting route

The VKM relay is installed in the NMI, NM2P and NM2AP shunting traffic light blocks. In the NPM block, the VK and VKM relays are installed.[2]

This relay is turned on when the traffic light button on the control device is pressed as a final and serves to turn on the automatic push-button relay (AKN) and the turn signal control relay (PU and MU) circuits, and in the executive group, the final shunting relay is turned on by the VKM relay contacts.

The conditions for switching the VKM relay to the energized state in the NM2P and NM2AP blocks are as follows:

1 condition: $[(2-16) \wedge KN \wedge MG=1] [VKM=1]$

When the push-button relay switches to the de-energized state, the terminating relay locks itself through its contacts and maintains its energized state.

2 condition: $[(2-12) \wedge VKM \wedge KN \wedge MG=1] [VKM=1]$

The auxiliary final relay VKM is de-energized through the locking relay contact after the route is fully installed and electrically locked.

Based on the above conditions, the algorithm for the operation of the VKM relay, which completes the shunting route, can be expressed as follows:

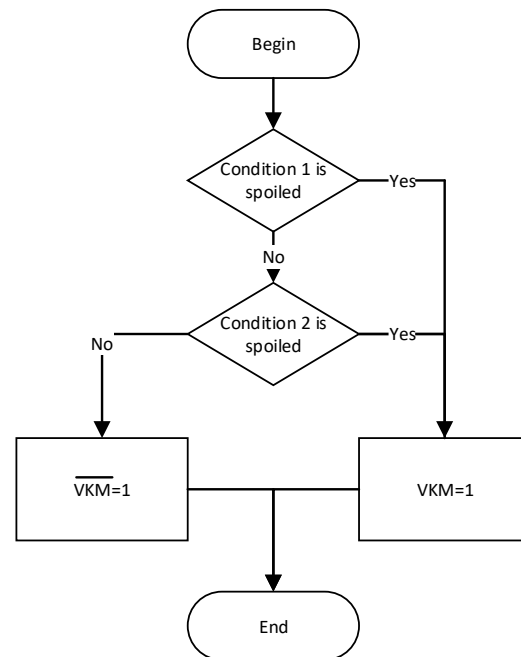


Fig. 2. VKM relay operation algorithm

If the train route does not include shunting traffic lights or the shunting route is formed in the opposite direction, the auxiliary intermediate relay VP is turned on in the blocks controlling these traffic lights (the MP and VKM relays do not work in the blocks).[3] The activation of the push-button relays of both elementary routes is checked through the VP relay circuit. The circuit for switching the VP relay to the energized state is as follows:

1 condition: $[(1-16) \wedge KN \wedge MG=1] [VP=1]$

2 condition: $[(2-12) \wedge VP \wedge KN \wedge MG=1] [VP=1]$

Based on the above conditions, the operation algorithm of the VP auxiliary intermediate relay can be expressed as follows:

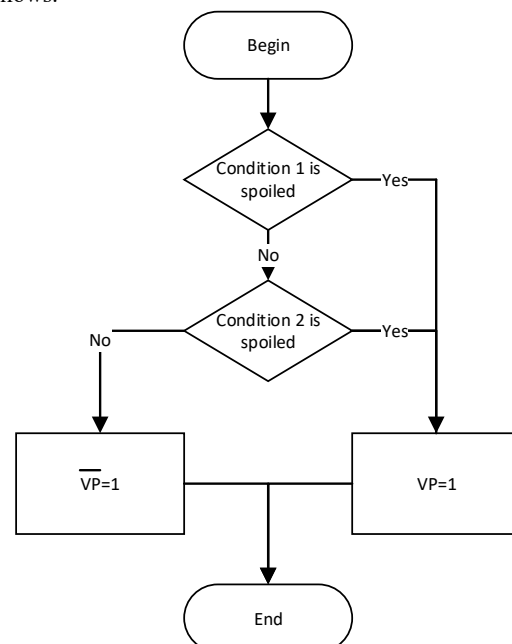


Fig. 3. Algorithm of operation of the VP relay

It is possible to upgrade VKM, VP, and MP relays based on electromagnetic relays by introducing a logical sequence of operations into modern industrial controllers based on the above-mentioned operating algorithm.

To do this, the MP relay operating circuit (Figure 4) must be expressed in the ladder programming language used in programming many industrial controllers.

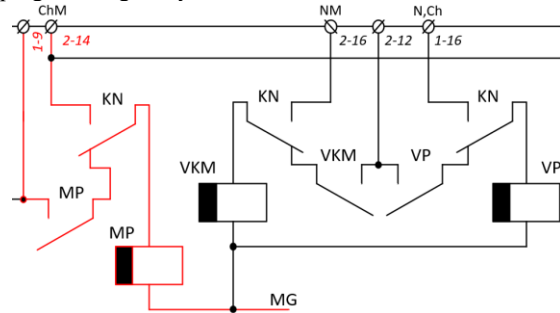


Fig. 4. MP relay operating circuit

3. Results and Discussion

According to the working circuit of the MP relay, for the relay to switch to the energized state, there must be a positive supply at inputs 2-14, the KN relay must be energized, and there must be a negative supply to MG. This sequence is as follows in the ladder programming language. Figure 5.

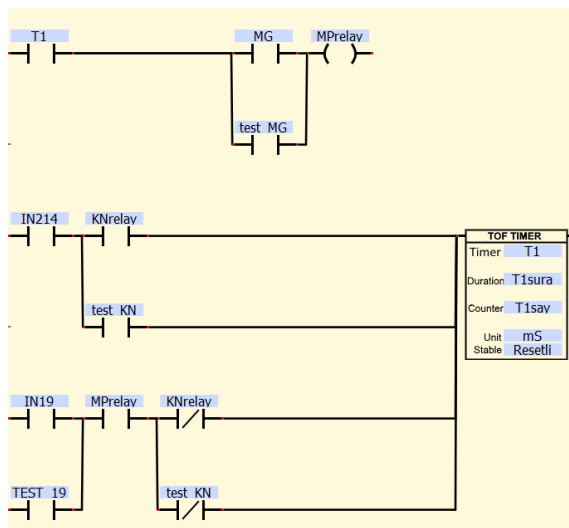


Fig. 5. MP relay software in ladder programming language

The working circuit of the VKM and VP relays (Figure 6) in the ladder programming language is similar to the MP relay program, but there are differences in the inputs and outputs.[7] According to the working circuit and algorithm of the VKM relay, two conditions must be met for the relay to switch to the energized state.[10]

Condition 1: There must be a positive supply at inputs 2-16, the KN relay must be energized and a negative MG supply must be available;

Condition 2: There must be a positive supply at inputs 2-12, the KN relay must be de-energized, the VKM relay must pass through its contact and a negative MG supply must be available;

These sequences are written in ladder programming language as follows. Figure 7.

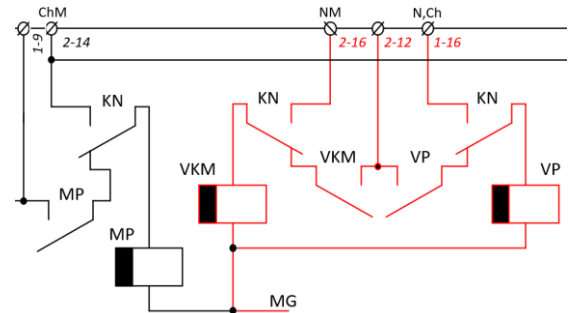


Fig. 6. The working circuit of the VKM and VP relays

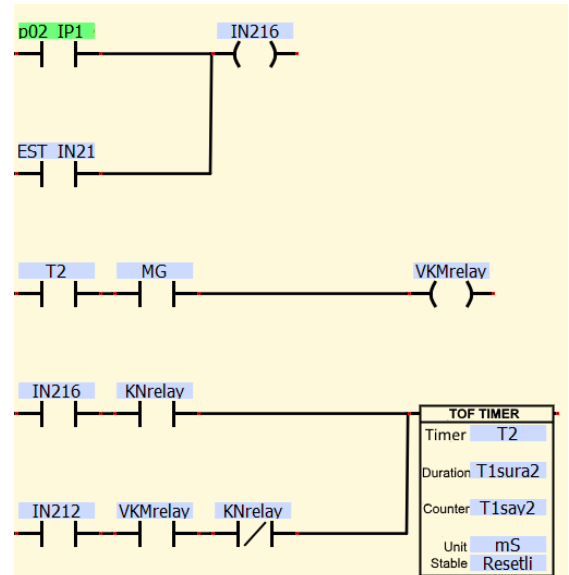


Fig. 7. VKM relay software in ladder programming language

According to the working circuit and algorithm of the VP relay, two conditions must be met for the relay to switch to the energized state. [12]

Condition 1: There must be a positive supply at inputs 1-16, the KN relay must be energized, and the minus MG supply must be available;

Condition 2: There must be a positive supply at inputs 2-12, the KN relay must be de-energized, the VP relay must pass through its contact, and the minus MG supply must be available;

These sequences are as follows in the ladder programming language (Figure 8).

Since the VKM, VP, and MP electromagnetic relays have a delay in de-energizing during de-energizing, a TOF timer is used in the software.

This ensures that the relay remains energized for three seconds when the relay power is disconnected, and during this time it begins to receive power through a self-locking circuit.

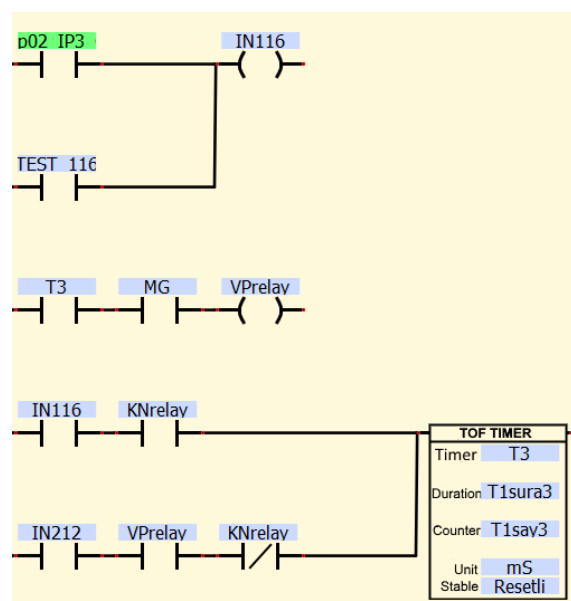


Fig. 8. VKM relay software in ladder programming language

4. Conclusion

The development of the control unit of the two combined shunting traffic lights of the railway automation and telemechanics system, that is, the development of modern industrial controllers, has advantages over existing electromagnetic relay units in terms of energy efficiency, compactness, and the presence of additional functions to expand capabilities. In addition, the development of new technical solutions and the use of modern innovative devices to increase safety and speed of transportation in the railway transport sector are relevant.

References

- [1] Изучения и исследование схем блочный Маршрутно-релейной централизации. Ш.К.Валиев, Р.Ш.Валиев Екатеринбург 2009г. С. 37-39.
- [2] Mikroprotessorli markazlashtirish tizimlari: Temir yo'l transporti texnikumlari va kollejlal talabalari uchun darslik / VI.V. Sapojnikov - Moskva: temir yo'l transporti bo'yicha o'quv-uslubiy markaz. transp., 2008 y – 396 b.
- [3] Система МПЦ Simis-W для высокоскоростной линии HSL – Zuid // Железные Дороги Мира. – 2007. – № 10. – С. 69-73.
- [4] TEMIR YO'L AVTOMATIKA VA TELEMEXANIKATIZIMI TERISH GURUHINING STRELKALARNI BOSHQARISH MIKROPROTSESSORLI BLOKI. Dissertatsiya Ametova E.K. Toshkent –2020.
- [5] Jo'rayev, J. TEMIR YO'L AVTOMATIKA VA TELEMEXANIKA TIZIMINING IKKITA BIRLASHGAN MANYOVR SVETOFORLARINI BOSHQARUVCHI TERISH GURUHI BLOKLARINI TAKOMILLASHTIRISH. Инновационные исследования в современном мире: теория и практика, 3(3), 2024,107–109.
- [6] E.K. Ametova, J. F Jo'rayev. Development of the button relay scheme and algorithm of the dial group microprocessor blocks controlling two combined shunting traffic lights of the railway automation and telemechanics system. TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY "JOURNAL OF TRANSPORT" ISSN 2181-2438 VOLUME 1, ISSUE 2 JUNE, 2024. Page (46-50).
- [7] Аметова Э.К., Азизов А.Р. Исследование модели цепи кнопочных реле микроэлектронного блока ХСС. Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари. Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети 2019, №3(9) 75-77
- [8] A J. F Jo'rayev, E.K. Ametova. AUTOMATION AT THE RAILWAY STATIONS OF UZBEKISTAN AND TELEMCHANICS RELAY THE EXPERIENCE OF USING SYSTEMS ANALYTICAL ANALYSIS. «Yosh olimlar» Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasining 2024 yil 9(18)-soni.
- [9] Сапожников В.В., Никитин А.Б. Микропроцессорная система электрической централизации МПЦ-МПК. Наука и транспорт. – Спб.: Издательский дом ООО «ТПРЕССА», 2009. – С18-21.
- [10] ANALYTICAL REVIEW OF THE EXPERIENCE OF USING AUTOMATION DEVICES AT RAILWAY STATIONS IN UZBEKISTAN Jo'rayev J.F., Ametova E.K. Tashkent state transport university (Tashkent, Uzbekistan) The scientific journal vehicles and roads, 2024 №3
- [11] Шатковский О.Ю, Чалый Г.Д. Бесконтактный модуль управления стрелочным электроприводом. Автоматика, связь, информатика. – 2011. – № 9. – С. 10–11.
- [12] <http://railway.uz/ru/>
- [13] <http://scbist.com>.

Information about the authors

Juraev Javokhirjon Farkhodjon ugli	Tashkent State Transport University, doctoral student, Communications Engineer, Trans Engineering Group LLC Tashkent, Uzbekistan https://orcid.org/0009-0007-7852-6554
Azizov Asadulla Rahimovich	Tashkent State Transport University, Candidate of Technical Sciences, Professor, Tashkent, Uzbekistan Department of automation and telemechanics https://orcid.org/0000-0002-5652-9611



Research on the reactive power consumption of an asynchronous motor powered by energy generated by solar panels

I.Kh. Siddikov¹^a, S.S. Azamov²^b

¹Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Tashkent, Uzbekistan

²Andijan State Technical Institute, Andijan, Uzbekistan

Abstract:

In order to meet the world's demand for high-quality and uninterrupted electricity, there is increasing reliance on renewable energy sources, including solar energy sources, which play a special role in this regard. In this regard, based on the climatic conditions of our country and in order to ensure the implementation of the Resolution No. PF-158 No. 52 of the Strategy of Action of the President of our country for 2023-2030 on uninterrupted energy supply of the economy and industrial sectors, introduction of technologies No. 57, further improvement of the green energy system No. 65, and the location of all regions and cities of our republic in industrial production sectors at the regional level, based on the Resolution No. PQ-222 of July 14, 2024, on measures to reduce electricity consumption by 10%, the results of a study in the Matlab simulation program of the constituent quantities of electricity and harmonic currents generated by solar panels installed in our country are presented.

Keywords:

electric current generated by solar panels, inverter, asynchronous motor, symmetrical and non-symmetrical current characteristics, reactive power, steady and stable operating modes

1. Introduction

In the climatic conditions of our republic, more than three hundred days of sunlight shines, based on this opportunity, a number of studies are being conducted on satisfying the need for electricity with the electricity generated by solar panels and studying the quality indicators of the electricity generated. The largest consumer of electricity in industrial production is asynchronous motors, and a number of research works are being conducted to further improve the control and management system for the amount of reactive power consumed by asynchronous motors and reduce energy consumption. In these studies, one of the main tasks is to provide quality signals for the control and management of the amount and angle indicators of the reactive power of electricity consumed by asynchronous motors. Modeling and researching the signal generation processes used in the control and management systems for the reactive power of electricity generated by solar panels based on comprehensive algorithms is an important issue in energy and resource conservation. The control and management of the symmetric and non-sinusoidal magnitudes of the reactive power of alternating current electricity generated by solar panels requires the use of advanced measurement systems, in this process the development and implementation of new types of primary signal converters is relevant. To measure the amount of electric energy, the balance of active and reactive power of asynchronous motors supplied with electric energy generated by solar panels, current transformers are widely used today.

2. Research methodology

The principle of operation of current transformers, like other transformers, a current transformer consists of a magnetic core, a primary winding and a secondary winding,

which are signal converters. This transformer is mainly an instrument transformer, in which the current values from the secondary winding of the core are produced in the range from 1A to 5A [2; 6-b]. Current transformers measure and control the amount of current flowing through the inductive wire wound around the magnetic core, and when the magnetic core reaches a certain value, the ability to sense the amount of electrical energy decreases, and as a result, the indicator shows the same amount. This represents an uncertainty in the full calculation of the amount of electrical energy coming out of the inverter device.

Current transformers are connected in series to the measuring device circuit, and the primary W1 is connected to the device being measured. The connection of the secondary W2 winding to the measuring protection device I1 and I2 is shown in Figure 1.

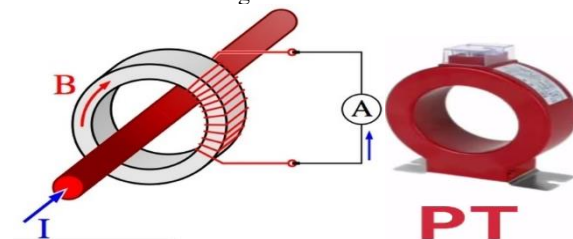


Fig. 1. Current transformers:

they are connected in series to the measuring device circuit

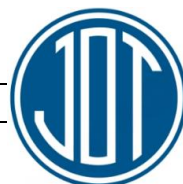
W1 primary is connected to the measured device W2

secondary winding is connected to the measuring protection device I1 and I2

Short-term accidents and long-term unsymmetrical modes can occur in single- and three-phase consumers supplied with energy generated by solar panels. Short-term and unsymmetrical modes are mainly associated with various emergency processes, including short-circuiting of solar power lines with ground, which occurs when they are continuous. They are most common in lighting equipment, small-power motors, heaters, single-phase welding

^a <https://orcid.org/0009-0005-1949-2281>

^b <https://orcid.org/0009-0005-0615-5518>



equipment. The presence of unsymmetrical currents creates negative and zero sequences. These currents, in turn, lead to deviations of the voltage in the elements of the solar power network from the permissible values. The electromagnetic current transformer is considered to be reliable, accurate, and compact in its form. The asymmetry of the electric current is much greater than the asymmetry of the voltage.

This, in turn, leads to the heating of the solar electric conductors and the jerking operation of the consumer, the asynchronous motor. It is the non-sinusoidal current

indicators that affect the quality indicators of electric energy that occur when elements of various characteristics, inductive, capacitive, semiconductor and other types of elements are connected to a network that is not connected to each other. Figure 2 shows the non-sinusoidal indicators of the voltage signal received from the electromagnetic current transformer when the asynchronous motor is connected to the network using a capacitor bank to start the asynchronous motor powered by the energy generated by the solar panels.

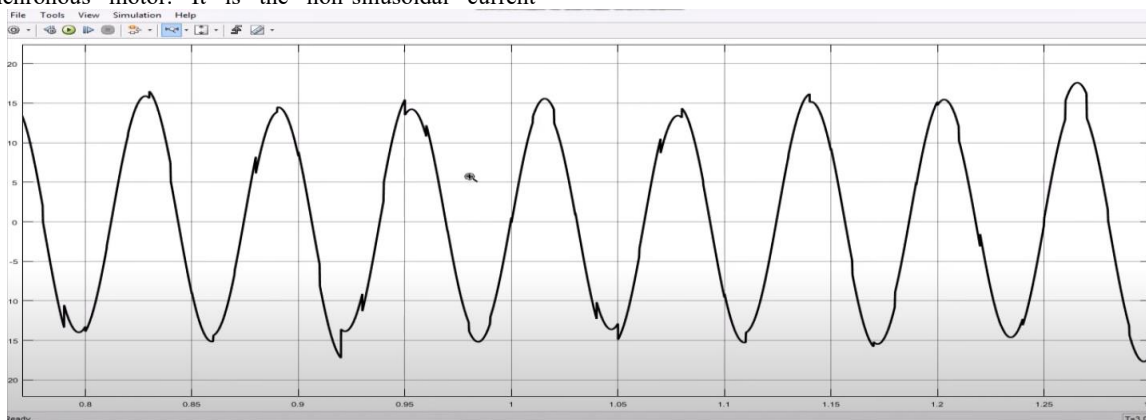


Fig. 2. The output signal of the electromagnetic converter when the asynchronous motor is connected to the network with a capacitor bank

These influencing factors certainly have a negative impact on the solar panels and the inverter, as a result, the reactive power loss of the asynchronous motor increases, the operating time is shortened, and the useful working coefficient decreases sharply. In solving these problems, we

consider that when the asynchronous motor is connected to the network through a phase-shifting inductive coil, starting and working capacitor bank, the voltage signals are sinusoidal. Figure 3 shows the principle diagram of the proposed converter.

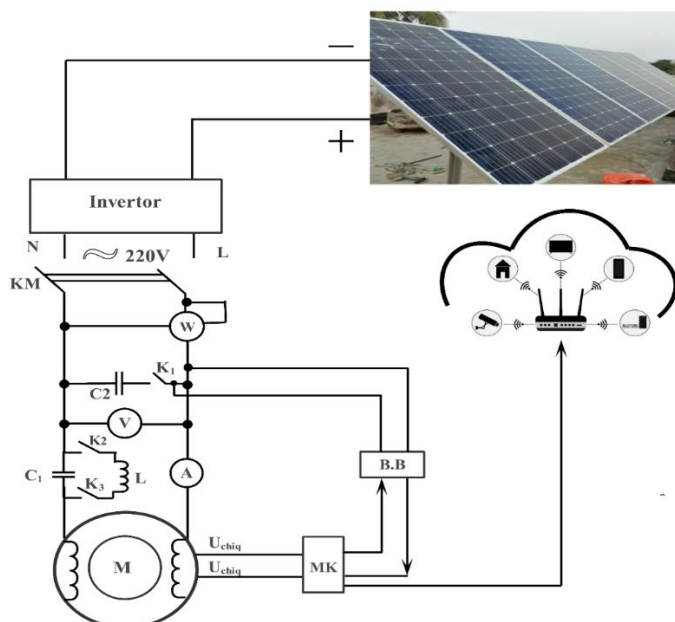


Fig. 3. Single-phase solar-powered asynchronous motor: single-phase solar-powered asynchronous motor

M - asynchronous motor, C1,2 - capacitor bank, L - inductive element, W - wattmeter, KM - magnetic starter, K1,K2,K3 - switch, A1 - ammeter, BB - control unit, Uchiq - output voltage of the current transformer, MK - microcontroller

When studying the dynamic characteristics of the proposed electromagnetic current transformer, it was found that the voltage signal of the current transformer device, obtained according to the scheme shown in Figure 3 above,

is sinusoidal and symmetrical. The results of this study and the assembled scheme obtained in the Matlab simulink package are presented in Figure 4.

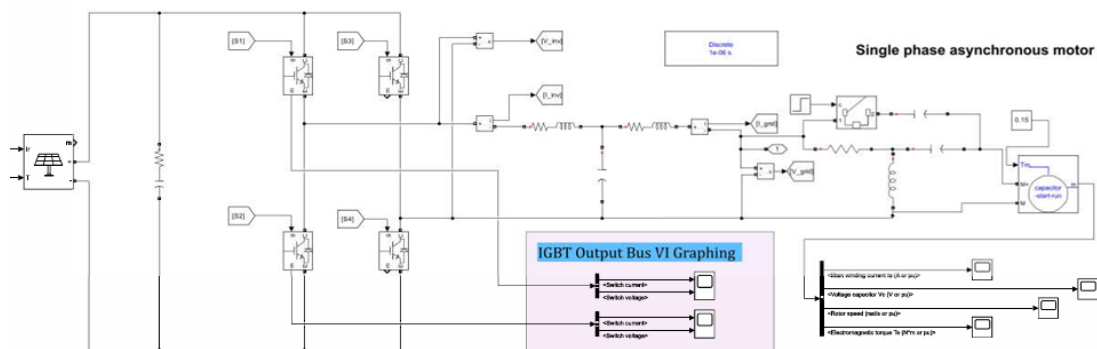


Fig. 4. The scheme of the electromagnetic current converter of an asynchronous motor powered by solar panels is presented in the Matlab package

The result of the study of the dynamic characteristics obtained according to the scheme assembled in order to ensure that the asynchronous motor is designed to be highly

efficient and operates according to the data given in the passport indicators is presented in Figure 5.

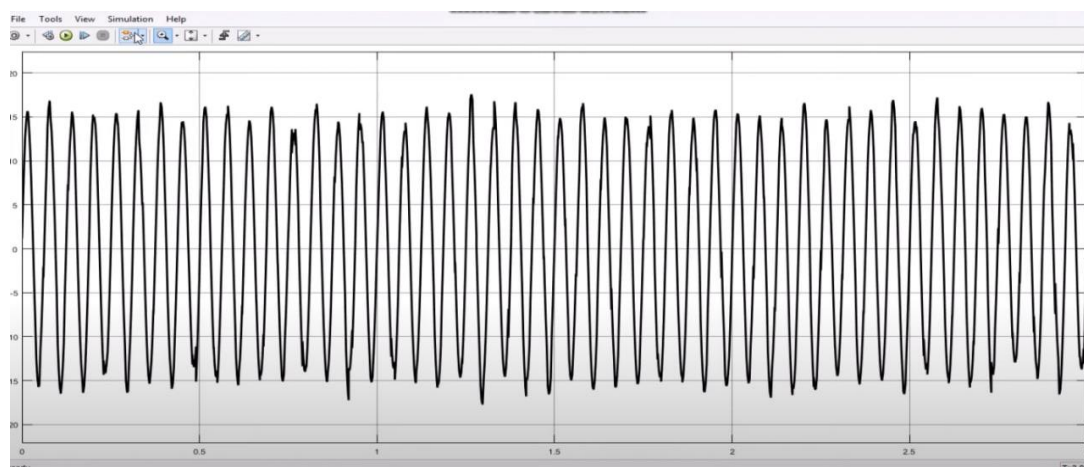


Fig. 5. The dynamic characteristics of the asynchronous motor electromagnetic converter device

In order to improve the control and management system of the reactive power consumption of the asynchronous motor under study, the dynamic characteristics of the asynchronous motor electromagnetic converter device are presented in Figure 5.

3. Conclusion

Based on the above descriptions and images, it can be concluded that by improving the control and management system of the reactive power consumption of asynchronous motors supplied with energy generated by solar panels, an asynchronous motor can extend the efficiency and service life of the asynchronous motor, prevent the burning of the inventory and solar panels, which are solar energy supply devices, and increase their economic performance.

References

- [1] Siddikov I. et al. Analysis of power dissipation in a triangle connection of single-phase asynchronous motor supplied from solar energy source //Science and innovation. – 2023. – T. 2. – №. A11. – C. 14-18.
- [2] Mirzaev N. N. Study on computerized measurement-control system for determining the condition of electrical network insulation and permitted connections for electrical energy consumption. Scopus conference: 4th

International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering (ICECAE 2023) E3S Web of Conferences. Volume 434, 2023, 01021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343401021>

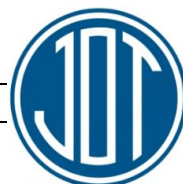
[3] Siddikov I. X., Denmuxammadiyev A. M., A'zamov S. S. Muqobil turdan olingan energiyadan istemol qiluvchi asinxron motor quvvat balansini nazorat va monitoring qilish //jizpi xabarnomasi. – 2024. – T. 1. – №. 1. – C. 126-128.

[4] Mirzoyev N.N. Information software and devices for energy efficiency management and control, Chemical Technology, Control and Management, 68-75 (2021)

[5] Mirzoyev N.N. Analogical Model Development Methodology For Mathematical Modeling Of Energy Efficiency Control System, The American Journal of Engineering and Technology, 55-61 (2020)

[6] Mirzoyev N.N. Intelligence devices for monitoring and control of energy efficiency of enterprises, Chemical Technology. Control and Management, 172-181 (2020)

[7] Siddikov I., Azamov S., Berdiyev D. Reserch of reactive power consumption of single-phases asynchronous motor energy supplied by solar panels (debseuz project activity) //perspectives of higher education development. – 2024. – T. 15. – №. 1. – c. 89-95.



[8] Mirzoyev N.N., Sobirov S. Study of violations of quality indicators of electricity supply network, Central Asian Journal of Education and Innovation, 83-86 (2023)

[9] Mirzoyev N.N., Sobirov O. Sh. Computerized measurement control system of unauthorized connection to electrical networks and isolation control detection, Science and Education, 488-502 (2023)

[10] I.X. Siddikov, N.N. Mirzoyev, M.A. Anarboev. Elektr energiyasini tejash va samaradorligini oshirish uchun gibrid quyosh elektr stansiyasini loyihalash uslubiyoti. "Raqamli energetika tizimini yaratishning istiqbollari, muqobil energiya olishning muammolari va yechimlari-2023" xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasining ilmiy maqola va tezislari to'plami. Jizzax, 2023 yil 19-20 may, 175-181bet

[11] M.Q. Xoliqberdiyev, N.N. Mirzoyev. Shamol elektr stansiyasi va quyosh elektr stansiyasi asosida gibrid elektr ta'minoti tizimini loyihalash. Pedagog's jurnal 10 (1), 2022/6/11, 100-108 bet

[12] I.X. Siddiqov M.Q. Xoliqberdiyev, N.N. Mirzoyev. WE3000 markali shamol elektr stansiyasining elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlarining tahlili. PEDAGOGS jurnal 10 (1), 2022/6/11, 93-99 bet

[13] I.X. Siddikov, N.N. Mirzoyev, M.A. Anarboev, S.I. Davrboeva. Izolyatsiya holatini monitoring qilish va elektr tarmoqlariga ruxsatsiz ulanishlarni aniqlash uchun kompyuterlashgan axborot o'lchov tizimining istiqbollari, "Raqamli energetika tizimini yaratishning istiqbollari, muqobil energiya olishning muammolari va yechimlari-

2023" xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasining ilmiy maqola va tezislari to'plami. Jizzax, 2023 yil 19-20 may, 252-257bet.

[14] Аъзамов С.С. Анализ устройств и методов удаленного мониторинга энергопотребления потребителей возобновляемых источников энергии. Научный журнал транспортных средств и дорог, №4 Issue 4, 2022 e-mail: nauka@tstu.uz <http://transportjournals.uz/>.

Information about the authors

Siddikov Ilhom Khakimovich Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers (National Research University) Department of Power Supply and Renewable Energy Sources, professor <https://orcid.org/0009-0005-1949-2281>

Azamov Saidikrom Saidmurodovich Andijan State Technical Institute, Faculty of Electrical Engineering, senior teacher (PhD) Tel.: +998909403133 <https://orcid.org/0009-0005-0615-5518>



Microprocessor-based control unit for a single-unit shunting traffic light

E.K. Ametova¹^a, J.B. Kudratov¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

Railway automation and telemechanics systems widely rely on control units based on electromagnetic relays. Despite their long-term effectiveness, the physical wear of these relays, increasing maintenance costs, and signal transmission delays have highlighted the need for modern control methods. The limited lifespan of electromagnetic relays and the necessity for continuous maintenance significantly impact operational efficiency. This study focuses on enhancing the microprocessor-based control unit for single-aspect maneuver signals by replacing traditional electromagnetic relay systems with modern Programmable Logic Controllers (PLCs). PLC-based control systems offer several advantages, including faster processing speeds, real-time diagnostics, remote monitoring, and seamless network integration, leading to increased reliability and cost-effectiveness. The research investigates how PLC controllers improve system reliability, reduce maintenance costs, and optimize railway signaling operations. By enabling real-time monitoring, diagnostics, and automated control, this approach ensures higher adaptability and efficiency in railway automation. The findings contribute to the modernization of railway signaling systems and provide recommendations for practical implementation.

Keywords:

railway automation, controller, microprocessor control, shunting signal, relay blocks, HMI block, HMI-D block, MI block, BMRM

1. Introduction

Ensuring efficiency in railway signaling and control systems is crucial for traffic safety and the optimization of transportation flows. In railway transport, maneuver signal control systems predominantly operate using electromagnetic relays. However, over time, these relay-based systems suffer from physical wear, increased maintenance costs, and reduced operational efficiency. As a result, there is a growing trend toward implementing microprocessor-based control systems to enhance reliability and performance.

Programmable Logic Controllers (PLCs) provide a more reliable, faster, and flexible alternative to traditional relay-based systems. These controllers significantly improve signal transmission, processing speed, and overall system responsiveness. Unlike electromagnetic relays, which require frequent maintenance and have a limited lifespan, PLC-based systems offer real-time diagnostics, remote control capabilities, and seamless integration with modern railway automation infrastructure.

This study aims to develop an advanced microprocessor-based control unit for managing single-aspect maneuver signals. The research explores the potential of optimizing existing systems, enhancing operation speed, and reducing maintenance costs by integrating PLC controllers.

The transition to PLC-based control units aligns with global railway modernization trends. Developed countries have widely adopted microprocessor-based systems in railway stations, benefiting from their faster response times, compact design, and superior signal transmission capabilities compared to relay-based centralized electrical interlocking systems. Given the limitations of traditional relay technology, the need for more efficient, reliable, and cost-effective maneuver signal control solutions is evident[1].

This paper analyzes the technical solutions for replacing electromagnetic relays with PLC-based control units, ensuring improved efficiency, safety, and adaptability in railway automation.

2. Research methodology

The improved control system includes the following key stages:

- Removing KDR electromagnetic relays and replacing them with a controller;
- Developing control algorithms in a programming environment;
- Designing the input-output module scheme for maneuvering signal control;
- Conducting simulations and laboratory tests.

3. Results and Discussion

BMRM System and Its Components

The BMRM system consists of two main groups: the selection group and the execution group. The selection group comprises 8 types of blocks, while the execution group consists of 12 different types of blocks.

In the BMRM system, the execution group performs the functions of setting, closing, and opening the route based on signals received from the selection group. The execution group (the MI block of the actuator relay group) controls the closing and opening functions of a single maneuvering signal based on signals transmitted by the selection group (NMI, NMID blocks) after verifying compliance with safety requirements[2].

These blocks play a crucial role in efficiently controlling signals, track switches, maneuvering signals, and other essential railway equipment.

Key Components of the System

^a <https://orcid.org/0000-0003-0872-3599>

^b <https://orcid.org/0009-0005-3573-9811>



MI – Maneuvering Signal Block

The MI block controls a single maneuvering signal located between two track switches.

NMI – Control Signal Transmission Block

The NMI block transmits a control signal to the main control unit for maneuvering signal operation. Located in the station throat, it verifies safety conditions for the execution blocks between two track switches (switch section) and ensures that control conditions have been met before sending a signal to the MI block. This function guarantees the system's safety and reliability.

NMI-D – Auxiliary Block

One NMI-D block is installed for every six NMI blocks. This additional block is required when more than six relays are needed, as each NMI block contains only six relays.

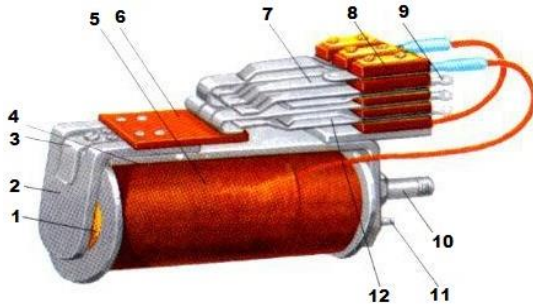


Fig. 1. KDR Relay Structure

The single maneuvering signal control block is typically composed of KDR-2 or KDR-3M type electromagnetic relays, each consisting of 2 or 3 columns [3]. These relays are used to ensure traffic safety and accurate signal transmission.

The KDR relay consists of the following main components: The relay is structurally designed with a non-branched magnetic system and consists of a core (1), a coil (5), a yoke (4), and an armature (2). The yoke of the magnetic circuit is made of strip steel with a thickness of 3 mm, while the core is made of round-section steel with a diameter of 12 mm. The armature is secured to the relay housing using a lock (3). This lock restricts the movement of the armature in vertical, longitudinal, and horizontal directions. The coil is held on the core by a spring ring, which prevents it from twisting during vibrations. The relay core is attached to the yoke using a rod (10), which is also used for mounting the relay in the control unit. Additionally, the armature has a guide pin (11) that ensures the relay is installed in a strictly horizontal position. The relay's contact system consists of contact springs (7) with tails (9) and support plates (12), which are designed to eliminate spring vibrations. The springs (7) are made of tin-phosphor bronze sheet with a thickness of 0.33–0.4 mm, a width of 5.5 mm, and a length of 71–78 mm. Silver contacts with a diameter of 2.2 mm are riveted to the springs. The insulating gaskets (8) are made of Karbolit K-21-22. When current passes through the coil, the armature is attracted to the core, and its insulating shelf (6) presses on the springs (7), switching the relay contacts. When the coil is de-energized, the armature returns to its original position due to the elasticity of the springs.

Thus, the NMI and NMI-D blocks help verify conditions for execution devices before transmitting control signals. The MI block serves as the primary unit for maneuvering signal control, ensuring communication with the signaling system and other related automation components [4].

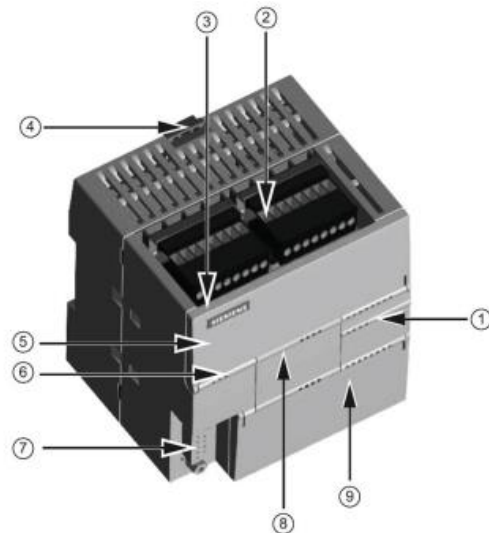


Fig. 2. S7-200 SMART CPU Structure

1-LEDs for the I/O; 2-Terminal connectors; 3-Ethernet communication port; 4-Clip for installation on a standard (DIN) rail; 5-Ethernet status LEDs (under door): LINK, Rx/Tx; 6-Status LEDs: RUN, STOP and ERROR; 7-RS485 Communication port; 8-Optional signal board (Standard models only); 9-Memory card reader (under door) (Standard models only).

Choosing PLC Controllers [5,6,7,8]:

The S7-200 model is affordable and best suited for simple systems, operating in the STEP 7 Micro/WIN programming environment. The S7-400 is designed for complex and large-scale systems, offering high processing speed and support for network protocols such as PROFIBUS and Industrial Ethernet. The S7-1200 model is ideal for mid-level complexity systems, featuring PROFINET and Ethernet connectivity along with full diagnostic capabilities. The most advanced PLC, the S7-1500, is the best choice for scalable and high-speed systems, enabling seamless integration into automated systems via PROFINET and OPC UA.

We will examine the development of a microprocessor-based control block that replaces KDR (coded relay) relays with controllers. Instead of using mechanical contact-based electromechanical relays, the proposed solution involves replacing their coils with controller modules. To implement this replacement, we will analyze the circuit diagram of the block and develop its control algorithms. For each relay in the block, we will design an algorithmic block diagram and define its operating conditions. It is important to note that implementing centralized control systems using modern controllers does not always lead to immediate economic efficiency. The high cost of such systems means that their return on investment may take many years. Moreover, instead of completely replacing the existing system at once, a gradual upgrade of its components is a more feasible and cost-effective approach. Based on PLC controllers, we will develop a new control block that integrates the functions of the replaced relays [9].

How do we implement this? Let's Analyze It. To remove a relay, we need to study its function within the control block and its operating circuit. Let's take the AKH relay as an example.

AKH Relay Operating Circuit:

$$2-2 \cap \overline{KH} \cap \overline{HKH} \cap 1-2.$$

The AKH relay is activated when current flows through its own contact, forming the holding circuit:

$$2-2 \cap KH \cap AKH \cap HKH \cap 1-2.$$

Analysis of the Two Circuits Above:

The AKH relay is activated when current flows through its circuit. Initially, the current reaches the 2-2 contact. It then passes through the normally closed (NC) contacts of the KH and HKH relays, allowing current to reach the 1-2 contact, which in turn energizes the AKH relay.

Once the AKH relay is activated, its contacts switch to a conductive state, closing the normally open (NO) contacts. As a result, the KH and HKH relay circuits transition to an operational state through the AKH relay's NO contacts.

When the KH and HKH relays are energized, their NC contacts switch to NO. Simply put, the transition from a de-energized to an energized state of these relays activates the secondary power circuit of the AKH relay.

The secondary circuit of the AKH relay is maintained by the current flowing from terminal 2-2 of the block through the NO contacts of KH and HKH relays, reaching the 1-2 contact. This ensures the AKH relay remains in an active state until a contact opens or the power supply is interrupted.

Below is the block diagram representing the algorithm of the AKH relay.

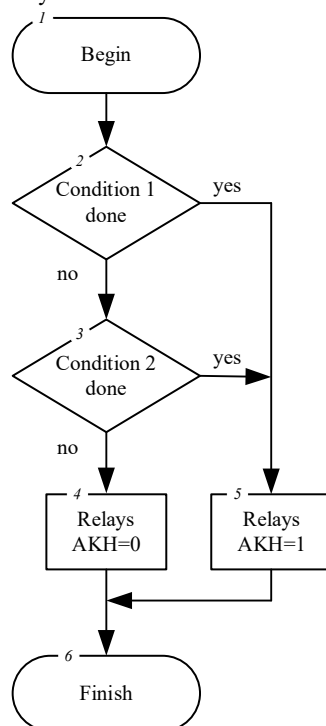


Fig. 3. Algorithm scheme and electrical circuits of AKH relay

Implementing AKH Relay Logic in PLC

To replace the AKH relay with a PLC-based logic, we need to analyze its working principles and replicate its functionality using a ladder diagram (LD) or structured text (ST). Below is the step-by-step conversion process:

1. Identify Inputs and Outputs

Inputs (I):

I1 (22 terminal) → Power supply input

I2 (KH relay status) → Normally closed contact (NC)

I3 (HKH relay status) → Normally closed contact (NC)

Outputs (Q):

Q1 (AKH relay coil simulation) → This will replace the physical AKH relay

2. PLC Logic Implementation (Ladder Diagram Concept)

1. Primary Circuit Activation:

If I1 is ON (power present)

AND both KH (I2) and HKH (I3) relays are in de-energized state (NC contacts closed)

THEN activate Q1 (AKH relay equivalent in PLC)

2. Self-Latching Mechanism:

Once Q1 (AKH) is ON, it should latch itself using its own output as feedback.

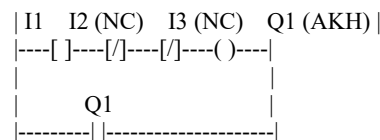
This ensures it stays ON until power is lost or conditions change.

3. Secondary Circuit Simulation:

If KH and HKH relays (Q2, Q3) are energized, they switch their states, affecting the AKH logic.

3. Ladder Diagram Representation

Here is a basic ladder diagram representation:



[] → Normally open contact (NO)

[/] → Normally closed contact (NC)

() → Coil (output)

|| → Self-latching

4. Structured Text (ST) Implementation in PLC

IF I1 = TRUE AND I2 = FALSE AND I3 = FALSE
THEN

Q1 := TRUE; // AKH Relay Activation

END_IF;

IF Q1 = TRUE THEN

Q1 := TRUE; // Self-latching

END_IF;

IF I2 = TRUE OR I3 = TRUE THEN

Q1 := FALSE; // Deactivate if KH or HKH relays change state

END_IF;

5. Testing and Debugging

Simulation in PLC software (Siemens TIA Portal, RS Logix, Codesys, etc.)

Monitoring real-time signals

Fine-tuning delays or additional interlocks if necessary.

By replacing AKH relay logic with a PLC program, we eliminate mechanical wear, reduce maintenance, and improve reliability. The ladder logic and structured text implementations provide a direct mapping of relay operations into digital control logic.

The logical solution developed for this part of the block will also be applied to the remaining sections in the same manner. Each relay's function, operating conditions, and



circuit connections will be thoroughly analyzed, and a separate algorithm will be created for each one. Subsequently, all developed algorithms will be integrated into a unified control system. As a result, the microprocessor-based control unit for single-aspect maneuver signals that we aim to create will be fully functional and operate efficiently. This will enable the development of a modern, efficient, and reliable control system based on PLC technology.

Comparison of Characteristics of Relay-Based and Microprocessor-Based Control Systems for Single-Aspect Maneuver Signal Control.

The relay-based control system operates with electromagnetic relays, where the response time ranges from 10 to 50 milliseconds due to mechanical movement and magnetic field formation. In contrast, the microprocessor-based control system (PLC) functions at a much higher speed, with response times between 1 to 5 milliseconds, significantly improving system efficiency.

From a reliability perspective, relay-based systems are prone to mechanical wear and contact degradation, whereas PLC-based systems use electronic components that eliminate physical wear and increase durability.

In terms of maintenance, relay systems require regular adjustments and cleaning, while PLC systems offer software-based control, reducing maintenance efforts.

Flexibility is another key factor: relay-based systems rely on fixed circuit designs, making modifications difficult, whereas PLC-based control systems can be reprogrammed easily, allowing for adaptability to different operational conditions.

Lastly, network integration is a crucial advantage of PLC systems. Unlike relay-based control, which lacks direct connectivity to modern communication networks, PLC controllers support PROFINET, Ethernet, and OPC UA, enabling seamless communication within industrial automation setups.

This comparison highlights that PLC-based systems provide superior speed, reliability, flexibility, and connectivity, making them the preferred choice for modern control applications.

4. Conclusion

The study determines that a shunting signal control system based on PLC controllers offers significant advantages over traditional electromagnetic relay systems. As a result of this modernization:

Reliability has increased – mechanical wear and contact failures have been eliminated.

Maintenance has been simplified – software-based control allows automated configuration.

Operational efficiency has improved – high-speed controllers accelerate signal exchange and control processes.

Flexibility has increased – the system can be adapted to various operating conditions through software[10].

Energy efficiency has been ensured – consumes less power than electromagnetic relays.

The newly developed block is fully compatible with the existing system and operates based on its signals.

Additionally, it allows real-time diagnostics and monitoring from a single point. The use of PLC controllers in railway automation is an innovative and promising solution, with potential for future integration with real-time monitoring and IoT technologies. The S7-200 PLC model has been evaluated as the most optimal choice for this system. Future recommendations include integrating real-time monitoring capabilities with IoT technologies.

References

- [1] Soroko, V. I. Railway Automation and Telemechanics Equipment: Reference Book (in 2 volumes), Vol. 2. – 3rd ed. / V.I. Soroko, E.N. Rozenberg – Moscow: NPF "Planeta", 2000. – 1008 pages.
- [2] Azizov Asadulla, Ametova E.K. "Muhammad al-Khwarizmi's Descendants" – Microprocessor-Based Control Unit for Signal Lights at Stations, 2023, pp. 116-122.
- [3] "Science and Technology in the Modern World", Issue 18(25), 2024 – Microprocessor Block for Controlling Single Maneuvering Signals in the Railway Automation and Telemechanics System, J. Qudratov, 2024, pp. 73-76. DOI:org/10.5281/zenodo.10897708.
- [4] ELTZA. KDR Relay: Technical Specifications and Application [Electronic resource]. – Available at: www.eltza.ru, open access. – Accessed: 14.03.2025.
- [5] Siemens. "S7-1500 Programmable Logic Controller Manual." Siemens AG, 2024.
- [6] [6] Siemens. "S7-1200 Programmable Logic Controller Guide." Siemens AG, 2024.
- [7] Siemens. "S7-400 Programmable Logic Controller Manual." Siemens AG, 2024.
- [8] Siemens. "S7-200 Programmable Logic Controller Guide." Siemens AG, 2022.
- [9] "Developing of the HMI microprocessor control unit for single shunting traffic lights", Ametova E.K., Qudratov J.B., 2024, 87-94-betlar.
- [10] Qudratov, J.B. "Modern Approaches to Controlling Maneuvering Signal Lights", ZDIFT 0320 Journal, 2024.

Information about the authors

Ametova Elnara	Tashkent State Transport University, PhD in Technical Sciences, Associate Professor "Automation and Telemechanics" department E-mail: elnara.ametova.84@mail.ru Phone: +998909758882 https://orcid.org/0000-0003-0872-3599
Kudratov Javohir	Tashkent State Transport University, doctoral student, "Automation and Telemechanics" department E-mail: java96_96@mail.ru Phone: +998944497799 https://orcid.org/0009-0005-3573-9811



Review of models of reading warehouse goods for the purpose of their monitoring in autonomous modes of operation

B.Sh. Karimova¹ 

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article discusses a model for reading goods in a warehouse for the purpose of monitoring them in autonomous operating modes. The relevance of the topic is driven by the need to enhance the efficiency of warehouse process management and minimize errors amid growing trade volumes. The proposed model is based on the integration of RFID, IoT and blockchain technologies for automatic identification of goods, data collection and analysis in real time. Special attention is paid to the system's autonomy, including the use of embedded algorithms for data processing and decision-making without constant connection to a central server. The article also examines the limitations of the model, such as high implementation costs and integration complexities, and proposes ways to overcome them, including phased implementation and the use of hybrid solutions.

Keywords: warehouse logistics, product monitoring, autonomous modes, RFID, barcodes, IoT, automation, inventory management, data processing, reading model, cloud technologies, blockchain, artificial intelligence.

Обзор моделей считывания товаров склада с целью их мониторинга при автономных режимах функционирования

Каримова Б.Ш.¹ 

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В данной статье рассматривается модель считывания товаров на складе с целью их мониторинга в автономных режимах функционирования. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения эффективности управления складскими процессами и минимизации ошибок в условиях растущих объёмов товарооборота. Предложенная модель основывается на интеграции технологий RFID, IoT и блокчейна для автоматической идентификации товаров, сбора и анализа данных в реальном времени. Особое внимание уделяется вопросам автономности системы, включая использование встроенных алгоритмов обработки данных и принятия решений без постоянного подключения к центральному серверу. В статье также анализируются ограничения модели, такие как высокая стоимость внедрения и сложности интеграции, и предлагаются пути их преодоления, включая поэтапное внедрение и использование гибридных решений.

Ключевые слова: складская логистика, мониторинг товаров, автономные режимы, RFID, штрих-коды, IoT, автоматизация, инвентаризация, обработка данных, модель считывания, облачные технологии, блокчейн, искусственный интеллект

1. Введение

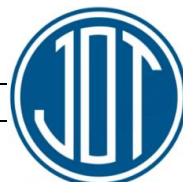
Эффективное управление складскими процессами становится всё более актуальным в условиях глобализации и роста объёмов товарооборота [1]. Современные склады сталкиваются с рядом сложных задач, включая необходимость оперативной инвентаризации, контроля условий хранения и минимизации ошибок при учёте товаров [5]. В условиях высокой конкуренции компании стремятся максимально автоматизировать складские операции для сокращения издержек и повышения точности данных. Именно поэтому автоматизация учёта и мониторинга товаров приобретает ключевое значение для предприятий различных отраслей.

Традиционные методы управления складом, основанные на ручном вводе данных и использовании

бумажных носителей, уже не могут обеспечить необходимый уровень эффективности и точности. Они требуют значительных временных и трудовых ресурсов, что неизбежно приводит к увеличению затрат и снижению конкурентоспособности компаний. Внедрение автоматизированных систем учёта, основанных на использовании RFID (Radio Frequency Identification), штрих-кодов и технологий IoT (Интернет вещей), позволяет значительно улучшить контроль за перемещением товаров, минимизировать количество ошибок и ускорить процесс инвентаризации [2][3][4].

Предложенная в данной статье модель считывания товаров на складе представляет собой интеграцию технологий RFID, IoT и блокчейна. Она обеспечивает не только автоматическую идентификацию товаров и сбор данных в реальном времени, но и их безопасное хранение и передачу. Применение блокчейн-технологий

 <https://orcid.org/0009-0009-2038-7154>



позволяет гарантировать неизменность данных и защиту от несанкционированного доступа, что становится всё более актуальным в условиях роста числа киберугроз [6].

Кроме того, в статье рассматриваются алгоритмы машинного обучения и аналитики, которые применяются для обработки больших объёмов данных, получаемых от сенсоров и устройств [7]. Использование предиктивной аналитики позволяет прогнозировать спрос, оптимизировать управление запасами и выявлять возможные отклонения в работе склада ещё до того, как они приведут к значительным потерям [12]. Например, алгоритмы анализа временных рядов могут предсказывать пики спроса на определённые товары, позволяя своевременно пополнять запасы и избегать дефицита.

Несмотря на очевидные преимущества предложенной модели, существуют и определённые ограничения, связанные с высокой стоимостью внедрения, сложностью настройки и интеграции различных технологий [8]. В статье подробно рассматриваются как преимущества, так и недостатки модели, а также предлагаются пути их преодоления. В частности, обсуждаются возможности поэтапного внедрения, использование гибридных решений (например, совмещение RFID и штрих-кодов) и привлечение сторонних специалистов для настройки и поддержки системы [9].

Таким образом, целью данной статьи является всесторонний анализ модели считывания товаров на складе с учётом её структуры, алгоритмов и методов, а также рассмотрение возможностей и перспектив её применения в условиях автономных режимов функционирования [10]. В перспективе внедрение таких решений позволит существенно повысить эффективность управления складскими процессами, снизить операционные издержки и обеспечить высокий уровень удовлетворённости клиентов за счёт сокращения сроков обработки заказов и минимизации ошибок.

2. Методология исследования

Технологии мониторинга и их роль

Современные технологии мониторинга играют ключевую роль в обеспечении эффективного управления складскими процессами. Среди наиболее распространенных технологий выделяются *RFID* (*Radio Frequency Identification*), *штрих-коды* и *IoT* (*Интернет вещей*). Каждая из этих технологий имеет свои преимущества и ограничения, что делает их применение целесообразным в зависимости от конкретных условий и задач склада [2].

1. RFID-технология:

RFID позволяет считывать данные о товарах на расстоянии без необходимости прямого визуального контакта. Это особенно важно для крупных складов с высоким оборотом товаров. Система RFID состоит из меток, антенн и считывателей, которые взаимодействуют через радиосигналы. Применение RFID обеспечивает:

- **Высокую скорость инвентаризации:** Возможность одновременного считывания данных с множества товаров.

- **Минимизацию ошибок:** Исключает необходимость ручного ввода данных.
- **Автономность:** Считыватели могут работать в автономных режимах, передавая данные в облачные системы для анализа.

2. Штрих-коды:

Несмотря на распространение более сложных технологий, штрих-коды остаются популярным и экономичным решением. Их основное преимущество — низкая стоимость внедрения и простота использования. Однако необходимость прямой видимости и ограниченные объёмы данных на метке являются существенными ограничениями.

3. IoT (Интернет вещей):

IoT-устройства включают в себя сенсоры, камеры и контроллеры, которые обеспечивают непрерывный мониторинг условий хранения товаров: температуры, влажности и других параметров. Преимущество IoT:

- **Мониторинг в реальном времени:** Передача данных на облачные платформы для оперативного анализа.
- **Аналитика и прогнозирование:** Сбор данных позволяет выявлять закономерности и прогнозировать потребности в запасах.
- **Интеграция с ERP и WMS-системами:** IoT позволяет автоматизировать многие процессы на складе и оперативно обновлять данные в учетных системах.

4. Блокчейн для безопасности данных:

Внедрение блокчейн-технологий позволяет повысить безопасность и прозрачность обмена данными между различными звеньями цепочки поставок. Блокчейн обеспечивает неизменность и защищенность записей, что снижает риск мошенничества и ошибок. Интеграция различных технологий мониторинга позволяет существенно повысить эффективность управления складскими процессами, минимизировать риски и снизить операционные издержки. Однако выбор конкретных решений должен учитывать специфику склада и финансовые возможности компании.

Модель считывания товаров: структура, алгоритмы и методы

Предложенная модель основана на интеграции RFID и IoT-технологий для обеспечения непрерывного мониторинга товаров. Система включает в себя датчики, контроллеры, облачные платформы и алгоритмы машинного обучения для анализа собранных данных. Использование методов классификации и кластеризации позволяет выявлять отклонения в состоянии запасов и оптимизировать процессы инвентаризации. Применение блокчейн-технологий рассматривается как перспективное направление для повышения безопасности и прозрачности обмена данными.

Автономные режимы функционирования: преимущества и вызовы

Автономные режимы функционирования позволяют системе продолжать работу при отсутствии подключения к центральному серверу, что особенно важно в условиях удалённых складов. Локальная обработка данных, использование встроенных алгоритмов принятия решений и резервные системы



хранения информации обеспечивают устойчивость и надёжность работы системы. Однако такие режимы требуют более сложной настройки и значительных ресурсов на этапе внедрения [11].

Преимущества предложенной модели

1. Высокая скорость и точность инвентаризации.
2. Снижение человеческого фактора и ошибок при учёте.
3. Возможность интеграции с ERP и WMS-системами.
4. Повышение безопасности данных за счёт использования блокчейн-технологий.
5. Эффективное управление запасами и сокращение операционных издержек.

Ограничения и пути их преодоления

Несмотря на значительные преимущества, предложенная модель имеет и свои ограничения: высокая стоимость внедрения RFID-систем, сложность настройки IoT-устройств и необходимость в квалифицированных специалистах. В статье предложены пути оптимизации, включая использование гибридных технологий (RFID + штрих-коды) и поэтапное внедрение системы.

Практическая реализация и анализ результатов

Апробация предложенной модели на реальных складах показала улучшение показателей инвентаризации на 85–90%, а также снижение времени простоя на 30%. Анализ данных подтвердил целесообразность использования автономных режимов в условиях крупных распределительных центров. Примеры успешного внедрения системы в логистических компаниях свидетельствуют о её высокой эффективности [13].

3. Заключение

Анализ предложенной модели показал, что интеграция RFID и IoT-технологий в сочетании с автономными режимами функционирования обеспечивает высокую точность и оперативность мониторинга товаров на складе. В дальнейшем планируется исследование возможностей использования искусственного интеллекта и предиктивной аналитики для дальнейшего улучшения показателей системы.

Использованная литература / References

[1] Гришин А. В. Системы управления складскими процессами: теория и практика. — Москва: Инфра-М, 2022.

[2] Иванов Д. В., Петров С. Н. RFID технологии в логистике: перспективы и ограничения. // Логистика и управление цепями поставок. — 2021. — №3. — С. 45–58.

[3] Сидоров К. А. Интернет вещей на складе: от теории к практике. — Санкт-Петербург: Питер, 2023.

[4] Brown M., Lee J. IoT-based Warehouse Management Systems: Challenges and Opportunities. // International Journal of Logistics Research. — 2022. — Vol. 35, No. 4. — P. 112–130.

[5] Шестаков В. Н. Автоматизация складских операций: технологии и оборудование. — Москва: Альфа-Пресс, 2021.

[6] Johnson P., Smith R. Blockchain for Supply Chain Transparency. // Journal of Supply Chain Management. — 2023. — Vol. 41, No. 2. — P. 78–92.

[7] Кузнецов А. И. Машинное обучение в управлении запасами: алгоритмы и методы. — Новосибирск: Наука, 2022.

[8] Müller T. Autonomous Systems in Logistics: RFID and IoT Integration. // Logistics and Transport. — 2023. — Vol. 28, No. 3. — P. 150–165.

[9] Волков И. П., Ефимов С. Л. Беспроводные технологии и их применение на складе. // Технологии и средства автоматизации. — 2021. — №5. — С. 33–48.

[10] Chen Y., Wang X. Edge Computing for Real-time Warehouse Monitoring. // IEEE Transactions on Industrial Informatics. — 2023. — Vol. 19, No. 1. — P. 55–70.

[11] Фролов М. С. Проблемы и перспективы внедрения IoT на складе. — Казань: Инновации и технологии, 2022.

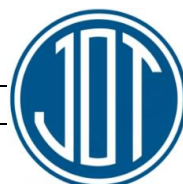
[12] Garcia M. Predictive Analytics in Inventory Management. // Journal of Operational Research. — 2022. — Vol. 20, No. 3. — P. 99–115.

[13] Попов А. В. Кибербезопасность в системах мониторинга товаров. — Екатеринбург: Технопарк, 2023.

Информация об авторах/ Information about the authors

Каримова
Бекзода
Шухрат кизи /
Karimova
Bekzoda
Shuhrat kizi

Ташкентский государственный
транспортный университет,
факультет “Информационные
технологии”, магистрант
E-mail: bekrasul.ru@gmail.com
Тел.: +998903501372
<https://orcid.org/0009-0009-2038-7154>



Improving the efficiency of local public transport based on international experience

G.E. Pulatova¹ ^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: As the city of Tashkent continues to develop and transform into a major metropolis, traffic congestion is increasing, leading to a growing demand for an efficient public transportation system. This situation highlights the necessity of improving urban transport infrastructure and optimizing passenger mobility. This article analyzes the experience of developed countries in planning, managing, and enhancing the efficiency of public transportation. Specifically, it examines successful practices in developing transport infrastructure, managing passenger flows, implementing environmentally friendly transport solutions, and integrating modern digital technologies to improve passenger services. Furthermore, the study explores the possibilities of adapting and implementing international best practices in the context of our country. The article discusses prospects for improving the efficiency of the transport system, enhancing passenger convenience, and reducing environmental impact by utilizing global expertise. The findings of this research could contribute to the development of a sustainable and effective public transport system in Uzbekistan's urban areas in the future.

Keywords: public transportation, international experience, managerial activities, service quality, passenger flow management

Xalqaro tajriba asosida mahalliy jamoat transporti samaradorligini oshirish

Pulatova G.E.¹ ^a

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Toshkent shahri jadal rivojlanib, yirik megapolisga aylanib borayotganligi sababli, shaharda avtomobil harakati tobora zichlashib, tirbandlik muammosi keskinlashmoqda. Bu esa jamoat transportiga bo'lgan talabning ortishiga va samarali transport tizimini tashkil etish zaruriyatining yuzaga kelishiga olib kelmoqda. Ushbu maqolada rivojlangan xorijiy davlatlarning jamoat transportini rejalashtirish, boshqarish va samaradorligini oshirish borasidagi ilg'or tajribasi tahlil qilingan. Xususan, transport infratuzilmasini rivojlantirish, yo'lovchi oqimlarini boshqarish, ekologik toza transport turlarini joriy etish hamda zamonaviy raqamli texnologiyalar asosida yo'lovchilarga xizmat ko'rsatish bo'yicha amalga oshirilgan muvaffaqiyatli tajribalar o'rganilgan. Shuningdek, maqolada xalqaro tajribani o'rganish orqali mamlakatimiz sharoitida uni moslashtirish va joriy etish imkoniyatlari tahlil qilingan. Transport tizimining samaradorligini oshirish, yo'lovchilarga qulaylik yaratish va atrof-muhitga ta'sirini kamaytirish bo'yicha xorijiy tajribadan foydalanish istiqbollari ko'rib chiqilgan. Mazkur tadqiqot natijalari kelajakda O'zbekiston shaharlarida barqaror va samarali jamoat transport tizimini shakllantirishga hissa qo'shishi mumkin.

Kalit so'zlar: jamoat transporti, xalqaro tajriba, boshqaruv faoliyati, xizmatlar sifati, yo'lovchilar oqimini boshqarish

1. Kirish

Transport infratuzilmasi xususiyatlari muayyan transport infratuzilmasi ob'ekting xususiyatlariga bog'liq va ushbu ob'ektga ta'sir qiluvchi turli omillar bilan belgilanadi. Mintaqaning transport infratuzilmasi xususiyatlarining nazariy tahlili shuni ko'rsatdiki, bu muammoga kompleks yondashish zarur, chunki infratuzilma tushunchasi juda keng va butun transport jarayoniga ta'sir qiladi. Ko'plab mamlakatlar transport va hududiy rivojlanish barqaror rivojlanish tamoyillariga muvofiq amalga oshirilishi kerakligini anglab yetmoqda, bu esa o'z navbatida taraqqiyotni tushunishga konsensus yondashuv sifatida

qaralmoqda. Bunda asosiy e'tibor tovar va xizmatlar ishlab chiqarishni ko'paytirishga emas, balki hayot sifatini oshirish, shahar tizimlarining hayotiyiligini saqlash va inson salohiyatini rivojlantirish uchun sharoit yaratishga qaratilmoqda. Transportni rivojlantirishga odamlarga yo'naltirilgan yondashuv qo'llaniladi, bunda transport xizmatlari sifatiga, yo'lga sarflanadigan vaqtni tejashga, barcha toifadagi aholi uchun transportdan foydalanish imkoniyatiga alohida e'tibor qaratiladi.

Transport tizimi mamlakat iqtisodiyotini tashkil etuvchi soha, mamlakat yaxlitligi va xavfsizligining eng muhim omilidir. Jahon tendensiyasiga e'tibor qaratsak yo'lovchi tashish hajmining 25 foizigacha bo'lgan qismini jamoat

 <https://orcid.org/0009-0006-6358-624X>



transporti amalga oshirib, aholiga transport xizmati ko'rsatishda muhim o'rin tutadi. Katta shaharlarda jamoat transporti juda muhim ahamiyatga ega. Vashingtonda aholining 15 foizi jamoat transportidan foydalanadi. Barcha rivojlangan mamlakatlarda jamoat transporti daromadsizdir. Jamoat transportidan real daromad Shveysariyada 72%, Buyuk Britaniyada 68%, Germaniyada 60%, Avstriyada 48%, Fransiya 43%, Shveysariyada 40%, AQSHda 97%, Italiyada 30%,

Niderlandiyada 22% tashkil etadi. Bu mamlakatlardagi transport siyosati uning ijtimoiy ahamiyatini hisobga oladi. Arzonlashtirilgan tariflar yoki imtiyozlarni belgilash jamoat transportidan foydalanishda, birinchi navbatda, kam daromadli yo'lovchilar uchun qulay bo'lish maqsadi bilan bog'liq. Bu mamlakatlar byudjetlariga tushumlar soliqning turli turlari bo'yicha shakllanadi: mol-mulk solig'i, ish haqi, daromad solig'i, avtotransport vositalariga egalik huquqi va boshqalar. Lekin soliq tushumlarini jamoat transportini rivojlantirishga yo'naltirish shakllari turli mamlakatlarda sezilarli darajada farqlanadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Xorijiy olimlarning jamoat transportini rivojlantirish bo'yicha olib borgan ishlarini tahlil qilar ekanmiz turli yurt olimlarining turli yondashuvlarini ko'rishimiz mumkin. Hususan rossiyalik olim M.V.Fyodorova ilmiy ishini maqsadi yuqori tezlikdagi shahar transportini rivojlantirish strategiyasining ijtimoiy samaradorligini baholash ko'rsatkichlari tizimini ishlab chiqishdan iborat bo'lgan. Ijtimoiy samaradorlikni baholashning mavjud usullarini o'rganib, kamchilik va afzalliklarini tahlil qilib o'tgan [1].

A.V.Cheryapina va N.M.Purinalar jamoat transport infratuzilmasi xususiyatlari muayyan transport infratuzilmasi ob'ektlarining xususiyatlariga bog'liq va ushbu ob'ektga ta'sir qiluvchi turli omillar ta'siri bilan belgilanishini ta'kidlaydi. Mintaqaning transport infratuzilmasi xususiyatlarining nazariy tahlili shuni ko'rsatdiki, bu muammoga kompleks yondashish zarur, chunki infratuzilma tushunchasi juda keng va butun transport jarayoniga ta'sir qilishini asoslab o'tishgan. Transport infratuzilmasini samarali boshqarish uchun transport infratuzilmasi ob'ektlarining xususiyatlariga e'tibor qaratish va ushbu ob'ektlarga ta'sir qiluvchi tashqi omillarni hisobga olish kerakligini keltirib o'tishgan. Yevropa mamlakatlarida transport infratuzilmasini boshqarish tajribasini ko'rib chiqib, Germaniyada transport infratuzilmasini boshqarish tajribasini tahlil qilib berishgan [2].

A.A. Guskov va N.Yu. Zalukayevlar jamoat transportida yo'lovchi tashishni tashkil etish muammolarini ko'rib chiqishadi. Jamoat transportining samarasiz ishlashining sabablari, shuningdek, bunga ta'sir etuvchi omillarni alohida o'rganishadi. Tashish jarayonida axborot texnologiyalari tizimlari va texnologiyalaridan yetarli darajada foydalanilmayotganligini tanqidiy ko'rib chiqishadi. Jamoat transportiga ta'sir etuvchi omillar tahlil etib o'tilgan. Har bir omilga uning ahamiyati va jamoat yo'lovchi transporti harakati samaradorligi hamda xavfsizligiga ta'siridan kelib chiqqan holda koeffitsienti belgilab berishgan [3].

Yu.X.Guketlev "Shahar jamoat transportini rivojlantirishda xorij tajribasi" nomli ilmiy asarida shahar jamoat transportini rivojlantirish bo'yicha xorijiy tajribasini

tahlil qilib o'tgan. Jamoat transportida tashishni tashkil etishni davlat tomonidan tartibga solish usullari, jamoat transport tizimini uyg'un rivojlantirish hamda uning shaharsozlik va transport xususiyatlarini yaxshilash imkoniyatlari o'rganib o'tilgan [4].

Jamoat transporti bo'yicha ekspertlar tomonidan ko'rib chiqilgan maqolalarni aniqlab, saralab va tahlil qilishni o'z ichiga olgan. Elsevier, Google Scholar va Science Direct kabi ma'lumotlar bazalaridan foydalanilgan. Xorijiy va mahalliy olimlarning ilmiy ishlarini tahlil qilish orqali, xorij tajribasini mamlakatimizda qo'llash imkoniyati taklif etilgan.

3. Natija va tahlillar

Yo'lovchilarning qulaylikka bo'lgan talabini ortishi hamda raqobat sharoiti jamoat transportida xizmat ko'rsatuvchi korxonalardan raqobatbardosh bo'lish zaruratini paydo qiladi. Bunday sharoitda korxonalar albatta aniq maqsad va reja asosida faoliyat yuritishlari lozim bo'ladi. Maqsadlarga erishishda strategik reja muhim sanaladi. Korxona strategik rejasini ishlab chiqishda quyidagi vazifalarni o'z oldiga qo'yishi lozim:

1. Aholi uchun tezkor va ishonchli jamoat transport tizimini shakllantirish orqali, shahar transport infratuzilmasini takomillashtirishda munosib ishtirok etish;
2. Ekologik toza yangi transport turlarini joriy etish yoki mavjudlarini takomillashtirish;

3. Yo'nalish marshrutlarini optimal shahar transport oqimini boshqarishni takomillashtirishda munosib ishtirok etish;

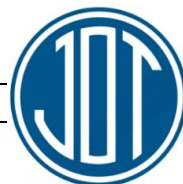
4. Korxona ishchi-xodimlarini doimiy malakasini oshirish orqali shahar transport xavfsizligini oshirish;

5. Turli zamonaviy texnik, marketing va iqtisodiy yechimlardan foydalangan holda moliyaviy imkoniyatlarni kengaytirish.

Ushbu vazifalarni amalga oshirish orqali jamoat transport xizmatini ko'rsatuvchi korxona faoliyati samaradorligini oshishiga erishiladi. Albatta ushbu vazifalarni birdaniga hammasini amalga oshirish imkonini beruvchi yagona yechimlar mavjud emas. Lekin jahon tajribasida ushbu vazifalarni hal qilishda zamonaviy texnik, marketing va iqtisodiy yechimlardan strategik rejalashtirishda foydalanayotgan bir qancha asosiy yo'nalishlarni ajratib ko'rsatishimiz mumkin.

AQSH, Yevropa mamlakatlari o'tgan asrning o'rtalaridan boshlab shaxsiy "Avtomobil" ni rag'batlantirish siyosati xato ekanligini tushunib yetishadi. Ushbu mamlakatlarda quvvati yuqori bo'lgan avtomobil yo'llari tarmog'i mavjudligiga qaramasdan tirbandlikdan tortib, ekologik muammolarga duch keldi. Hozirgi kunda katta shaharlarda aholi va uning shaxsiy avtomobillar soni oshishi natijasida shahar yo'l tarmog'ini qanchalik rivojlantirilmasin, qo'yilayotgan talabga javob bera olmasligini ko'rsatdi. Bunday vaziyatda esa shahar infratuzilmasini rivojlantirishda jamoat transport tizimini takomillashtirish eng optimal yechim ekanligini ma'lum bo'ldi.

Bu borada Germaniya davlati bir qator ishlarni amalga oshirgan. Jumladan, transport tizimini boshqarish Transport vazirligi tomonidan amalga oshiriladi hamda shaharlar infratuzilmasini rivojlantirish bo'yicha strategik rejalarni ishlab chiqishga mas'ul hisoblanadi. Berlin shahrida yo'l harakatini markazlashtirilgan boshqarish tizimi mavjud.



Uning asosiy vazifasi tirbandlikni tahlil qilish, marshrutlarni rejalashtirish va raqamli texnologiyalar yordamida shahar harakatini nazorat qilish hisoblanadi [5].

Shuningdek, Germaniya Federativ Respublikasida ikki shahar jamoat transportini rivojlantirish bo'yicha hamkorlikda strategik reja ishlab chiqish tajribasi ham mavjud bo'lib, hududlarni kengayishini inobatga olgan holda 10 yillik strategiya ishlab chiqiladi ba qonun maqomiga ega bo'ladi. Misol tariqasida Berlin va Brandenburg shaharlarini olish mumkin. Shaharlarni transport tarmog'ini rivojlantirish, ehtiyojdan kelib chiqqan holda shaharning alohida zonalarini moliyalashtirish va ikki shahar o'rtasida markaziy transport uzellari tizimini yaratish kabi qator massalar strategik rejaning asosiy yo'nalishlari sifatida belgilangan [6].

Kanada davlatini tajribasida jamoat transportini rivojlantirish strategiyasini ishlab chiqishda majmuaviy yondashuvdan foydalandi. Ya'ni Vankuver shahri jamoat transportini rivojlantirish strategiyasini ishlab chiqishda jamoat transportini tashkil qilishda ishtirok etuvchilar shahar hokimliklari organlari, xo'jalik yurituvchi subyektlar, biznes vakillari, jamoat tashkilotlari hamkorligi ta'minlanadi. Strategiya 30 yilga mo'ljallangan bo'lib, xar 5 yilda uning bajarilish holatiga ko'ra tuzatishlar kiritiladi hamda jamoatchilik muhokamasidan o'tkaziladi. Strategiyani asosiy maqsadi qilib shaharni majmuaviy holda rivojlantirish, jamoat transporti integratsiyasi hamda atrof-muhit muhofazasi belgilangan. Ushbu yondashuvni afzalligi strategik qaror qabul qilishda shahar aholisini maksimal jalb qilish bo'lsa, kamchiligi jarayon murakkabligi, qarorlarni muvofiqlashtirish ko'p vaqt talab qilishidir [6].

Xitoy davlatining Shanxay va Pekin shaharlari metro, avtobus va tezyurur magistral yo'llarini integratsiyasi yuqori darajada rivojlangan transport tizimiga egaligi bilan ajralib turadi. Pekinda jamoat transportini rivojlantirishda asosiy e'tiborni yer osti tunnellari va shaxsiy transport vositalaridan foydalanishni cheklashga qaratilgan. Janubiy Koreya davlatining Seul shahri ham transport tirbandligi bilan bog'liq jiddiy muammolarga strategik yechim sifatida avtobus qatnovida keng qamrovli islohot o'tkazgan. Jumladan avtobuslar qatnovini samarali tashkil etish maqsadida GPS monitoringi tizimini joriy qilgan, yo'nalishlarni tirbandlik darajasidan kelib chiqib avtomatlashtirilgan boshqarish tizimini va maxsus ajratilgan avtobus yo'laklarini joriy qilgan. Bu tirbandliklar sonini kamaytirishga, yo'lovchilar xavfsizligini oshirishga va atrof-muhit ifloslanishini kamaytirishga olib keladi [7].

Parij shahrida "Île-de-France Mobilités" tizmi joriy qilingan bo'lib, tizim orqali barcha transport turlarini, shu jumladan metro, avtobuslar, shaharlararo poyezdlar va velosipedlar harakati muvofiqlashtiriladi. Tizimning muvaffaqiyati shundaki transport oqimlari va moliyalashtirishni yagona boshqarish usulidan foydalanishdir. Bu esa transportning ishonchiligi va sifatini ta'minlash imkonini beradi. Istanbul shahrida jamoat transportini takomillashtirish maqsadida shahar aglomeratsiyasini boshqarish bo'yicha yagona agentlik tashkil etilgan. Ushbu agentlik orqali yo'l infratuzilmasi, jamoat transporti va to'xtash joylarini muvofiqlashtirish amalga oshiriladi. Gamburg shahrida uzoq muddatli byudjetlashtirish tamoyili amal qiladi. Asosiy mablag' soliq tushumlari va infratuzilmadan foydalanganligi uchun to'lovlari hisobidan amalga oshiriladi, bu esa shahar transport tizimini moliyaviy jihatdan barqarorligi ta'minlashga yordam beradi. Shu ta'kidlash lozimki, London

va Milan shaharlarida tirbandliklarni oldi olish hamda jamoat transportini jozibadorligini oshirish maqsadida shahar markaziga shaxsiy avtomobillarda kirishni pullik qilib qo'yilgan. Bundan tashqari Londonda yagona multimodal tarif va chiptalarni sotish tizimini joriy etilgan bo'lib, yalpi xarajat shartnomalari tizimidan foydalaniladi.

Avstraliya davlati Melburn shahri 1990-yillarda dunyoda yashash uchun eng qulay shahar maqomni saqlab qolish uchun "Katta Melburn rivojlanish strategiya"sini ishlab chiqdi. Ushbu strategiyani asosiy elementi sifatida jamoat transporti bilan integratsiyalashgan qulay piyodalar yo'nalishlarini shakllantirildi. Natijada shahar markazi aholi va sayyohlar uchun yanada jozibadorlik va jamoat transporti tizimi samaradorligi oshdi. Kuritiba (Braziliya) dunyoda birinchi bo'lib yo'lining qatnov qismidan ajratilgan avtobus liniyasiga (avtobus tirbandliklarga tushish ehtimoli minimal darajada), zamonaviy bet majmuasiga (yo'lovchilar transport vositasiga chiqishdan oldin yo'l kira haqini to'laydi) asosida tez yurar avtobus transporti, ya'ni "Metrobus" tizimini joriy etdi. Natijada, aholini jamoat transportida ishga borish xajmi 65% oshdi, Kuritiba shahri Braziliyaning boshqa shaharlariga nisbatan benzin iste'molni 30% qisqartirishga erishdi. Hozirgi kunda ushbu transport turi bir kunda o'rtacha 2 million yo'lovchi tashiydi [8].

Kolumbiyaning poytaxti Bogota shahrida ham xuddi shunday tajriba qo'llanilgan. 1990-yillarda Bogotada transport muammolari, ya'ni avtobuslar qatnovi betartibli, juda katta tirbandliklar, yo'lovchilarga xizmat ko'rsatish sifati pastligi kabi muammolar mavjud edi. Shu sababli shahar rahbariyati (sobiq mer Enrike Penalosa yetakchiligida) 1998-yillardan boshlab mavjud jamoat transportini tubdan isloh qilishga kirishadi va TransMilenioning birinchi koridori 2000-yilning oxirlarida ishga Tushirildi. Yuqorida ta'kidlaganimizdek ushbu tizim alohida ajratilgan avtobus yo'laklariga ega bo'lib, bu yo'larda boshqa transport harakatlanmaydi, natijada avtobuslar tezkor harakatlanishi ta'minlanadi. Tizim trunk (asosiy magistral) koridorlari va ularga bog'langan feeder (shahar atrofidagi mahalla-marshruti) avtobuslaridan tashkil topgan. Trunk yo'lda yirik, yuqori sig'imli qizil avtobuslar qatnaydi, feeder esa yashil yoki boshqa rangdagi o'rta sig'imli avtobuslardan iborat bo'lib, shaharning chekka hududlaridan odamlarni trunk koridorlaridagi stansiyalarga tashish uchun xizmat qiladi. TransMilenio stansiyalari turniketlar, to'lov tizimi va yo'lovchilarni avtobusga navbat bilan chiqaradigan platformalar bilan jihozlangan. Yo'lovchilar oldindan elektron kartalar yoki maxsus transport kartalari orqali to'laydilar. Stansiyaga kirish paytida turniketlardan o'tish uchun kartada yetarlicha mablag' bo'lishi talab etiladi. Shundan so'ng, bitta to'lov bilan stansiyalar ichida istalgan trunk avtobusiga o'tish yoki ayrim chiziqlarda bepul almashish mumkin [9].

4. Xulosa

Yuqoridagilardan xulosa qiladigan bo'lsak Yevropa tajribasi shuni kursatadiki transport tizimini rejalashtirishda shaxsiy transport vositalaridan jamoat transportiga ustunlik berish tamoyiliga amal qilindi. Bu esa tirbandliklardan bir muncha xalos bo'lishga, ekologiyaga chiqayotgan zararli moddalarni kamaytirishga hamda bularni natijasida xorijiy turistlarni oqimini oshirishga erishishdi.



Osiyoning yirik va rivojlangan mamlakatlari tajribasini tahlil etsak bu yerda jamoat transporti turlari o'rtasida kommunikatsiya jarayonlariga katta e'tibor qaratilgan, qolaversa yirik shaharlarni bog'lovchi tezyurar transportlar bilan ta'minlangan. Singapur davlati bo'lsa tirbandlik muammosini jamaot transporti uchun alohida yo'laklar ajratish, real vaqtda jasoat transporti kelish vaqt hamda tirbandligini ko'rsatuvchi dasturlar taqdim etish orqali jamoat transporti jozibadorligini oshirishga erishgan.

Ushbu mamlakatlar tajribalarini o'rganish holda jamoat transportiga mamlakatimiz aholisi talabani, aholi orasida shakllangan qadriyatlarini, kelasi yillarda jamoat transportiga bo'lgan talabni inobatga olib ushbu tizimda faoliyat yurituvchi korxonalar strategik rejasini ishlab chiqishi, strategik rejaning samaradorligi ortishiga xizmat qiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] M.V.Fyodorova "Оценка общественной эффективности стратегии развития скоростного городского транспорта" // Transportation Systems and Technology. 2019;5(1):26-41.;
- [2] А.В.Черяпина, Н.М.Пурина "Зарубежный опыт управления транспортной инфраструктурой региона" // The Russian Automobile and Highway Industry Journal. Vol. 19, No. 5. 2022.;
- [3] А. А. Гуськов, Н. Ю. Залукаева "Методика информационно-технологической оценки работы общественного пассажирского транспорта" // Вестник СИБАДИ The Russian Automobile and Highway Industry Journal, Том 19, № 5. 2022 Vol. 19, No. 5. 2022;

[4] Ю.Х.Гукетлев "Зарубежный опыт развития городского пассажирского транспорта" // Transportation Systems and Technology. 2019;5(1);

[5] Обзор передового зарубежного опыта развития системы управления транспортом (elektron resurs — www.chisinau.md/public/files/anul_2017/consultari_public_e/.pdf);

[6] Международный опыт стратегического пространственного планирования городов/"Развитие креативных индустрий В Современном Мире" Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 27–30 апреля 2021 года, 9-14 ст.

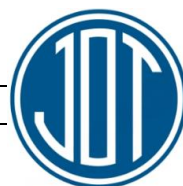
[7] Национальная концепция устойчивых городских транспортных систем – М.: Издательство "Алекс" (ИП Поликанин А.А.), 2013. – 192 с;

[8] Д.С. Дудаков "Проблемы транспортного планирования в условиях развития современного градостроительства" // АМИТ. 2016. №4 (37). 205-2016 с;

[9] <https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/152651/informacion-de-interes-de-transmilenio-sa/>

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

Pulatova	Toshkent davlat transport universiteti,
Gulchexra	"Korporativ boshqaruv" kafedrası
Erkinovna /	mustaqil izlanuvchisi
Pulatova	E-mail: pulatovag873@gmail.com
Gulchekhra	Tel: +99893-536-16-32
Erkinovna	https://orcid.org/0009-0006-6358-624X



Theoretical and experimental studies of the process of metal desulfurization using solid slag mixtures during the smelting of 20GL steel in an induction crucible furnace

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

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: When producing steel, the enterprise faces difficulties in removing sulfur from the melt. In turn, an increased sulfur content in the finished product leads to a decrease in the values of some mechanical properties. This work analyzes the desulfurization process of 20GL grade steel in an induction crucible furnace. The influence of sulfur on the impact toughness of steel and the factors influencing sulfur removal are considered. Calculated data and industrial melting data were obtained, the difference between these data was explained, and recommendations were made based on this data. The parameters of steel smelting technology, which determine the chemical composition and structure, are the main factors contributing to high mechanical properties.

Keywords: Steel desulfurization, steel deoxidation, non-metallic inclusions, alkaline earth metals, rare earth metals, solid slag mixtures, furnace lining, mechanical properties, impact toughness.

Теоретические и экспериментальные исследования процесса десульфурации металла с использованием твердых шлаковых смесей при выплавке стали 20ГЛ в индукционной тигельной печи

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

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: При производстве стали многие предприятия сталкиваются с трудностями по удалению серы из расплава. В свою очередь, повышенное содержание серы в готовой продукции приводит к пониженным значениям некоторых механических свойств. В данной работе проанализирован процесс десульфурации стали марки 20ГЛ в индукционной тигельной печи. Рассмотрены влияние серы на ударную вязкость стали и влияющие факторы на удаление серы. Получены расчетные данные и данные промышленных плавок, объяснены различия между этими данными, на основе которых даны рекомендации. Параметры технологии выплавки стали, которые определяют химический состав и структуру являются основными факторами, способствующими высоким механическим свойствам.

Ключевые слова: Десульфурация стали, раскисление стали, неметаллические включения, щелочноземельные металлы, твердые шлаковые смеси, футеровка печи, механические свойства, ударная вязкость

1. Введение

Основным видом деятельности АО “Литейно-механический завод” является производство деталей для железнодорожного транспорта. Основными деталями из них являются боковая рама и надрессорная балка, которые отливаются из стали марки 20ГЛ.

Для повышения качества стали 20ГЛ были проведены работы с применением легирования. Однако, легирование увеличивает прочность с уменьшением пластичности. Эта сталь должна обладать достаточной

пластичностью и ударной вязкостью. Также выплавка стали включает процессы рафинирования от вредных примесей, таких как кислород, сера, фосфор.

Боковая рама считается несущим элементом тележек вагонов. Боковая рама выдерживает статические и динамические вертикальные нагрузки (от веса вагона и груза, от ударов при прохождении неровностей пути) и продольные нагрузки (усилия тяги при равномерном движении состава, усилия при соударении вагонов), а также подвергается воздействию крутящего момента при вписывании вагонов в кривые. При этом основная

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

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



часть динамических вертикальных нагрузок носит циклический характер, и усталостная прочность боковых рам (способность длительно противостоять воздействию циклических нагрузений) является основной характеристикой их эксплуатационной надежности [1].

Рама боковая (рисунок 1(а)) и балка наддрессорная (рисунок 1(б)) являются основными деталями железнодорожного транспорта.



Рис. 1(а). Рама боковая



Рис. 1(б). Балка наддрессорная

Химический состав и механические свойства стали 20ГЛ по ГОСТ 32400-2013 приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Химический состав стали 20ГЛ, (% масс.)

C	Si	Mn	Al	P	S	Cr	Ni	Cu	Fe
0,17 - 0,25	0,30 - 0,50	1,10 - 1,40	0,020 - 0,060 (±0,005)	0,020 (±0,005)	0,020 (±0,005)	0,30	0,30	0,60	ост.
не более									

Таблица 2

Механические свойства стали 20ГЛ

Предел текучести, МПа	Временное сопротивление, МПа	Отн. удлинение, %	Отн. сужение, %	Ударная вязкость, KCV ⁻⁶⁰ , кДж/м ²
343	510	18	30	200
не менее				

2. Методология исследования

Отрицательное влияние серы на свойства стали определяется ее физико-химическим взаимодействием с железом, т.е. высокой растворимостью в жидком расплаве и весьма малой растворимостью в твердом альфа-железе. Температура плавления эвтектики Fe – FeS составляет 975 °С. Во время кристаллизации в междендритных пространствах расплав обогащается серой. Также сера влияет на свойства металла через сульфидные включения, образующиеся как последствия металлургических процессов связывания серы в соединения, более прочные, чем FeS [2].

При охлаждении стали образуются сульфиды за счет уменьшения растворимости серы. В основном образуются сульфиды железа (FeS) и сульфиды марганца (MnS), также сера образует сульфиды других элементов. Сульфид железа имеет температуру плавления 1188°С, однако в металле образуется легкоплавкая эвтектика с температурой плавления 988°С. При высоких температурах эвтектика расплавляется, что приводит к красноломкости стали. Даже относительно низкое содержание серы в металле может приводить к уменьшению механических и технологических свойств за счет склонности к ликвации [3].

Во время кристаллизации и охлаждения стали сера выделяется из раствора в виде включений сульфидов

или оксисульфидов FeS-FeO вследствие понижения растворимости. Так как выделение этих включений происходит в конце затвердевания, то они распределяются по границам зерен уже образовавшихся кристаллов, ослабляя их связь, за счет чего ухудшаются свойства металла.

При комнатной и близких к ней температурах включения сульфидов понижают механические свойства стали – пластичность, ударную вязкость [2].

На рисунке 2 показано влияние серы и фосфора на ударную вязкость стали.

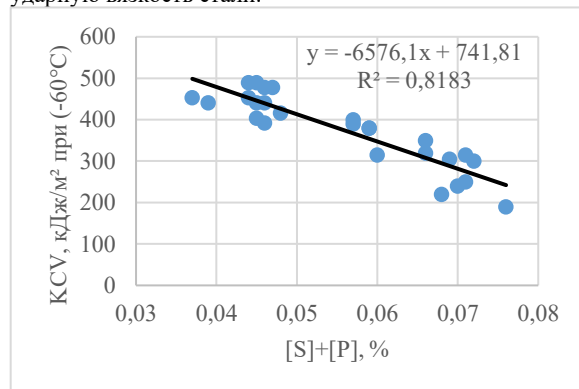
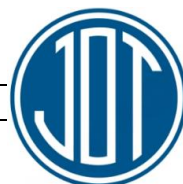


Рис. 2. Зависимость влияния суммарного содержания вредных примесей на ударную вязкость стали (фактические данные)

Как видно из экспериментальных данных, с увеличением содержания серы в стали заметно уменьшается ударная вязкость. Поэтому сталь с высокой ударной вязкостью можно получить снижением содержания серы до низких уровней. На рисунке 3 показано влияние содержания алюминия на ударную вязкость стали.



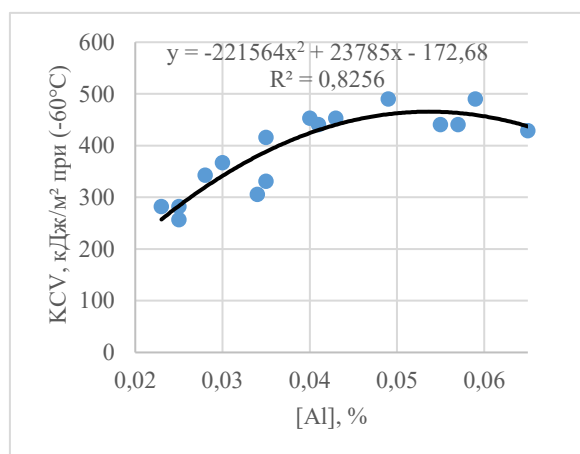


Рис. 3. Зависимость влияния алюминия на ударную вязкость стали (фактические данные)

Из рисунка 3 видно, что с увеличением содержания алюминия растет уровень ударной вязкости. Это можно объяснить тем, что алюминий взаимодействует с кислородом и азотом, снижая их содержания в твердом растворе. Так как, азот и кислород находятся в твердом растворе и при охлаждении уменьшаются их растворимость, образуя хрупкие фазы в виде оксидов и нитридов по границам зерен, тормозящих рост зерен.

Выделение избыточного алюминия по границам зерен с образованием неметаллических включений влияет на механические свойства. Образующие сегрегации вызывают межзеренное охрупчивание, приводящее к снижению ударной вязкости [4].

В сталях, раскисленных алюминием, сульфидные включения, выделяясь по границам первичных кристаллитов, уменьшают их спайность и тем самым обеспечивают снижение показателей пластичности и вязкости металла. Поэтому, чем выше концентрация серы в металле, тем в большей степени он загрязнен неметаллическими включениями и тем ниже будут показатели пластических свойств [5].

По характеру раскисления и химическому составу в стали могут образовываться сульфиды трех типов.

1-тип. Мелкие глобулярные сульфиды марганца и окисульфидные включения. Такие включения образуются в сталях, содержащих малые содержания алюминия.

2-тип. Эвтектические сульфиды марганца в виде непрерывистой пленки. Такие включения располагаются в виде пленок, что приводит к уменьшению сил межкристаллитных связей и заметному снижению вязких и пластических характеристик.

3-тип. Крупные ограненные сульфиды марганца. Они образуются при повышенном содержании алюминия.

Из них наиболее отрицательно влияют на свойство стали сульфиды 2-типа. Содержание алюминия, обуславливающее образование сульфидов того или иного типа, зависит от состава стали, также значительно от содержания углерода [6].

Вклад неметаллических включений, образующихся при добавлении алюминия в количестве 0,02-0,06% в низкую ударную вязкость, невелик.

Основными влияющими факторами на процесс десульфурации являются состав и количество шлака,

степень раскисленности стали, интенсивность перемешивания шлака и металла, состав металла, футеровка ковша. Оптимизация этих технологических факторов обеспечивает эффективность протекания процесса [7].

Шлак выполняет ряд технологических функций, как ассимиляция неметаллических включений, защита от вторичного окисления, десульфурация. Для выполнения таких функций шлак должен иметь следующие характеристики: основность (CaO/SiO_2) > 5; содержание (SiO_2) < 10% (масс.); содержание $(\text{FeO}) + (\text{MnO})$ < 1,0% (масс.); жидкоподвижность. Для достижения таких характеристик необходимо использовать шлакообразующие материалы (известь, плавиковый шпат, глиноземсодержащие материалы) и раскислители в разных соотношениях [8].

В настоящее время наиболее современным десульфуратором является флюидизированная известь, карбид кальция и гранулированный магнезий. Обработка металла флюидизированной известью получила большое распространение и является хорошим десульфуратором, что позволяет получать сталь с низким содержанием серы (до 0,003%). Флюидизированная известь представляет собой фракционно-дисперсным составом, высоким содержанием CaO (более 95%) и отсутствием других примесей [9].

Щелочноземельные металлы обладают высокими рафинирующими свойствами по отношению к сере и кислороду, растворенным в стали. Добавление ЦЗМ в расплав обеспечивает не только снижение серы и кислорода, а также способствует управлять природой, формой выделений неметаллических включений, что позволяет получать металл с оптимальными физико-механическими, технологическими свойствами [5].

Однако получение стали с низкой концентрацией кислорода является главной, но не единственной задачей. При раскислении алюминием в сталях образуются облакообразных скоплений остроугольных частиц, приводящих к образованию микротрещин. Добавление в сталь более сильных раскислителей, как магнезий, кальций и РЗМ приводит к значительному снижению кислорода, изменению морфологии включений, уменьшению количества поверхностных и внутренних дефектов в сталях [10].

Содержание кислорода и вид раскислителя влияют на образование включений в стали. При этом необходимо предотвращение поступления кислорода из атмосферы. Поэтому продувка инертным газом (аргоном) весьма важна. Кроме того, продувка позволяет увеличивать степень десульфурации, усредняет химический состав и температуру, удалять неметаллические включения. Однако интенсивность газа не должна оголять металл, что приводит к вторичному окислению металла [11].

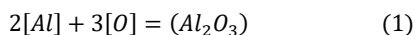
В таблице 3 показан средний химический состав стали при выпуске (фактические данные).

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

C	Si	Mn	Al	S	P	Fe
0,214	0,356	1,157	0,042	0,020	0,023	ост.

Раскисление алюминием описывается уравнением (1) [12].





Константа равновесия реакции описывается уравнением (2).

$$lgK_{Al} = lg \frac{a_{Al_2O_3}}{a_{Al}^2 \cdot a_O^3} = lg \frac{1}{f_{Al}^2 \cdot [Al]^2 \cdot f_O^3 \cdot [O]^3} = \frac{62984,38}{T} - 19,886 \quad (2)$$

где: $[Al]$ – содержание алюминия в металле, %;
 $[O]$ – содержание кислорода в металле, %;
 (Al_2O_3) – содержание оксида алюминия в шлаке, %;
 K_{Al} – константа равновесия реакции;
 $a_{Al_2O_3}$ – активность (Al_2O_3) в шлаке;
 a_{Al} – активность алюминия в металле;
 a_O – активность кислорода в металле;
 f_{Al} – коэффициент активности алюминия в металле;
 f_O – коэффициент активности кислорода в металле;
 T – температура металла, К.

На таблице 4 представлен параметр взаимодействия первого порядка при 1873 К для расчета активности алюминия и кислорода в металле.

Таблица 4

Параметр взаимодействия первого порядка e_i^R в железе при 1873 К [12]

Элемент i	Элемент R					
	C	Si	Mn	Al	S	P
Al	0,091	0,0056	0	0,045	0,03	0
O	-0,45	-0,131	-0,021	-3,90	-0,133	0,07

По формуле (3) вычислим коэффициент активности алюминия в стали при температуре 1873 К.

$$lgf_{Al} = \sum (e_{Al}^R \cdot [R]) \quad (3)$$

где: e_{Al}^R – параметр взаимодействия первого порядка;
 $[R]$ – содержания элементов в металле, %.

$$lgf_{Al} = 0,091 \cdot 0,214 + 0,0056 \cdot 0,356 + 0 \cdot 1,157 + 0,045 \cdot 0,042 + 0,03 \cdot 0,02 + 0 \cdot 0,023 = 0,024$$

По формуле (4) вычислим коэффициент активности алюминия в стали при температуре $T = 1923$ К.

$$lgf_{Al}^T = \frac{1873}{T} \cdot lgf_{Al} \quad (4)$$

$$lgf_{Al}^{1923} = \frac{1873}{1923} \cdot 0,024 = 0,0234$$

По формуле (5) вычислим коэффициент активности кислорода в стали при температуре 1873.

$$lgf_O = \sum (e_O^R \cdot [R]) \quad (5)$$

где: e_O^R – параметр взаимодействия первого порядка;
 $[R]$ – содержания элементов в металле, %.

$$lgf_O = -0,45 \cdot 0,214 + (-0,131) \cdot 0,356 + (-0,021) \cdot 1,157 + (-3,90) \cdot 0,042 + (-0,133) \cdot 0,02 + 0,07 \cdot 0,023 = -0,3321$$

По формуле (6) вычислим коэффициент активности кислорода в стали при температуре $T = 1923$ К.

$$lgf_O^T = \frac{1873}{T} \cdot lgf_O \quad (6)$$

$$lgf_O^{1923} = \frac{1873}{1923} \cdot (-0,3321) = -0,3235$$

Вычислим константу равновесия реакции при температуре $T = 1923$ К.

$$lgK_{Al} = \frac{62984,38}{1923} - 19,886 = 12,867$$

Тогда, содержание кислорода с участием алюминия в стали равна:

$$lg[O] = \frac{-lgK_{Al} - 2lgf_{Al} - 2lg[Al] - 3lgf_O}{3} = \frac{-12,867 - 2 \cdot 0,0234 + 2,753 + 0,9705}{3} = -3,0634$$

$$[O] = 0,00086\%$$

По расчетным данным видно, что конечное содержание кислорода в металле при раскислении алюминием составляет 0,00086%.

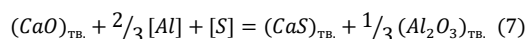
В таблице 5 представлен средний химический состав шлака в процессе десульфурации [2].

Таблица 5

Средний химический состав шлака в процессе десульфурации (% масс.) [2]

CaO	SiO ₂	FeO	MnO	Al ₂ O ₃	MgO	CaS	CaF ₂
57,2	9,7	0,24	0,5	22,7	2,9	1,6	ост.

Процесс десульфурации с использованием алюминия и ТШС можно описать реакцией (7) [2].



Константа равновесия реакции (7) имеет вид:

$$K = \frac{a_{(CaS)} \cdot a_{(Al_2O_3)}^{\frac{1}{3}}}{a_{(CaO)} \cdot a_{[Al]}^{\frac{2}{3}} \cdot a_{[S]}} \quad (8)$$

где $a_{(CaS)}$, $a_{Al_2O_3}$, $a_{(CaO)}$ – активность (CaS) , (Al_2O_3) и (CaO) в шлаке;

$a_{[Al]}$ – активность алюминия в металле;

$a_{[S]}$ – активность серы в металле.

Равновесный коэффициент распределения серы между металлом и шлаком L_S , характеризующий полноту десульфурации, можно выразить эмпирическим уравнением (9) [13]:

$$lgL_S = -2,78 + 0,86 \cdot \frac{(\%CaO) + 0,05 \cdot (\%MgO)}{(\%SiO_2) + 0,6 \cdot (\%Al_2O_3)} - lga_{[O]} + lgf_S \quad (9)$$

где L_S – коэффициент распределения серы между металлом и шлаком;

(CaO) , (MgO) , (SiO_2) и (Al_2O_3) – содержание оксидов в шлаке, % масс;

a_O – активность кислорода в металле;

f_S – коэффициент активности серы в металле.

Зная L_S можно найти конечное содержание серы в металле $[S]$ и шлаке (S) . Для этого необходимо составить и решить систему уравнений (10) и (11) [13].

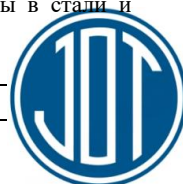
$$m_m[S]_0 + m_{ш}(S)_0 = m_m[S] + m_{ш}(S) \quad (10)$$

$$L_S = \frac{(S)}{[S]} \quad (11)$$

где m_m и $m_{ш}$ – масса металла и шлака, кг;

$[S]_0$ и $(S)_0$ – начальные содержания серы в стали и шлаке, %;

$[S]$ и (S) – конечные содержания серы в стали и



шлаке, %.

Если параметры m_m и $m_{ш}$ не изменяются, то, решив систему уравнений (10) и (11) можно получить формулу (12) для вычисления конечного содержания серы.

$$[S] = \frac{100[S]_0 + \lambda \cdot (S)_0}{100 + \lambda \cdot L_s} \quad (12)$$

где $\lambda = m_{ш}/m_m$ - кратность шлака, %.

По формуле (13) вычислим коэффициент активности серы в стали при температуре 1923 К.

$$\lg f_S^T = \frac{1873}{T} \cdot \sum (e_S^R \cdot [R]) \quad (13)$$

где: e_S^R – параметр взаимодействия первого порядка;

$[R]$ – содержания элементов в металле, %.

На таблице 6 представлен параметр взаимодействия первого порядка при 1873 К для расчета коэффициента активности серы в металле.

Таблица 6

Параметр взаимодействия первого порядка e_i^R в железе при 1873 К [12]

Элемент i	Элемент R					
	C	Si	Mn	Al	S	P
S	0,11	0,063	-0,026	0,035	-0,028	0,29

$$\lg f_S^{1923} = \frac{1873}{1923} \cdot (0,11 \cdot 0,214 + 0,063 \cdot 0,356 + (-0,026) \cdot 1,157 + 0,035 \cdot 0,042 + (-0,028) \cdot 0,020 + 0,29 \cdot 0,023) = 0,0229$$

Активность кислорода при 1923 К вычисляется по формуле (14).

$$\lg a_O^{1923} = \lg f_O^{1923} + \lg [O] \quad (14)$$

$$\lg a_O^{1923} = -0,3235 + (-3,0634) = -3,3869$$

Определяем коэффициент распределения серы между металлом и шлаком по уравнению (9).

$$\lg L_S = -2,78 + 0,86 \cdot \frac{57,2 + 0,05 \cdot 2,9}{9,7 + 0,6 \cdot 22,7} - (-3,3869) + 0,0229 = 2,7446$$

$$L_S = 555,4$$

Вычислим конечную концентрацию серы в металле по уравнению (12). Принимаем кратность шлака $\lambda = 3\%$ в количестве массы шлака 180 кг и массы металла 6000 кг. Начальное содержание серы в шлаке $(S)_0 = 0$.

$$[S] = \frac{100 \cdot 0,037 + 3 \cdot 0}{100 + 3 \cdot 555,4} = 0,0021\%$$

Степень десульфурации рассчитываем по формуле (15).

$$\eta = \frac{[S]_0 - [S]}{[S]_0} \cdot 100\% \quad (15)$$

$$\eta_{с.расч.} = \frac{0,037 - 0,0021}{0,037} \cdot 100\% = 94,32\%$$

$$\eta_{с.факт.} = \frac{0,037 - 0,020}{0,037} \cdot 100\% = 45,95\%$$

3. Результаты исследования

На рисунке 4 представлена зависимость конечного содержания серы от основности и кратности шлака.

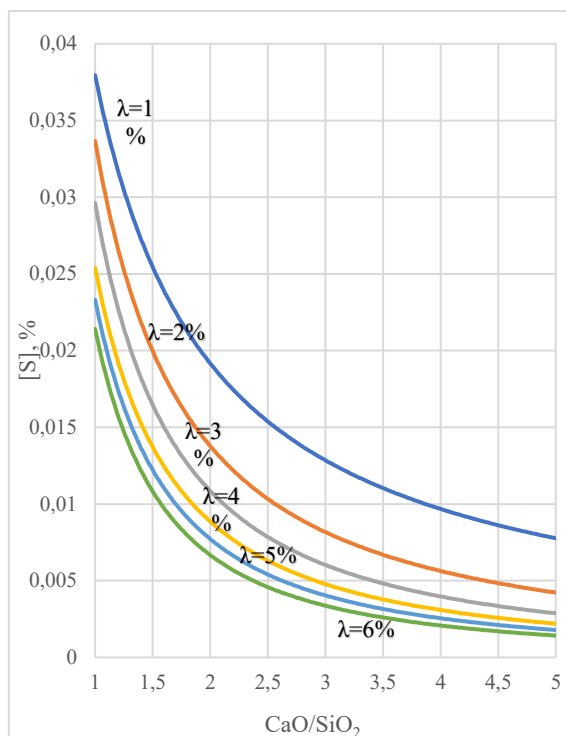


Рис. 4. Зависимость конечного содержания серы от основности и кратности шлака (расчетные данные)

Из рисунка видно, что с увеличением основности шлака содержание серы уменьшается. Также, кратность шлака значительно влияет на удаление серы. Например, если при кратности шлака, равной единице и в интервале основности от 1 до 5, концентрация серы меняется от 0,037% до 0,008%.

Применение кальцийсодержащих материалов получило большое распространение. Кальций является хорошим раскислителем и десульфуратором, а также влияет на вид, форму и распределение неметаллических включений. На процесс десульфурации существенно влияют шлаки с составом CaO – 50-70%, SiO₂ – 5-10%, Al₂O₃ – 20-30%, MgO – 4-8%.

Для уменьшения вязкости восстановительного шлака в металл добавляют плавиковый шпат. Применение плавикового шпата позволяет разжижать шлак без уменьшения его основности, что способствует удалению серы [14].

Присадка плавикового шпата обеспечивает глубокую десульфурацию вследствие увеличения жидкоподвижности шлака. Для наведения шлака используют твердую шлаковую смесь (ТШС) извести и плавикового шпата в соотношении 3:1 или 4:1 [7].

Конечное содержание серы зависит от его содержания в шлаке. С уменьшением содержания серы в шлаке за счет обновления шлака приводит к снижению концентрации серы в расплаве [7].

Следовательно, непременным условием получения стали с особо низким содержанием серы является не только формирование высокоосновного шлака с низким содержанием FeO и высокой жидкоподвижностью, но и глубокое раскисление металла [7].



На рисунке 5 представлена зависимость степени десульфурации от остаточного содержания алюминия.

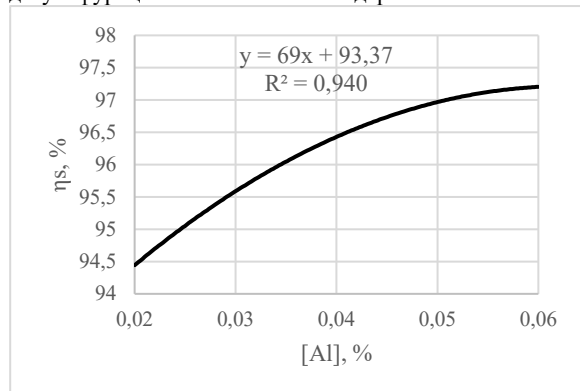


Рис. 5. Зависимость степени десульфурации от остаточного содержания алюминия (расчетные данные)

Из рисунка видно, что при раскислении алюминием активность кислорода в стали уменьшается, так как алюминий обеспечивает глубокую десульфурацию и степень десульфурации достигает до 97,5%.

На рисунке 6 представлена зависимость степени десульфурации от остаточного содержания алюминия в металле.

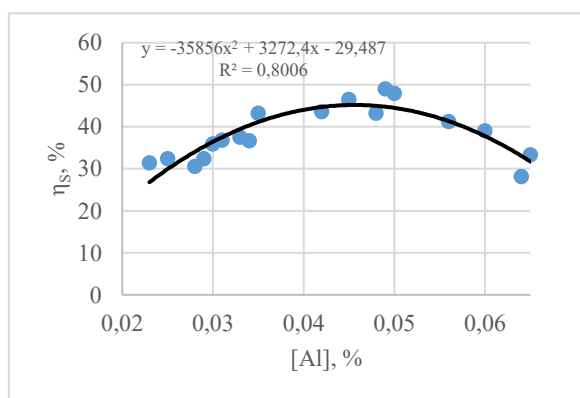


Рис. 6. Зависимость степени десульфурации от остаточного содержания алюминия (фактические данные)

Из рисунка 6 видно, что с увеличением содержания алюминия уменьшается содержание кислорода в стали и повышается степень десульфурации. При раскислении алюминием в интервале 0,035-0,055%, алюминий значительно влияет на степень десульфурации и составляет около 45%.

При добавлении алюминия в верхних пределах, указанных по нормативным документам ухудшается процесс десульфурации, что обусловлено с увеличением Al_2O_3 в шлаке, по мере уменьшения CaO [7].

Такое различие между расчетным и экспериментальным результатами в степени десульфурации может быть связано с высокой окисленностью системы, т.е. низкой раскисленностью металла, которое требует больше расхода раскислителей или более сильные раскислители. Также может быть связано с интенсивностью перемешивания, недостаточной продолжительностью скачивания шлака и неоптимальным составом восстановительного шлака.

На рисунке 7 показано изменение содержания серы во время плавки.

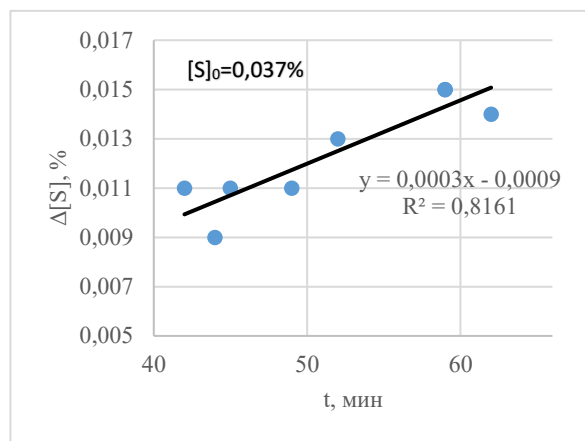


Рис. 7. Изменение содержания серы во время плавки (фактические данные)

Получены фактические данные из промышленных плавков. Из этих данных видно, что на некоторых плавках сера уменьшается до 0,017%. Во время процесса десульфурации содержание серы уменьшается от 0,037% до 0,020%.

Для проведения процесса десульфурации в ИТП полностью снимали окислительный шлак в количестве 180-200 кг и отбирали пробу металла для экспресс-анализа. Затем включали печь на мощность 2000 кВт, раскисляли металл кремнием, марганцем и алюминием. Три раза по равным порциям наводили ТШС на основе известки – 80-100 кг и плавикового шпата – 15-20 кг, в течение 25 минут перемешивая жидкую ванну металлическим прутком, затем отбирали вторую пробу для анализа [15].

Температура выпуска металла из печи в ковш 1650 °С. По достижению этой температуры печь переходит на режим термостатирования, выдерживая заданную температуру в течение 15 минут. Пробу металла отбирали после 15 минут.

На рисунке 8 представлено среднее изменение серы во время десульфурации металла.

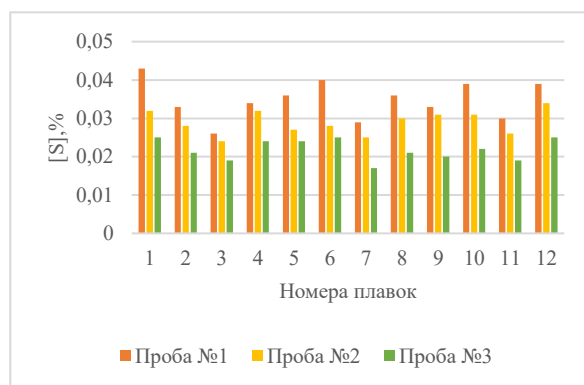


Рис. 8. Среднее изменение серы во время десульфурации металла (фактические данные)

Так как, чем больше времени продолжительности процесса, тем лучше удаляется сера. В течение 45 минут удаляется 0,010% серы. С увеличением продолжительности обработки стали улучшается процесс десульфурации и после 60 минут удаление серы составляет 0,015%.

Процесс раскисления, удаления продуктов раскисления проводятся значительно быстрее вследствие интенсивного движения расплава в



индукционных печах, что требуется немного времени. Также возможно проводить десульфурацию в индукционной печи при скачивании и наведении восстановительного шлака несколько раз, с увеличением плавикового шпата в шлакообразующих смесях. Это вызывает уменьшение стойкости футеровки и увеличение длительности плавки [14].

Кроме того, во время восстановительного периода высокая температура металла и шлака, низкая окисленность создают благоприятные условия для насыщения металла азотом. А также футеровка печи сильно изнашивается при длительной выдержке. Поэтому необходимо проводить восстановительный период за наименьшее время. Состав металла по кислороду, сере позволяет сократить время на технологические операции по раскислению, десульфурации и легированию [16].

4. Заключение

Проведены расчеты по десульфурации и получены экспериментальные данные плавов стали 20ГЛ и было анализировано различие между расчетным и экспериментальными данными степени десульфурации.

Расчетным путем показано, что степень десульфурации достигает до 97,5%. Однако, на практике сера удаляется 45%. На степень десульфурации влияет окисленность системы, так как при раскислении алюминием в пределах 0,035-0,055%, степень десульфурации составляет около 45%. Экспериментально показано что, чем больше времени продолжительности десульфурации, тем выше степень удаления серы. В течение 45 минут удаляется 0,010% серы. Длительная выдержка обработки стали позволяет улучшать процесс десульфурации и после 60 минут удаление серы составляет 0,015%. Также, расчетами показано, что кратность шлака значительно влияет на удаление серы. Например, если при кратности шлака, равной единице и в интервале основности от 1 до 5, содержание серы меняется от 0,037% до 0,008%. На практике, при обработке стали ТШС, содержание серы уменьшается от 0,037% до 0,020%.

На основе этого сделан вывод, что процесс десульфурации возможно связан с недостаточным раскислением сильными раскислителями, меньшим количеством шлакообразующих смесей, малым количеством шлака, недостаточной продолжительностью скачивания шлака и низкой интенсивностью перемешивания металла и шлака. В связи с этим, рекомендуется использование сильных раскислителей, комплексное раскисление, увеличение количества шлака и продолжительности скачивания шлака, формирование оптимального состава шлака, применение больше твердых шлаковых смесей, обработка металла сплавами щелочноземельных металлов, а также различные методы перемешивания металла.

Использованная литература / References

[1] Брылова Т. Б. Оценка влияния ликвации на трещинообразование боковых рам из стали 20ГЛ:

Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава: Материалы третьей всероссийской научно-технической конференции с международным участием в трех частях. Часть 3 / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2015. 254 с.

[2] 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.

[3] Чистая сталь. Гуляев А.П., «Металлургия», 1975. 184 с.

[4] В.Г. Бабкин, А.В. Добрынина. Микролегирование алюминием конструкционных низколегированных сталей с целью повышения хладостойкости отливок. Красноярский государственный технический университет. Литье и металлургия. 2002. № 4.

[5] Сера и фосфор в стали/ Лунев В.В., Аверин В.В. – Металлургия, 1988. 256 с.

[6] Дурынин В.А., Солнцев Ю.П. Исследование и совершенствование технологии производства с целью повышения ресурса стальных изделий из крупных поковок ответственного назначения. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2006. – 272 с.: ил. ISBN 5-93808-127-0

[7] Н.А. Смирнов. Внепечная обработка при производстве стали с особонизким содержанием серы. Труды восьмого конгресса сталеплавыльщиков (г. Нижний Тагил, 18-22 октября 2004 г.). Москва – 2005. С. 376 – 383.

[8] Мурысев В.А., Сомов С.А., Ботников С.А. Совершенствование шлакового режима в ковше для марок сталей раскисленных алюминием. Сборник трудов. Москва – Электросталь. 2016 г. С. 414 – 418.

[9] Артамонов А.В., Гаркави М.С., Колодежная Е.В., Бигеев В.А., Писчаскина А.В. Применение флюидизированной извести центробежно-ударного измельчения для ковшевой десульфурации металла. Сборник трудов. Москва – Электросталь. 2016 г. С. 400 – 404.

[10] Голубцов В.А., Лунев В.В. Модифицирование стали для отливок и слитков. – Челябинск-Запорожье: ЗНТУ, 2009. -356 с.

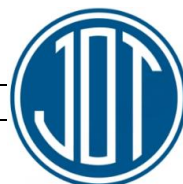
[11] А.Д. Лопатенко, С.А. Ботников, А.Е. Семин. Исследование процессов рафинирования при производстве трубной стали с целью повышения качества готового изделия. Сборник трудов. Москва – Электросталь. 2016 г. С. 490 – 493.

[12] Физико-химические расчеты электросталеплавыльных 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.

[13] 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.

[14] Электрометаллургия стали и ферросплавов. Поволоцкий Д.Я., Роцин В.Е., Рысс М.А., Строганов А.И., Ярцев М.А. – Учебник для вузов. Изд. 2-е, переработ. и доп. – М.: Металлургия, 1984 г. 568 с.





Analysis of the results of an integrated assessment of working conditions for tank car washing workers (Using the example of the Altyaryk wagon washing enterprise of “Uzbekistan railways” joint-stock company)

S.S. Sulaymanov¹^a, F.B. Ganiev¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The article presents data on the analysis of labor condition maps compiled for the hygienic assessment of working conditions for tank car washers at the Altyaryk wagon washing facility. The overall hygienic assessment of working conditions for employees at tank car washing sites corresponds to class 3.3. Workplace-specific guarantees and preferences have been identified: the duration of annual additional leave for tank car washers should range from 7 to 12 days. Their position, with the required general and specialized work experience, is included in the 3rd list of positions that grant the right to retire 5 years earlier than the generally established age. The fatigue level is 16%, while work capacity is 84% compared to that under favorable conditions. Based on these working conditions, tank car washers are entitled to an additional 12% bonus (compensation) to their monthly base salary.

Keywords:

tank cars, compulsory insurance, social insurance, wagon cleaners, class

Vagon-sisternalarni yuvuvchi ishchi-xodimlar mehnat sharoitini integral baholash natijalarini tahlili (“O‘zbekiston temir yo‘llari” aksiyadorlik jamiyati Oltiariq vagonlarni yuvish korxonasi misolida)

Sulaymanov S.S.¹^a, G‘aniyev F.B.¹^b

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya:

Maqolada Oltiariq vagonlarni yuvish korxonasi vagon-sisternalarni yuvuvchilarini mehnat sharoitini gigienik baholash bo‘yicha tuzilgan mehnat sharoiti xaritalarini tahliliga oid ma‘lumotlar keltirilgan. Vagon-sisternalarni yuvish joylaridagi ishchilarni mehnat sharoitini umumiy gigienik bahosi 3.3- sinfga mos keladi; ish o‘rniga mos bo‘lgan kafolatlar va preferensiyalar aniqlandi, vagon-sisternalar yuvuvchilarni har yilgi qo‘shimcha ta‘tilining davomiyligi, kunlar hisobida 7-12 kungacha bo‘lishi lozim, ularni lavozimi, talab qilinadigan umumiy va maxsus ish staji bo‘lganda, umumiy belgilangan yoshdan 5 yil oldin pensiyaga chiqish huquqini beruvchi lavozimlar 3-ro‘yxatiga kiradi; charchash holati 16 foiz, ish qobiliyati qulay sharoitdagi ish qobiliyatini 84 foiziga teng, mehnat sharoiti bo‘yicha vagon-sisternalar yuvuvchilari oylik lavozim maoshiga qo‘shimcha 12% ustama (kompensatsiya) to‘lanishi lozim.

Kalit so‘zlar:

vagon-sisternalar, majburiy sug‘urta, ijtimoiy sug‘urta, vagon yuvuvchilari, sinf

1. Kirish

Mavzuning dolzarbligi. Ma‘lumki, mamlakatning mehnat muhofazasiga oid amaldagi huquqiy-me‘yoriy hujjatlar talablariga binoan ish beruvchi ish o‘rinlarida mehnat sharoitlarining holati, ayniqsa zararli ishlab chiqarish omillari va xavfli ishlab chiqarish omillari yuzasidan nazoratni amalga oshirishi, mehnat sharoitlari to‘g‘risida, shu jumladan kasb kasalliklari va boshqa kasalliklar xavfi mavjudligi, muayyan ish o‘rinlarida va ishlab chiqarishda mehnatni muhofaza qilishning holati haqida, shuningdek shu munosabat bilan xodimlarga

berilishi lozim bo‘lgan imtiyozlar va kompensatsiyalar, shaxsiy himoya vositalari to‘g‘risida xodimlarni o‘z vaqtida xabardor qilishi, xodimlarni belgilangan normalar bo‘yicha sut, davolash-profilaktika oziq-ovqati, gazlangan tuzli suv, shaxsiy himoya hamda gigiena vositalari bilan ta‘minlashi, shuningdek jamoaviy himoya vositalari qo‘llanilishini ta‘minlashi, ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalar va kasb kasalliklaridan davlat tomonidan majburiy ijtimoiy sug‘urta qilinishini, shuningdek ish beruvchining fuqarolik javobgarligi majburiy sug‘urta qilinishini ta‘minlashi, ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalarni va kasb kasalliklarini belgilangan tartibda tekshiruvdan o‘tkazishi, shuningdek ularning hisobini yuritishi shart [1].

^a <https://orcid.org/0000-0001-9748-2568>

^b <https://orcid.org/0000-0002-0151-7218>



Yuqorida sanab o'tilgan tadbirlarni amalga oshirish, o'z navbatida, ish o'rinlaridagi mehnat jarayoni og'irligi va tig'izligining hamda ularning jarohatlanish jihatidan xavfliligining mehnatni muhofaza qilish masalalari bo'yicha texnik jihatdan tartibga solish sohasidagi normativ hujjatlar va normativ-huquqiy hujjatlar talablariga muvofiqligini baholash, zararli ishlab chiqarish omilini va (yoki) xavfli ishlab chiqarish omilini aniqlash maqsadida o'tkaziladigan attestatsiya jarayonining tadbirlari majmuidir. Ish o'rinlarining mehnat sharoitlari bo'yicha attestatsiyasi belgilangan tartibda ish beruvchining o'zi tomonidan o'tkaziladi. Ish o'rinlarining mehnat sharoitlari bo'yicha attestatsiyasini o'tkazish davriyligi qonun hujjatlarida belgilanadi, biroq besh yilda kamida bir marta o'tkaziladi [1]

So'ngi yillarda "O'zbekiston temir yo'llari" aksiyadorlik jamiyati korxonalarida ishchilar uchun xavfsiz va qulay mehnat sharoitlarini yaratishga katta e'tibor qaratilmoqda. Yangilangan ish joylari, zamonaviy himoya vositalari, havo tozalash va ventilyatsiya tizimlari, maxsus kiyimlar va sog'liqni saqlash chora-tadbirlari orqali ularning mehnat sharoitlarini yaxshilanmoqda. Bu nafaqat ishchi sog'lig'ini muhofaza qilish, balki ish samaradorligini oshirish va umumiy ekologik barqarorlikni ta'minlashga xizmat qiladi. Jumladan, Oltiariq tumanidagi vagon-sisternalarni yuvish korxonasida ish o'rinlaridagi mehnat jarayoni og'irligi va tig'izligining hamda ularning jarohatlanish jihatidan xavfliligining mehnatni muhofaza qilish masalalari bo'yicha texnik jihatdan tartibga solish sohasidagi normativ hujjatlar va normativ-huquqiy hujjatlar talablariga muvofiqligini baholash, zararli ishlab chiqarish omilini va (yoki) xavfli ishlab chiqarish omilini aniqlash maqsadida o'tkazildi. Attestatsiya natijalarini baholash va tahlil etish orqali korxonadagi ish o'rinlarida mehnat sharoitlarining holati, ayniqsa zararli ishlab chiqarish omillari va xavfli ishlab chiqarish omillari yuzasidan nazoratni amalga oshirishi, mehnat sharoitlari to'g'risida, kasb kasalliklari va boshqa kasalliklar xavfi mavjudligi, muayyan ish o'rinlarida va ishlab chiqarishda mehnatni muhofaza qilishning holati haqida, xodimlarga berilishi lozim bo'lgan imtiyozlar va kompensatsiyalar, shaxsiy himoya vositalari to'g'risida xodimlarni o'z vaqtida xabardor qilishi masalalariga oydinlik kiritiladi, bu muhim va dolzarb masala sanaladi.

Masalaning o'rganilganlik darajasi. Temir yo'l transportida vagon-sisternalarini bug'lab yuvish jarayoni ekologik xavfsizlik va ishchilarning sog'lig'i muhim ahamiyatga ega ekanligi hamda ushbu xizmatning samarali va sifatli bo'lishi bevosita hamda bilvosita vagon yuvuvchilarning mehnat sharoitiga bog'liq (1-rasm). Maqolada Oltiariq vagonlarni yuvish korxonasi vagon-sisternalarni yuvuvchi ishchi xodimlar faoliyat yuritadigan ish joyi, ular foydalanadigan vositalar va bajariladigan ishlarini turi hamda hajmini o'ziga xos jihatlarini hisobga olgan holda o'tkazilgan ish joylaridagi mehnat sharoiti attestatsiyasi natijalari bo'yicha tahlil etildi.



vagon-sisternalarni yuvish uchun mo'ljallangan estakada



vagon-sisternalarni yuvish joyi



vagon-sisternalarni bug' bilan yuvishga tayyorlash



vagon-sisternalarni bug' bilan yuvish jarayoni

1-rasm. Vagon-sisternalarni yuvish jarayonlari

2. Tadqiqot metodologiyasi

Vagon yuvuvchilarni mehnat sharoitini gigienik baholashda O'zbekiston Respublikasida amaliyotga joriy etilgan rasmiy Nizom [2] talablari bo'yicha belgilab berilgan usullardan foydalanildi. Foydalanilgan usullar standartlashtirilgan bo'lib, mehnat sharoitini belgilovchi xavfli va zararli ishlab chiqarish omillarini qiymatlari, parametrlari, darajalari, ularni aniqlash bo'yicha yetarli ishonchlilikni ta'minlovchi nazorat-o'lchov asbob-uskunalar vositasida o'lchandi hamda o'lchov natijalarini qayta ishlashda matematik statistika usullaridan foydalanildi.

Ekspremmental tadqiqotlar dasturiga ish joyidagi mehnat sharoiti xaritasiga kiritilgan, asbob-uskunalar yordamida o'lchash talab etilgan mehnat jarayoni va ishlab chiqarish muhitining omillari: ish joylaridagi zararli moddalarni haqiqiy konsentratsiyalari, shovqin, infratovush, ultratovush, tebranish, ionlamaydigan elektromagnit, optik diapazondagi elektromagnit nurlanishlarni haqiqiy darajalari, yilning iliq davridagi ishlab chiqarish xonalari va ochiq hududlar mikroiklimi, WBGT-indeksi ($^{\circ}\text{C}$), yilning sovuq davridagi ishlab chiqarish xonalari, ochiq hududlar, isitilmaydigan va texnologik me'yorlar bo'yicha sovuqladigan xonalar mikroiklimi, ish joyining yorug'lik muhiti, ionlovchi nurlanishlar, atmosfera bosimi, mehnat jarayonining og'irligi va zo'riqligi bo'yicha bajariladigan ishlar kiritildi.

3. Natija va tahlillar

Ish joylaridagi mehnat sharoiti xaritalariga kiritilgan, asbob-uskunalar yordamida o'lchangan, ishlab chiqarishdagi xavfli va zararli omillarining kompleks va birligida ta'sirini qayd qiluvchi mehnat sharoitini baholash



amalgam oshirildi. Ishlab chiqarish muhiti va mehnat jarayonining zararli omillarini baholash natijalari zararlilik va xavflilik darajasi bo'yicha mehnat sharoitlarini umumiy baholash jadvaliga kiritildi. Keyin esa, quyidagi holatlar bo'yicha zararli omillarni baholash amalga oshirildi: zararlilikning nisbatan yuqori sinflari va darajalari bo'yicha; mehnat sharoitlarining umumiy baholanishi 3.2 - sinfga mos kelishi sharoitida, 3.1-sinfga kiruvchi 3 ta va undan ortiq omillarning birgalikdagi ta'sir ko'rsatishi sharoitida; 2 ta va undan ortiq zararli omillarning 3.2, 3.3, 3.4-sinflarga kirishi sharoitida, mehnat sharoitlari mos ravishda, bitta daraja yuqori baholandi [3].

Oltiariq vagonlarni yuvish korxonasida vagon-sisternalarni yuvuvchilarning ish joyida o'tkazilgan mehnat sharoiti attestatsiyasi ma'lumotlariga asoslangan gigienik baholash natijalari tahlili shuni ko'rsatdiki, ularning mehnat sharoiti ish joyidagi zararli moddalarni haqiqiy konsentratsiyalari darajalari bo'yicha 3.1 sinfga, shovqin, infratovush, ultratovush, tebranish darajalari bo'yicha 3.1 sinfga, ionlamaydigan elektromagnit nurlanishlar, yilning sovuq davridagi mikroiklim ko'rsatkichlari, ish joyining yorug'lik muhiti, atmosfera bosimi, smena davomida uzluksiz ishlash davomiyligi bo'yicha 3.1 sinfga, statik jismoniy yuklamalar ($N \times s$) ikkala qo'lda ($\times 10^4$) 3.1 sinfga, ish joyi (IJ), fazoda turish holati (poza) va joyini o'zgartirish bo'yicha 3.2 sinfga, ish smenasining davomiyligiga nisbatan diqqat- e'tibor bilan kuzatish vaqti davomiyligi (%) bo'yicha 3.1 sinfga, ishning smenaligi bo'yicha 3.1 sinfga, asab-ehtirosli ruhiy yuklamalar yuzaga kelishi bo'yicha 3.2 sinfga, sutka davomida uzluksiz ishlash davomiyligi bo'yicha 3.2 sinfga mansub.

Vagon-sisternalarni yuvuvchilar faoliyat yuritadigan ish joylaridagi mehnat sharoiti, umumiy gigienik baholash natijalariga ko'ra, 3.3- sinfga mos keladi.

Attestatsiya Nizomiga[2] muvofiq zararli (3.3-sinf) mehnat sharoitida ishlaganlik uchun Oltiariq vagonlarni yuvish korxonasi vagon-sisternalarni yuvuvchilari ish o'rniga mos bo'lgan kafolatlar va preferensiyalar aniqlandi. Vagon-sisternalarni yuvuvchilarning har yilgi qo'shimcha ta'tilining davomiyligi, kunlar hisobida 7-12 kungacha bo'lishi lozim, ularni lavozimi, talab qilinadigan umumiy va maxsus ish staji bo'lganda, umumiy belgilangan yoshdan 5 yil oldin pensiyaga chiqish huquqini beruvchi lavozimlar 3-ro'yxatiga kiradi.

Vagon-sisternalarni yuvuvchilari mehnat sharoitini og'irlik darajasi bo'yicha oylik maoshiga qo'shib beriladigan foizlar miqdorini, umumiy smena davomida ularni charchash holatini hamda ish qobiliyatini pasayish darajasini aniqlash maqsadida tahlil natijalari asosida vagon yuvuvchilar mehnat sharoitining og'irligi va zo'riqligini ta'siri integral balli usul yordamida baholandi[3]. Bunda 3.1, 3.2 va 3.3 mehnat sharoiti sinflariga mansub mehnat sharoitlarining xavfli va zararli omillar bo'yicha, har bir omil ta'sir vaqti hisobga olinib belgilangan ballar aniqlandi [3]. Ish joyidagi zararli moddalarni haqiqiy konsentratsiyalari darajasini ortiqchiligi bo'yicha 3,0 ball, shovqin darajasini ruxsat etilgan darajadan (RED) ortiqchiligi bo'yicha 3,0 ball, smena davomida uzluksiz ishlash davomiyligi bo'yicha 3 ball, statik jismoniy yuklamalar ($N \times s$) ikkala qo'lda ($\times 10^4$) 5 ball, ish joyi (IJ), fazoda turish holati (poza) va joyini o'zgartirish bo'yicha 4 ball, ish smenasining davomiyligiga nisbatan diqqat- e'tibor bilan kuzatish vaqti davomiyligi (%) bo'yicha 3 ball, ishning smenaligi bo'yicha 2 ball, asab-ehtirosli ruhiy yuklamalar

yuzaga kelishi bo'yicha 6 ball, sutka davomida uzluksiz ishlash davomiyligi bo'yicha 3 ball.

Olingan natijalar asosida vagon-sisternalarni yuvuvchilari mehnat faoliyati og'ir va zo'riqlash tavsifiga egaligining integral bahosi ballari quyidagi formula yordamida aniqlandi [3]:

$$T = x \sum_{i=1}^n \frac{6-x_{\max}}{6 \times (n-1)} x_i \times \frac{6-x_{\max}}{6 \times (n-1)} \text{ daraja,}$$

bu yerda $x_{\max}$ – baholashda hisobga olinayotgan omillar ballarining eng yuqori qiymati, $x_{\max} = 6$ ball; n – omillarning umumiy soni, $n = 9$ ta; x_i – hisobga olinayotgan i - omilni ballari, $i = 1, 2, 3, \dots, n$, ular ballarining umumiy yig'indisi,

$$\sum_{i=1}^n x_i = 26 \text{ ball}$$

Mehnati faoliyati og'irligining integral baholash ballining qiymati orqali vagon yuvuvchilari faoliyatini og'irlik darajasi oltinchi toifa ekanligi aniqlandi[3].

$\sum_{i=1}^n x_i = 26$. Hisobga olingan zararli ishlab chiqarish omillari ballarining umumiy yig'indisi asosida, vagon-sisternalarni yuvuvchilarni smena davomida yuzaga keladigan charchashning son qiymatini foizlarda aniqlash mumkin. Bunda tadqiqotchilar tomonidan [3] ishlab chiqilgan empirik formuladan foydalanish maqsadga muvofiq:

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n x_i - 15,6}{0,64} = \frac{26 - 15,6}{0,64} = 16\%$$

bu yerda: $\sum_{i=1}^n x_i = 26$ hisobga olinayotgan omillar ballarining umumiy yig'indisi; 15,6 va 0,64 – regressiya koeffitsientlari;

Hisob natijasiga ko'ra, vagon yuvuvchilarning smena davomida charchash holati 16 foizni tashkil etadi. Charchash holatini son qiymati orqali vagon yuvuvchilarni smena davomidagi ish qobiliyatini foizlardagi son qiymati quyidagi formula yordamida aniqlandi:

$$R = 100 - U = 100 - 16 = 84 \%,$$

bu yerda: $U = 16 \%$ – charchash holati, foizda; 100% – vagon-sisternalarni yuvuvchilarning qulay mehnat sharoitidagi ish qobiliyati, foizda;

Vagon-sisternalarni yuvuvchilarning mehnat sharoitini baholash xaritasi bo'yicha gigienik baholanayotgan mehnat sharoitidagi vagon-sisternalarni yuvuvchilarning ish qobiliyati smena davomida 84 foizni tashkil etdi, ya'ni stress holatda faoliyat yuritish ehtimoli mavjud bo'lib, bu o'z navbatida ular bajarayotgan ishlar va qabul qilayotgan qarorlar sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

4. Xulosa

1. Oltiariq vagonlarni yuvish korxonasi vagon-sisternalar yuvuvchilarini mehnat sharoitini gigienik baholash bo'yicha tuzilgan mehnat sharoiti xaritalarini tahlili natijalariga ko'ra, ("O'zbekiston temir yo'llari" Oltiariq vagonlarni yuvish korxonasi misolida) vagon-sisternalar yuvuvchilari faoliyat yuritadigan ish joylaridagi mehnat sharoitini umumiy gigienik bahosi 3.3- sinfga mos keladi;

2. Oltiariq vagonlarni yuvish korxonasi vagon-sisternalar yuvuvchilari ish o'rniga mos bo'lgan kafolatlar va preferensiyalar aniqlandi, vagon-sisternalar yuvuvchilarni har yilgi qo'shimcha ta'tilining davomiyligi, kunlar hisobida 7-12 kungacha bo'lishi lozim, ularni lavozimi, talab qilinadigan umumiy va maxsus ish staji bo'lganda, umumiy belgilangan yoshdan 5 yil oldin



pensiyaga chiqish huquqini beruvchi lavozimlar 3-ro'yxatiga kiradi;

3. Integral balli baholash usulida mehnat sharoitining sifat ko'rsatkichlarini son qiymatlari aniqlandi, vagon-sisternalar yuvuvchilarning mehnat sharoiti og'irligi va zo'riqishi bo'yicha 6 darajaga mansub, charchash holati 16 foiz, ish qobiliyati qulay sharoitdagi ish qobiliyatini 84 foizga teng, mehnat sharoiti bo'yicha vagon-sisternalar yuvuvchilari oylik lavozim maoshiga qo'shimcha 12% ustama (kompensatsiya) to'lanishi lozim[5];

4. Mehnat muhofazasi sohasidagi davlat siyosatining asosiy yo'nalishlaridan biri ishchi-hodimlarning hayoti va sog'lig'i ishlab chiqarish natijalaridan ustuvorligi etib belgilanligi, noqulay mehnat sharoitini yaxshilash o'rniga bunday sharoitda faoliyat yuritayotgan vagon yuvuvchilarga ustama haq to'lash (kompensatsiya), ish o'rniga mos bo'lgan kafolatlar va preferensiyalar berish orqali hal etilishi oxir-oqibatda ularni kasb kasalliklariga chalinish ehtimolini keskin ortishiga sabab bo'ladi.

5. Vagon-sisternalarni yuvuvchilari mehnat sharoitini sanitar-gigienik qoidalar va me'yorlar talablariga to'liq mosligini ta'minlash yuzasidan stressorlar (ishlab chiqarishdagi zararli omillarni) ta'sirini bartaraf etish hamda ish joyini ergonomik biomexanika qonuniyatlari asosida takomillashtirish bo'yicha ilmiy asoslangan texnik yechimlar ishlab chiqish keyingi tadqiqotlar yo'nalishi sifatida belgilandi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] O'zbekiston Respublikasi "Mexnatni muxofazasi qilish to'g'risidagi" qonuni, 2016 yil 22-sentabrdagi 410-sonli qarori.

[2] O'zbekiston Respublikasining "Ish o'rinlarini mehnat sharoitlari va asbob-uskunalarining jarohatlash xavfliligi yuzasidan attestatsiyadan o'tkazish tartibi to'g'risidagi Nizom" //O'zR VMning 2014 yil 15 sentabrdagi 263-son qarori, Toshkent, 2014y;

[3] П.Н. Солонщиков, Р.М. Горбунов. Безопасность труда на рабочих местах. Учебное пособие. Киров. 2015г.-35-38 стр.

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

Sulaymanov Sunnatulla Sulaymanovich	Toshkent davlat transport universiteti Texnosfera xavfsizligi kafeddrasi t.f.d, professor e-mail: sulaymanovsunnattulla@gmail.com https://orcid.org/0000-0001-5275-5200
G'aniev Farruxbek Bobir o'g'li / Ganiev Farrukhbek Bobir ugli	Toshkent davlat transport universiteti mustaqil izlanuvchisi e-mail: farruxbe9595@gmail.com Tel.:+998941085696 https://orcid.org/0009-0009-0968-4254



Method for calculating the coefficients of intelligent sensors of automation in transport

M.M. Aliev¹^a, G. D. Talipova¹^b, R.M. Aliev¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

In the analysis and synthesis of intelligent sensors, the general theory of track circuits can be mainly used. However, it is necessary to take into account some features due to the lack of insulating joints and the use of a microprocessor system. Calculations of the coefficients of intelligent sensors were carried out with a number of assumptions and no methodology was given for their exact determination. In the studied case, to obtain precise analytical expressions, it is necessary to consider sensors in which seamless track circuits are used as asymmetric unlimited track tracks, in which, firstly, the operating modes of the main and secondary parameters will differ significantly from each other and, secondly, the train set can be located along the adjacent track circuits. The article discusses the basic equations that allow taking into account the features associated with the absence of insulating joints in the analysis and synthesis of intelligent track circuits.

Keywords:

sensors, intelligent sensors, mathematical model, rail circuit, jointless track circuit

1. Introduction

Based on the data of the development of the analysis of the theory of track circuits taking into account the distribution and propagation of signals along the track lines, it is necessary to take into account the parameters of distribution and losses, for example, attenuation, in one of the steady-state modes, this is the main definition of the theory of track section monitoring sensors [1]. To derive a mathematical model of a track section sensor, it is necessary to imagine a track line in a certain form, i.e. to draw up an equivalent circuit, but for a more in-depth study it is necessary to imagine a four-pole equivalent circuit, taking into account grounding along the path of signal voltage transmission [2; 3]. To determine the shunt and control mode, it is necessary to take into account the dissimilarity of the track circuit monitoring sensor, especially when the shunt is not felt and a rail break has occurred [4]. To solve the problem, it is necessary to analyze the track circuit for a certain situation, and from here derive a mathematical model of the track circuit behavior, and for this it is necessary to

determine the accuracy of the electrical parameters of the sensor from the insulation resistance, changes in conductivity and the state of the insulating joints, as well as the resulting interference of the train, grounding of power lines, study the parameters of change in wide ranges, create algorithms for simplifying calculations and develop a simulation model for an intelligent track section monitoring sensor. Take into account the modeling of various types of sensors, station and line, with insulated joints and without insulated joints [5-11; 13]. Therefore, combining all the requirements, come to the conclusion that most of these requirements are contradictory, a successful compromise satisfaction of these requirements in some problems may be far from optimal in others [12]. Making a general coverage for the same track circuit, it is necessary to have not one, but several models. For example, track circuits with the property of transverse symmetry are appropriately analyzed by two-pole equivalent circuits, and in the case of traction current asymmetry, it is necessary to use four- or multi-pole equivalent circuits. In this regard, this multiple classification of various models must be carried out according to a variety of features in order to describe all possible cases [14-18].

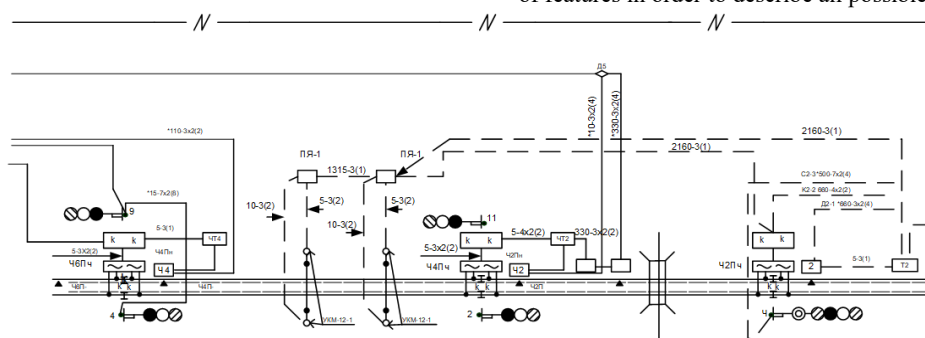


Fig. 1. Scheme of the track section

In many countries of the world, track circuits are the main element of modern train control systems. On railways, they serve as an informant about the state of the track, as well as a telemechanical channel [3, 19]. To conduct the study, a simulation model of a jointless voice-frequency track circuit

was created, and the relay-based track receiver was replaced with a microprocessor-based track circuit [22-25]. The study uses the track section in Fig. 1. Therefore, for such a track circuit, a transition to an intelligent sensor for determining the moving unit is carried out. With the proposed method,

^a <https://orcid.org/0000-0002-7676-1127>

^b <https://orcid.org/0009-0001-1567-1822>

^c <https://orcid.org/0000-0002-0165-3789>

the parameters of the operating modes of track circuits should be taken into account and developed, therefore, analysis and synthesis should be carried out, mathematical modeling should be carried out and analytical expressions for intelligent sensors should be derived. Thus, to designate and investigate the energy efficiency and power consumption of the track control sensor.

For the analysis and synthesis of sensors without insulating joints, first of all, it is necessary to derive equations for calculating the coefficients of a four-pole network replacing a rail line [1; 2].

The coefficients of a fourpole sensor (JTC) can be determined based on equations taking into account the distribution of resistances to the diagram in Fig. 2 that differ from those adopted for track circuits with insulating joints [3; 9; 12].

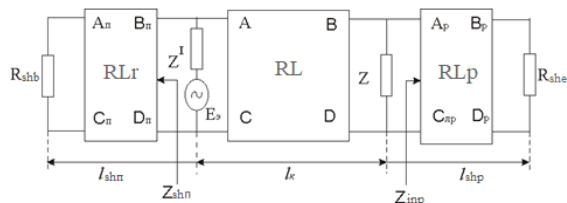


Fig. 2. General equivalent circuit of a sensor

Comparing the scheme shown in Fig. 2. with the main equivalent circuit of sensors with insulating joints (TC), it can be argued:

1. The track circuits with insulated joints used on the railway operate in modes that differ significantly from those of continuous track circuits, and their equivalent circuits are different for analysis and calculations, so it is advisable to use a four-pole equivalent circuit for continuous track circuits and simulate the calculations of the coefficients of continuous track circuits [4; 11].

2. In normal mode, due to the lack of insulating joints, current spreading along adjacent rail lines will require an increase in the value of E_e , which will ultimately increase the value of K_{max} and reduce the values of K_{sh} and Cor [5].

3. The normal mode of operation of the RL_n track circuit will be observed not only when all the rail lines are free, but also if one of the adjacent rail lines is occupied by a moving unit, and its shunt will be removed from the point of connection of the track circuit equipment at a distance greater than. The section $ldsh$ is called the zone of additional shunting. These zones are located both at the supply line and at the relay line ends of the track circuit. When two trains approach each other, the normal mode of operation of the RL_n track circuit will depend on the presence of train shunts in adjacent sections of RL_{n+1} and RL_{n-1} . In this case, the values $ldsh$ and $ldshk$ can have maximum values [6; 10].

4. The shunt mode of operation of the RL_n track circuit will also depend on the presence of shunts both on the RL_n and on a part of adjacent rail lines. The shunting zone $lsh = dshk + kn + dshn$ is called the train length of the track circuit. When the train is on an adjacent track circuit, a complex shunt $Z_{sh} = R_{sht} + z^*/dshk$ or $Z_{sh} = R_{sht} + z^*/dshk$ is connected to the equipment connection points. In order for the train not to block the traffic light itself when approaching the track circuit, the traffic light must be installed in the direction of the train at a distance $dshk$ [7; 13].

2. Methodology and empirical analysis

Coefficients of a rail quadripole of an intelligent sensor

Fig. 3 shows the developed structural of the intelligent track control sensor. To study this track circuit, transformations were carried out

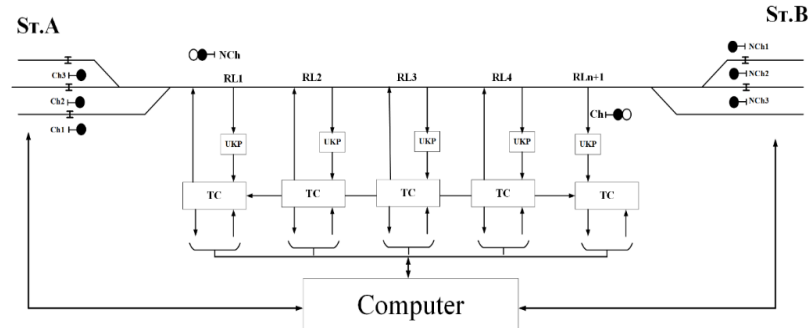


Fig. 3. Structural scheme of an intelligent track control sensor

In the analysis and synthesis of intelligent sensors, the main equations are given that allow taking into account the features associated with the absence of insulating joints.

The coefficients of the four-terminal jointless track circuit in the intelligent sensor can be determined from the equivalent circuit of the jointless track circuit in Fig. 2. under initial conditions different from those adopted for track circuits with insulating joints [7; 9].

Let us replace adjacent track threads on the right and left sides with input resistances Z_{in} and Z_{in} , then the general equivalent circuit can be represented as the circuit shown in Fig. 4.

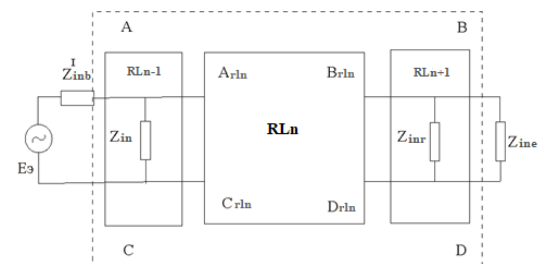


Fig. 4. Substitution scheme for track control sensor

Where:

A, B, C, D are coefficients quadripole

Z_{in} is resistance of the beginning of influence on the sensor

Z_{ine} is end resistance of the influence on the sensor



Z_{inr} is resistance of the beginning of the adjacent rail line of influence on the sensor

RL_{n-1}, RL_{n+1} are quadripoles of adjacent rail lines

Z_{inb}^I is incoming resistance of the beginning of rail lines

Z_{ine}^I is incoming resistance of the end of rail lines

The rail quadripole coefficients for the jointless rail circuit A, B, C and D are obtained by multiplying the matrices:

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{rln-1} & B_{rln-1} \\ C_{rln-1} & D_{rln-1} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A_{rln} & B_{rln} \\ C_{rln} & D_{rln} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} A_{rln+1} & B_{rln+1} \\ C_{rln+1} & D_{rln+1} \end{bmatrix} \quad (1)$$

After multiplying the matrices, we get:

$$\begin{aligned} A &= \cos y l + \frac{z_w}{Z_{inr}} \sin y l; \\ B &= z_w * \sin y l; \\ C &= \frac{\sin y l}{z_w} + \frac{\cos y l}{Z_{inr}} + \frac{z_w \sin y l}{Z_{inr} * Z_{inr}} + \frac{\cos y l}{Z_{inr}}; \\ D &= \frac{z_w}{Z_{inr}} \cos y l + \frac{z_w}{Z_{inr}} \sin y l; \end{aligned} \quad (2)$$

For a number of special cases, the calculation equations for the coefficients of a rail quadripole are greatly simplified and take on a form convenient for practical calculations:

$$\begin{aligned} A &= \cos y l + \frac{z_B}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr}} \sin y l; \\ B &= z_w * \sin y l; \\ C &= \frac{z_B \sin y l}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr} * Z_{shr} \tan y_{rl} l_{shr}} + \frac{\cos y l}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr}}; \\ D &= \cos y l + \frac{z_B}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr}} \sin y l. \end{aligned} \quad (3)$$

if there are insulating joints and choke-transformers at the supply end of the rail circuit, $z_{vp} = \infty$.

$$\begin{aligned} A &= \cos y l + \frac{z_B}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr}} \sin y l; \\ B &= Z_{wri} \sin y l; \\ C &= \frac{1}{z_w} \sin y l + \frac{\cos y l}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr}}; \\ D &= \cos y l + \frac{\sin y l}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr}}; \end{aligned} \quad (4)$$

if there are insulating joints and choke-transformers at the relay end of the rail circuit, $z_{vr} = \infty$.

$$\begin{aligned} A &= \cos y l + \frac{\sin y l}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr}}; \\ B &= Z_{wri} \cos y l; \\ C &= \frac{1}{z_w} \left(\sin y l + \frac{\cos y l}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr}} \right); \\ D &= \cos y l + \frac{z_B}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr}} \sin y l. \end{aligned} \quad (5)$$

when one moving unit is located on an adjacent rail line at the relay end:

$$\begin{aligned} A &= \cos y l + \frac{z_B}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr}} \sin y l; \\ B &= z_w * \sin y l; \\ C &= \frac{\sin y l}{z_w} + \frac{\cos y l}{Z_{wri}} + \frac{z_B \sin y l}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr} * Z_{wri}} + \frac{\cos y l}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr}}; \\ D &= \cos y l + \frac{z_w}{Z_{wri}} \sin y l. \end{aligned} \quad (6)$$

on an adjacent rail line at the supply end:

$$\begin{aligned} A &= \cos y l + \frac{z_w}{Z_{wri}} \sin y l; \\ B &= z_w * \sin y l; \\ C &= \frac{\sin y l}{z_w} + \frac{\cos y l}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr}} + \frac{z_B \sin y l}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr} * Z_{wri}}; \\ D &= \frac{z_B}{Z_{wri} \tan y_{rl} l_{shr}} + \sin y l. \end{aligned} \quad (7)$$

Thus, by substituting in these expressions, the values of the obtained equations for the coefficients of the rail quadripole, it is possible to calculate the values of voltages and currents when the insulation resistance of all rail lines

changes in any combination, thereby conducting studies of seamless track circuits in all operating modes.

3. Results and Discussion

At present, voice frequency sensors, toneless jointless track circuits are used on railways, due to the lack of joints, the supply voltage to the rail line also affects neighboring rail lines, and the increased frequency has the property of attenuation, which reduces the length. The aim of the study is to increase the length and reduce the energy consumption of voice frequency rail circuits at the same energy costs. To do this, on the developed simulation model, develop a mathematical model for the presented new microprocessor automatic blocking scheme using the proposed intelligent sensor.

As studies show, as a result of the development of a mathematical model, it is clearly shown that the transition from a relay receiver to an intelligent sensor, a microprocessor-based basis for receiving information along a rail line, reliably performs operating modes in the normal and shunt modes of operation of track circuits, and also when the ballast changes, it reliably fixes the train on plot.

All calculations of the adaptive sensor were carried out in two forms: calculations in the analysis and calculations in the synthesis of jointless tone track circuits. The task of the analysis is to determine the influence of various elements of the sensor on the performance of a particular mode of operation. During the synthesis, the optimal parameters of the elements were chosen, which ensure the functioning of adaptive sensors for operating modes in adverse conditions.

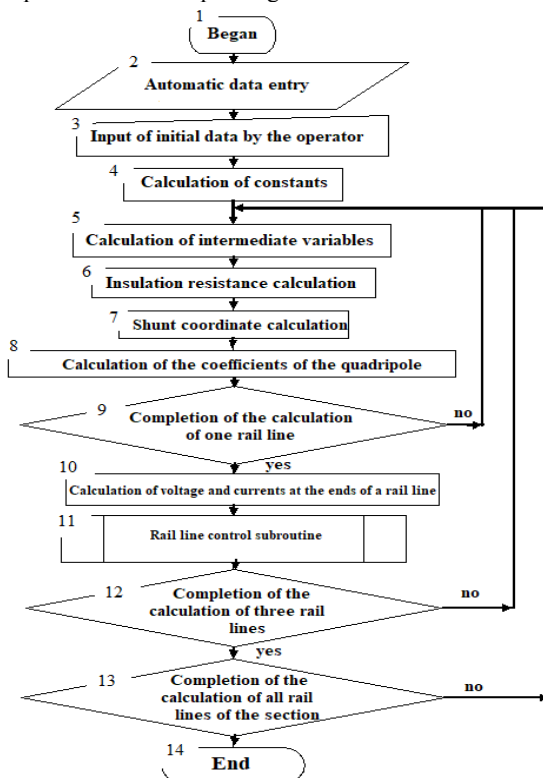


Fig. 5. Blok-scheme algorithm work a sensors

Taking into account the above-given and transformed electrical circuits of the intelligent control sensor, a mathematical model of the controlled section was compiled. The algorithm of this model is presented in Fig. 5. In

accordance with the algorithm, a program was developed, which is an integral part of the programs for the study of adaptive sensors.

Below is the developed algorithm for track circuits located on the section of the haul.

The proposed scheme of an intelligent control sensor shows that when the insulation resistance changes along the entire length of the section, the voltage and current are clearly fixed by the microprocessor circuit, where this can be seen in fig. 6

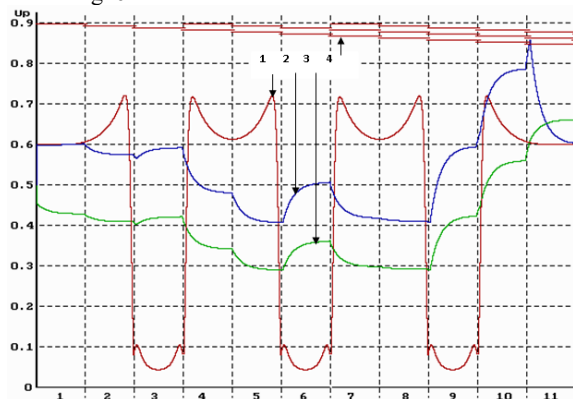


Fig. 6. Change in insulation resistance along the entire length of the section

Thus, we see that the intelligent sensor detects the presence of a moving unit when the insulation resistance changes, thus, while consuming less electricity, it is possible to increase the length of the sensor with microprocessor technology and clearly indicate the presence of a moving unit on the track.

The conducted studies correspond to one of the most important points of railway automation and telemechanics namely the safety of railway transport, the study shows that a system with an intelligent sensor also leads to energy savings and other disturbing factors affecting the track and track facilities.

4. Conclusion

A technique is given for the exact determination of the coefficients of a rail quadrupole of intelligent sensors for asymmetric rail lines with different values of the primary and secondary parameters of adjacent rail lines. Equations for a rail quadrupole of intelligent sensors for asymmetric rail lines are obtained.

Thus, the presented intelligent sensor based on seamless intelligent track circuits can be continued to study the operation of train location and rail break detection systems, obtain more reliable information, and therefore ensure greater safety during transportation.

References

- [1] Aliev R., Aliev M. (2022) Methods calculation for station tonal rail circuits with current receiver //Transportation Research Procedia, 2022, 63, pp. 401-411. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.028>
- [2] Further increase in speed train movements on JR East: [tasks, prospects of the railway. JR East (Japan), serving the Shinkansen high-speed communications

network] 2009 // Railways of the world No.10, PP. 46-50, <https://www.jreast.co.jp/e/press/20070704/index.html>

[3] Ravshan Aliev (2021) Analysis of the track sections control system a rolling stock axle counting sensor AIP Conference Proceedings. Vol. 2439. No. 1. AIP Publishing LLC <https://doi.org/10.1063/5.0068348>

[4] Ravshan Aliev Trends in Improving Sensors for Controlling the Condition of Track Sections E3S Web of Conferences 264, 05045 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405045>

[5] Theeg, G., Vlasenko, S. (2009) Railway Signalling & Interlocking. International Compendium. Editors: A DVV Media Group publication. Eurailpress, 448 p. https://openlibrary.org/books/OL25031247M/Railway_signalling_interlocking

[6] Lisenkov, V.M., Bestemyanov, P.F., Leushin, V.B. and others. (2009) Train traffic control systems on the tracks. Part 2; edited by Lisenkov, V.M. M.: GOU "Training and Methodological Centre for Railway Education". Transport book, 175 p

[7] R Aliev (2023) Method inductive communications for interval traffic control //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 20232, 2612(1), 060002. <https://doi.org/10.1063/5.0113212>

[8] Zorin V.I. (2003) Microprocessor-based locomotive systems for ensuring the safety of train traffic of a new generation / V. I. Zorin, E. E. Shukhina, P. V. Titov // Railways of the world No7. PP. 61 – 69

[9] Alessio Trivella, Francesco Corman, (2023) Modeling system dynamics of interacting cruising trains to reduce the impact of power peaks, Expert Systems with Applications, 230, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120650>.

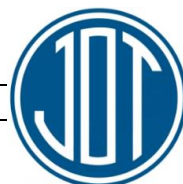
[10] D.A.Davronbekov, U.K.Matyokubov. (2021) Influence of Communication Lines on Reliability in Mobile Communication Systems // 2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies: Applications, Trends and Opportunities, ICISCT – 2021 DOI: 10.1109/ICISCT52966.2021.9670377

[11] Albrecht et al., 2016 The key principles of optimal train control—Part 1: Formulation of the model, strategies of optimal type, evolutionary lines, location of optimal switching points Transportation Research, Part B (Methodological), 94 (2016), pp. 482-508 <https://doi.org/10.1016/j.trb.2015.07.023>.

[12] Banić, M., Miltenović, A., Pavlović, M., & Ćirić, I. (2019) Intelligent machine vision based railway infrastructure inspection and monitoring using UAV. Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering, 17(3), 357-364. DOI: 10.22190/FUME190507041B

[13] Kirilenko A.G. (2003) Axes counters in systems of railway automatics and telemechanics: textbook. allowance / A. G. Kirilenko, A. V. Grusha. - Khabarovsk: Publishing house of the Far Eastern State University of Economics, p. 75, <http://scbist.com/knigi-i-zhurnaly/133-schetchiki-osei-v-sistemah-zheleznodorozhnoi-avtomatiki-i-telemekhaniki.html>

[14] Goncharov, K.V. (2011) Research of the digital track receiver of tonal rail chains / K.V. Goncharov // Visnik Dnipropetr. nat. Un-tuzalzn. transp. im. Acad.V. Lazaryan. - D., VIP. 37, pp. 180-185 <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-tsifrovogo-putevogo-priemnika-tonalnyh-relsovyh-tsepey>



[15] Goncharov, K.V. (2011) Correlation track receiver of tonal rail chains / K.V. Goncharov // Visnik Dnipropetr. National University transp. im. Acad. V. Lazaryan. - D., VIP 38. pp. 188–193, <https://cyberleninka.ru/article/n/korrelyatsionnyy-putevoy-priemnik-tonalnyh-relsovyh-tsepey>

[16] Vasilenko M.N., Denisov B.P., Kultin V., Rastegaev S.N. (2006) Calculation of parameters and operability testing of jointless tonal rail chains // Problems of transport systems. Izvestia PGUPS. 2, pp. 101 – 109

[17] Bezrodny B.F., Denisov B.R., Kultin V.B., Rastegaev S.N. (2010) Automation of calculation of parameters and verification of the mall. // Magazine "Automation, communication and informatics" 1, pp. 15-17. <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-proektirovaniya-sistem-zheleznodorozhnoy-avtomatiki-i-telemehaniki-na-baze-arm-ptd-versii-6>

[18] Sapozhnikov Val. V. (1995) Methods of constructing safe microelectronic systems of railway automation / Val. V. Sapozhnikov, Vl. V. Sapozhnikov, Kh. A. Khristov, D. V. Gavzov. - M.: Transport, p. 272 <https://search.rsl.ru/ru/record/01003126791>

[19] Alessio Trivella, Francesco Corman, (2023) Modeling system dynamics of interacting cruising trains to reduce the impact of power peaks, Expert Systems with Applications, Volume 230, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.120650>.

[20] De La Torre, S., Sánchez-Racero, A. J., Aguado, J. A., Reyes, M., & Martínez, O. (2014). Optimal sizing of energy storage for regenerative braking in electric railway systems. IEEE Transactions on Power Systems, 30(3), 1492-1500.

[21] Jusup, M., Trivella, A., & Corman, F. (2021). A review of real-time railway and metro rescheduling models using learning algorithms. In 30th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2021). <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000500351>

[22] Powell, W. B., & Meisel, S. (2015). Tutorial on stochastic optimization in energy—Part II: An energy

storage illustration. IEEE Transactions on Power Systems, 31(2), 1468-1475. DOI: 10.1109/TPWRS.2015.2424980

[23] Trivella, A., & Corman, F. (2019). Modeling uncertainty dynamics in public transport optimization. In 19th Swiss Transport Research Conference (STRC 2019). STRC.

[24] Bärmann, A., Martin, A. & Schneider, O. (2017) A comparison of performance metrics for balancing the power consumption of trains in a railway network by slight timetable adaptation. Public Transp 9, <https://doi.org/10.1007/s12469-017-0160-4>

[25] Valerio De Martinis, Francesco Corman, (2018) Data-driven perspectives for energy efficient operations in railway systems: Current practices and future opportunities, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 95, <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.08.008>.

Information about the authors

Aliiev Marat Muhamedovich Tashkent State Transport University, Department of Information Systems and Technologies, assistant professor
E-mail: Aliyev_m@tstu.uz
<https://orcid.org/0000-0002-7676-1127>

Talipova Gulnoza Davron kizi Tashkent State Transport University, Department of Information Systems and Technologies, doctoral student
<https://orcid.org/0009-0001-1567-1822>

Aliiev Ravshan Maratovich Tashkent State Transport University, Department of Information Systems and Technologies, professor
E-mail: silara@mail.ru
Tel: +998903726455
<https://orcid.org/0000-0002-0165-3789>



The influence of hot briquetted iron on technological, thermodynamic and economic factors in the arc steelmaking process

U.M. Khalikulov¹ ^a

¹ Almalyk Branch of the National University of Science and Technology "MISIS", Almalyk, Uzbekistan

Abstract:

In this article, the effect of hot briquetted iron (HBI) on the steel smelting process in electric arc steel smelting furnaces (EASSF) is comprehensively studied. The main focus is on the analysis of the composition of the semi-product, which is formed under conditions of changes in energy-technological parameters, the process of slag formation, the mechanisms of metal slag melting and an increased share of HBI.

It turns out that when HBI is used, the specific consumption of electricity increases, the amount of slag and the degree of oxidation of the metal-slag system increases. At the same time, the amount of carbon in the metal decreases. When the HBI share exceeds 25-30%, the likelihood of the formation of solid insoluble shlako-metallic conglomerates under portioned loading conditions increases, which can damage the inner lining of the furnace.

A thermodynamic analysis of the phosphorus loss process has been carried out, taking into account the calculation of the distribution coefficients of phosphorus and the assessment of the equilibrium level. When HBI is used, the steel content has been found to decrease in harmful impurities (phosphorus, sulfur, nitrogen, copper, nickel, chromium, tin). This was due to the high purity of HBI raw materials and the strong oxidation of slags.

In addition, a method has been developed to estimate the amount of copper in half the product in different combinations of shikhta. This applied normal distribution functions and regression analysis. Also given is the feasibility of using HBI instead of precious metal scrap and recycled cast iron. It has been proven that using HBI through proper loading and slurry regime control can be a cost-effective and from a technological point of view acceptable solution.

Keywords:

Hot briquetted iron (HBI), electric arc steel smelting furnace (EASSF), dephosphorylation, slag formation, energy consumption, metal slag, oxidation level, slag-metal conglomerates, thermodynamic analysis, economic efficiency, precious metal mixture, shingle regime, phosphorus distribution, normal distribution, regression analysis

Issiq briketlangan temirning yoyli po'lat eritish jarayonida texnologik, termodinamik va iqtisodiy omillarga ta'siri

Xalikulov U.M.¹ ^a

¹ Milliy texnologik tadqiqotlar universiteti MISiSning Olmaliq filiali, Olmaliq, O'zbekiston

Annotatsiya:

Mazkur maqolada issiq briketlangan temirning (IBT) elektr yoyli po'lat eritish pechlarida (EYPE) po'lat eritish jarayoniga ta'siri har tomonlama o'rganilgan. Asosiy e'tibor energiya-texnologik parametrlardagi o'zgarishlar, shlak hosil bo'lish jarayoni, metall shixta eritish mexanizmlari va IBT ulushi oshgan sharoitda hosil bo'ladigan yarim mahsulot tarkibini tahlil qilishga qaratilgan.

Aniqlanishicha, IBT ishlatilganda elektr energiyasining o'ziga xos sarfi ortadi, shlak miqdori va metall-shlak tizimining oksidlanish darajasi oshadi. Shu bilan birga, metalldagi uglerod miqdori kamayadi. IBT ulushi 25–30% dan oshganda, porsiyali yuklash sharoitida qattiq erimaydigan shlako-metall konglomeratlar hosil bo'lish ehtimoli ortadi, bu esa pechning ichki qoplamasiga zarar yetkazishi mumkin.

Fosforning taqsimlanish koeffitsientlari hisobi va muvozanat darajasi bahosini hisobga olgan holda fosforni yo'qotish jarayonining termodinamik tahlili o'tkazilgan. IBT ishlatilganda po'lat tarkibida zararli aralashmalar (fosfor, oltingugurt, azot, mis, nikel, xrom, qalay) kamayishi aniqlangan. Bunga IBT xomashyosining yuqori tozaligi va shlaklarning kuchli oksidlanishi sabab bo'lgan.

Bundan tashqari, shixtaning turli kombinatsiyalarida yarim mahsulot tarkibidagi mis miqdorini taxmin qilish usuli ishlab chiqilgan. Bunda normal taqsimot funksiyalari va regressiya tahlili qo'llanilgan. Shuningdek, qimmatbaho metall qirindilari va qayta ishlangan cho'yan o'rni IBT dan foydalanishning texnik-iqtisodiy bahosi berilgan. To'g'ri yuklash va shlak rejimini nazorat qilish orqali IBT ishlatish iqtisodiy jihatdan samarali va texnologik nuqtai nazardan maqbul yechim bo'lishi mumkinligi isbotlangan.

^a  <https://orcid.org/0009-0004-1844-319X>



Kalit so'zlar:

Issiq briketlangan temir (IBT), elektr yoyli po'lat eritish pechi (EYPE), defosforlanish, shlak hosil bo'lish, energiya sarfi, metall shixta, oksidlanish darajasi, shlak-metall konglomeratlari, termodinamik tahlil, iqtisodiy samaradorlik, qimmatbaho metallar aralashmasi, shixtalash rejimi, fosfor taqsimoti, normal taqsimot, regressiya tahlili

1. Kirish

Zamonaviy po'lat ishlab chiqarish sohasi yanada toza va tarkibi barqaror bo'lgan xomashyo manbalaridan foydalanishga intilmoqda. Issiq briketlangan temirda (IBT) zararli aralashmalarning juda past miqdori va temirning yuqori darajada qayta tiklanganligi sababli an'anaviy metall qirindilari va qayta ishlangan cho'yan uchun jiddiy muqobil variant sifatida ko'rilmogda.

Biroq IBT dan foydalanish energiya sarfining oshishi va shixtaning issiqlik va fazaviy xususiyatlarining o'zgarishi bilan bog'liq. IBT qo'llanilishi shlak hosil bo'lish jarayoniga, pech qoplamasining yemirilishiga va yakuniy mahsulot sifatiga ham ta'sir ko'rsatadi. Ushbu tadqiqotning maqsadi IBT ning elektr yoyli po'lat eritish jarayonidagi texnologik, termodinamik va iqtisodiy omillarga ta'sirini har tomonlama o'rganishdir.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Tahlil 201 ta sanoat eritish tajribasi asosida o'tkazilgan bo'lib, ularda shixta tarkibida turli miqdorda IBT ishlatilgan. Bundan tashqari, 49 ta nazorat eritish tajribasi to'liq metall

qirindisi asosida amalga oshirilgan. Tadqiqot quyidagi metodlarga asoslangan:

- **Termodinamik muvozanat hisoblari** (fosfor yo'qotish va oksid fazalar hosil bo'lish jarayoni tahlili);
- **Taqsimlanish koeffitsientlarini aniqlash** (formula (1), (2), (3), (4) bo'yicha hisob-kitoblar).

Fosforming metall va shlak o'rtasida muvozanatli taqsimlanishi quyidagi ifoda bilan tavsiflanadi [1]:

$$L_p = \frac{P}{[P]} = (31 * K_p * \Sigma n_i * f_p * aFeO_2) / \gamma_{P5+} \quad (1)$$

Muvozanat konstantasi quyidagicha ifodalanadi [2]:

$$\lg K_p = \frac{1074}{T} - 1,289 \quad (2)$$

Agar shlakdagi boshlang'ich fosfor miqdori nolga teng deb qabul qilinsa, unda [2]:

$$[P]_K = [P]_H / (1 + \lambda * L_p) \quad (3)$$

- STATISTICA va Excel dasturlarida ma'lumotlarni statistik tahlil qilish (approssimatsiya, regressiya, normal taqsimotga tekshirish);
- CaO–SiO₂–FeO va MgO–SiO₂–FeO diagrammalari asosida fazaviy holatni tahlil qilish;
- Iqtisodiy baholash (1-jadval).

1-jadval

1x lomi va oldindan qayta ishlangan cho'yan o'rniga IBT ishlatishning iqtisodiy samarasi

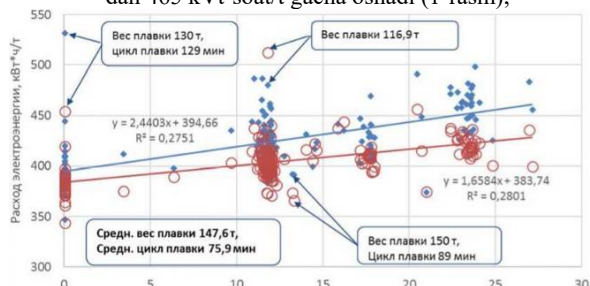
Metallom tarkibi (o'rniga ishlatilayotgan)	O'rniga ishlatilayotgan metallom narxi, \$/t	IBT narxi, \$/t*	Narx farqi, \$/t	O'rniga ishlatilayotgan loming ulushi, %	Bir eritishda almashtirilayotgan (shixta og'irligi 168,5 t bo'lganda), t	Metallom almashtirishdan tejalgan mablag', \$/eritish
1x po'lat lomi	275,6	248,6	27,0	12,9	21,737	586,85
Oldindan qayta ishlangan cho'yan	391,5	248,6	142,9	12,9	21,737	3106,11

3. Natija va Muhokama

Eritish jarayonining energetik va texnologik xususiyatlari

O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, shixta tarkibida IBT ulushining 0% dan 27% gacha oshirilishi quyidagilarga olib keladi:

- o'rtacha elektr energiyasining sarfi 400 kVt·soat/t dan 465 kVt·soat/t gacha oshadi (1-rasm);



1-rasm. IBT ulushining o'sishi bilan elektr energiyasi sarfining solishtirma o'zgarishi

- shlak massasi 54 kg/t dan 92 kg/t gacha (70% ga) oshadi;
- shixta sarf koeffitsiyenti 1,13 dan 1,18 gacha ko'tariladi.

Bu holat IBT tarkibidagi FeO ni qaytarish zarurati va tarkibida bo'sh jinslarning mavjudligi bilan izohlanadi, bu esa issiqlik o'tkazuvchanligini yomonlashtiradi [3]. **1-rasm** – "IBT ulushining oshishi bilan elektr energiya sarfining solishtirma o'zgarishi" bu effektni tasvirlaydi.

IBT ning vannadagi harakati va yuqori erish haroratiga ega fazalarning shakllanishi

Shixta tarkibida IBT ulushi 25–30% dan yuqori bo'lsa, porsiyali yuklash sharoitida yirik shlak-metall konglomeratlar hosil bo'lishi kuzatiladi (2–4-rasmlar). Ular FeO, CaO va SiO₂ asosiy tarkibiy qismlaridan iborat erishi qiyin oksidli qobiq bilan qoplanadi. Ushbu qobiq issiqlik o'tkazuvchanligi past va yuqori g'ovaklikka ega ekanligi bilan ajralib turadi [4]





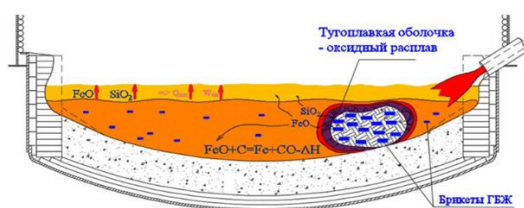
2-rasm. Pechdan chiqarilgan shlak-metal konglomerati

Pechdan chiqarilgan shlak-metal konglomerati taxminan 2,5 tonna og'irlikka ega bo'lib, u IBT ulushi yuqori bo'lgan metall shixtani qayta ishlash jarayonida uzoq muddatli ekspluatatsiya natijasida hosil bo'lgan.



3-rasm. CaO-SiO₂-FeO tizimining soddalashtirilgan fazaviy diagrammasi [6]

Ushbu diagrammada shlak-metal konglomerati qobig'ining holati va tarkibiy o'zgarishlari ko'rsatilgan. Qobiq asosan CaO, SiO₂ va FeO oksidlaridan iborat bo'lib, issiqlik o'tkazuvchanligi past va yuqori g'ovaklikka ega [7].



4-rasm. IBT bilan hosil bo'lgan konglomeratning sxematik joylashuvi

Kimyoviy tahlil natijalariga ko'ra (2-jadval):

- FeO – 42,0 %
- CaO – 33,5 %
- SiO₂ – 13,2 %
- Asosiylik darajasi ($CaO + MgO / SiO_2$) = 2,95

2-jadval

Qattiq eruvchi konglomerat tashqi qobig'ining kimyoviy tarkibi (%)

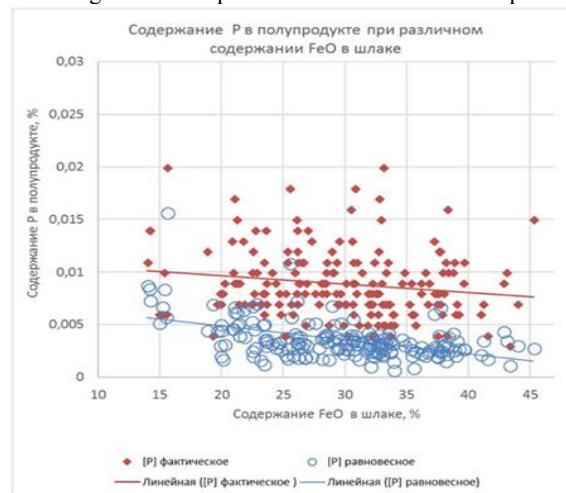
Qattiq eruvchi konglomerat tashqi qobig'ining kimyoviy tarkibi (%)	FeO	CaO	SiO ₂	MgO	MnO	TiO ₂	Asosiylik darajasi (CaO+MgO)/SiO ₂
Qiymatlar	42,0	33,5	13,2	5,5	5,6	0,4	2,95

Shixtlash sxemalarini yuklash va futerovkani himoya qilish

G'ovak temirmi qatlamlar bo'ylab po'lat chiqindisi bilan berish eng kam nuqsonli usul bo'lib chiqdi. Tarkibida 10–20% GBJ bo'lgan shikhtada futerovka yuzasida himoya qatlami hosil bo'lib, yong'inga chidamli materiallarning uzoq muddat xizmat qilishini ta'minlaydi.

Fosfor miqdori va defosforlanish jarayoniga ta'siri

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, metall tarkibidagi fosfor miqdori IBT ulushi 27% ga oshganda 0,012% dan 0,006% gacha kamayadi (5-rasm). Bu quyidagi formula asosida hisoblangan fosfor taqsimot koeffitsienti bilan tasdiqlanadi:



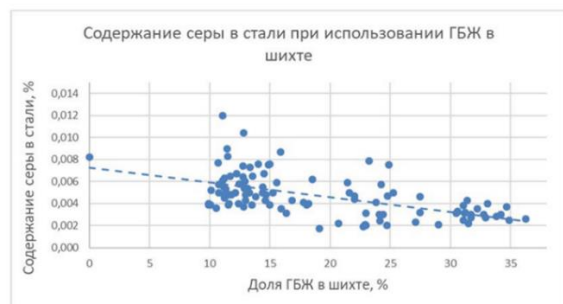
5-rasm. Shlakning oksidlanish darajasining po'lat tarkibidagi fosforning muvozanatli va amaliy miqdoriga ta'siri (IBT ishtirokida oksidlovchi defosforlanish mexanizmi amalga oshganda) [8]

Shuningdek, fosforning yakuniy miqdorini baholash uchun quyidagi formula ishlatilgan:

Amaliy taqsimot koeffitsienti (formula 4):

$$L_{\Phi} = (P_2O_5) * \frac{62}{142} \frac{[P]}{[P]} \quad (4)$$

Natijalar 5-rasmda keltirilgan [9][10].



6-rasm. IBT ulushining metall tarkibidagi oltingugurt miqdoriga ta'siri sulfid faolligi va tiklovchi atmosfera sharoitlarining o'zgarishi hisobga olingan holda [11]

Rangli metallar aralashmalariga ta'siri

IBT ulushining oshishi bilan Cu, Sn, Ni, Cr miqdorining barqaror kamayishi kuzatilgan [12].

Iqtisodiy samaradorlik

Iqtisodiy tahlil quyidagi jadvalga asoslangan:

- **Jadval 3.** IBT bilan ikkilamchi lom va cho'yan almashtirishning iqtisodiy ta'siri».

Almashtirish natijasidagi tejamkorlik:

- **ikkilamchi lom** → **IBT**: 96,27 \$/eritish;
- **Cho'yan** → **IBT**: 2615,53 \$/eritish.

Aniqlangan qonuniyatlar defosforlanish va shlak hosil bo'lish jarayonlarining termodinamik asoslanganligini tasdiqlaydi. IBT yuzasida yuqori haroratda hosil bo'ladigan qattiq qobiq quyidagi reaksiyaga bog'liq:

Oksidlanish darajasining oshishi va shlak asosiylikining yuqorilashi defosforlanish jarayonini kuchaytiradi, ammo shlakning qovushqoqligi jarayon kinetikasini cheklaydi.

4. Xulosa

1. IBT energiya sarfini va shlak hosil bo'lishini oshiradi, ammo zararli aralashmalar miqdorini kamaytiradi.
2. IBT ulushi 25–30% dan oshganda, erishi qiyin bo'lgan konglomeratlar shakllanadi.
3. Qatlamli yuklash issiqlik rejimini optimallashtiradi va favqulodda holatlarning oldini oladi.
4. Defosforlanish va tozalash jarayonlari termodinamik modellarga mos keladi.
5. Ikkilamchi lom va cho'yaning bir qismini IBT bilan almashtirish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqdir.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Belkovskiy A.G. "AISTech 2014 konferensiyasining domna va po'lat eritish bo'yicha materiallar sharhi". // Chernaya metallurgiya yangiliklari. 2015. № 4. B. 26-33, № 5. B. 26-37.

[2] Kasyan G.I., Pavlenko A.V., Popik N.I., Kodak A.V. "Zamonaviy yuqori unumli elektr yoyli pechlarda GBT dan foydalanish tajribasi". // 11-chi po'lat eritish kongressi to'plami. 2011. B. 255-259.

[3] Korostelyov A.A., Syemshikov N.S., Syemin A.E. va boshqalar. "GBT dan foydalanishda elektr yoyli pechlar qoplamasining chidamliligini oshirish". // Yangi refrakterlar. 2018. № 3. B. 3-10.

[4] Lyukhof Ya., Apfel Y., Buttler Y. "Elektro-po'lat eritish jarayonida turli xil metall xomashyolaridan foydalanish". // Chernye metally. 2017. № 10. B. 28-33.

[5] Timofeyev E.S. "GBT dan foydalanish orqali DSP-150 pechining energiya-texnologik rejimini takomillashtirish". Moskva, 2007. 147 bet.

[6] Hassan A.I. "Turli fosfor miqdoriga ega metall xomashyolarining elektro-po'lat eritish jarayoniga ta'siri". Moskva, 2016. 134 bet.

[7] Abel M., Hein M., Böhm C. va boshqalar. "Elektr yoyli pechlarda GBT ulushini oshirish bo'yicha yechimlar". // AISTech 2014. Proceedings. 2014. B. 1007-1014.

[8] Ellis D., Varick V., Abel M. va boshqalar. "EVRAZ Pueblo zavodida SIMETAL EAF Ultimate texnologiyasi bilan yetti yillik tajriba". // AISTech 2013 Proceedings. 2013. B. 707-716.

[9] Hornby S., Madias J., Torre F. "Elektr yoyli pechlarda DRI/HBI yuklash bo'yicha afsona va haqiqatlar". // AISTech 2015, PR-368-204.5664.

[10] Mohamed Abd Elkader, Ayman Fathy, Mamdouh Eissa, Sayed Shama. "GBT ulushining elektro-po'lat eritish jarayoni texnologik parametrlariga ta'siri". // ISIJ International. 2016. Vol. 5. № 2. B. 2016-2024.

[11] Schult H. "Tahliliy taqqoslash – rivojlanishning keyingi bosqichlarini belgilash vositasi". // SEAISI Quarterly Journal. 2011. № 3. B. 30-36.

[12] Shiotani T., Nishimura N. "Ishlatilgan MgO-C refrakter g'ishtlarini qayta ishlash usullari". // Taikabutsu Refractories. 2014. 66. № 7. B. 312-316.

[13] Stubbles John. "GBT ishlab chiqarish va undan foydalanishning ekologik va iqtisodiy afzalliklari". // Iron & Steel Technology. Fevral 2007. B. 34-42.

[14] Tanaka Y., Fukuda N., Kogawa M. va boshqalar. "Elektr yoyli pechlarda bir xil erish jarayonini ta'minlash bo'yicha tadqiqotlar". // CAMP-ISIJ. Zairyo to Purosesu. 2015. 28. № 1. B. 653.

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

Khalikulov Utkir MTTU MISISning Olmaliq filiali,
Mirzakamolovich dotsent, PhD
E-mail: utkirhm@mail.ru
Tel.: +998915594441
<https://orcid.org/0009-0004-1844-319X>



Methodology for calculating the strength of the pressure beam of freight cars

D.Sh. Valieva¹^a, Sh.I. Mamaev¹^b, N.K. Tursunov¹^c, Sh.E. Tursunov¹^d,
L.A. Sattarkulov¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

This article presents the results of research aimed at analyzing and eliminating malfunctions arising in the overhead beam of freight cars. In order to ensure reliable and high-quality delivery of goods on railway transport and the effective use of the existing rolling stock, the designs of freight cars are being improved.

In the study, the main malfunctions arising in the overhead beam of freight cars were identified. These include beam fatigue, casting defects, and cracks that occur during operation as a result of maximizing load-bearing capacity. It is noted that such malfunctions can affect the safety of train traffic and lead to accidents and incidents.

In order to improve the design of freight cars, 3D models were created using SolidWorks and HyperWorks engineering programs and analyzed using the finite element method. The results made it possible to determine the values of stresses arising in the beam under load. Various load diagrams were analyzed, and optimal design parameters for increasing the strength of the overhead beam were proposed. The research results showed the need to use new materials and technological solutions in the design of the overhead beam. And this will increase the service life of the wagons and ensure traffic safety.

Keywords:

freight cars, overhead beam, fault analysis, railway transport, design improvement, SolidWorks, HyperWorks, finite element method, stress analysis, strength, materials and technological solutions, traffic safety

Yuk vagonlarini nadressor balkasini mustahkamligini hisoblash metodikasi

Valiyeva D.Sh.¹^a, Mamayev Sh.I.¹^b, Tursunov N.Q.¹^c, Tursunov Sh.E.¹^d,
Sattarqulov L.A.¹

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Ushbu maqolada yuk vagonlarining ressor usti balkasida yuzaga keladigan nosozliklarni tahlil qilish va ularni bartaraf etishga qaratilgan tadqiqot natijalari keltirilgan.

Tadqiqotda yuk vagonlari ressor usti balkasida yuzaga keladigan asosiy nosozliklar aniqlangan. Ular qatoriga yuk ko'tarish qobiliyatidan maksimal foydalanish natijasida balkaning charchashi, quyma nuqsonlari va ekspluatatsion jarayonda yuzaga keladigan yoriqlar kiradi. Bu kabi nosozliklar poezd harakati xavfsizligiga ta'sir ko'rsatib, halokatlar va avariyalarga olib kelishi mumkinligi ta'kidlangan.

Yuk vagonlari konstruksiyasini takomillashtirish maqsadida SolidWorks va HyperWorks muhandislik dasturlari orqali 3D modellar yaratildi va chekli elementlar usulida tahlil o'tkazildi. Natijalar yuklangan holatda balkada paydo bo'ladigan kuchlanish miqdorlarini aniqlash imkonini berdi. Turli yuklanish sxemalari tahlil qilinib, ressor usti balkasining mustahkamligini oshirish uchun optima konstruksiya parametrlari taklif qilindi.

Tadqiqot natijalari ressor usti balkasini loyihalashda yangi materiallar va texnologik echimlardan foydalanish zarurligini ko'rsatdi. Bu esa vagonlar xizmati muddatini oshirish va harakat xavfsizligini ta'minlash imkonini yaratadi.

Kalit so'zlar:

yuk vagonlari, ressor usti balkasi, nosozliklar tahlili, temir yo'l transporti, konstruksiya takomillashtirish, SolidWorks, HyperWorks, chekli elementlar usuli, kuchlanish tahlili, mustahkamlik, materiallar va texnologik echimlar, harakat xavfsizligi

1. Kirish

Jahonda temir yo'l transportida yuklarni dunyo bozoriga mahsulot sifatini saqlagan holda, ishonchli tarzda etkazib berish, mavjud temir yo'l xarakteristikalarini parkidan samaradorligini oshirishda zamonaviy usullar va texnologiyalarni joriy etishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

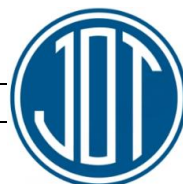
Bu borada, yuk vagonlari elementlariga tashuvchi yuklar hosil qiluvchi dinamik va statik ta'sirlari, yo'l profilining egrilik, hamda qiyalik darajalari ko'rsatgichlarini inobatga olgan holda, yuk vagonlarining konstruksiyalarini takomillashtirish, ularning xizmat muddatini oshirishga katta ahamiyat berilmoqda. Temir yo'l tizimi transportida yuklarni tashish qobiliyatini oshirish, yuklarni o'z vaqtida

^a <https://orcid.org/0000-0003-1241-4246>

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

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

^d <https://orcid.org/0009-0000-6044-2052>



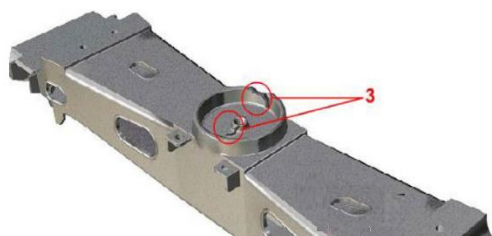
etkazish, temir yo'l izlarining turli profillarida poezdning barqaror harakatlanishi harakatlanuvchi tarkibning konstruksiyalarining ishonchligiga bog'liqdir. "O'zbekiston temir yo'llari" AJ tasarrufida yangi temir yo'l liniyalarini qurilganligi, hamda ushbu temir yo'llarning nishablik ko'rsatgichi va egrilik darajasi katta ekanligini inobatga olgan holda, yuk vagonlarining konstruksiya elementlariga tushadigan dinamik kuchlarning o'tirishiga olib kelmoqda. SHu sababli, hozirda "O'zbekiston temir yo'llari" AJ tasarrufidagi "Vagonlar va vagon xo'jaligi" boshqarmasining asosiy vazifalaridan biri mavjud vagon parkidagi yuk vagonlarining asosiy mexanik qismi bo'lgan aravalarining rama va balkalari konstruksiyalarini dinamik va statik yuk ko'taruvchanlik qobiliyatini oshirishga alohida e'tibor berilmoqda.

Tadqiqot ishlarini olib borishda, asosan mavjud yuk vagonlarining resor usti balkasida hozirgi kunda vujudga keladigan nosozliklar tahlilini olib borish maqsadga muvofiqdir.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, yuk vagonlaridagi resor usti balkalarida vujudga keladigan nosozliklar quyidagi xolatlarda yuzaga keladi:

1. Hozirgi kunda vagon parkidan foydalanish vagonlarning yuk ko'tarish qobiliyatidan maksimal darajada foydalanish va yuqori harakat tezligi sharoitida amalga oshirilmoqda. Natijada, hatto to'g'ri yo'l uchastkalarida, katta bo'lmagan tezliklarda yuk vagonlari harakatlanayotganda ham, inersiya kuchi maksimal qiymatlari vujudga kelishi natijasida, resor usti balkasining asosiy kuchni qabul qilish qismi, ya'ni podpyatnik sirtida va podpyatnik bo'rtig'ida ko'chishlar yuzaga keladi (1-rasm).



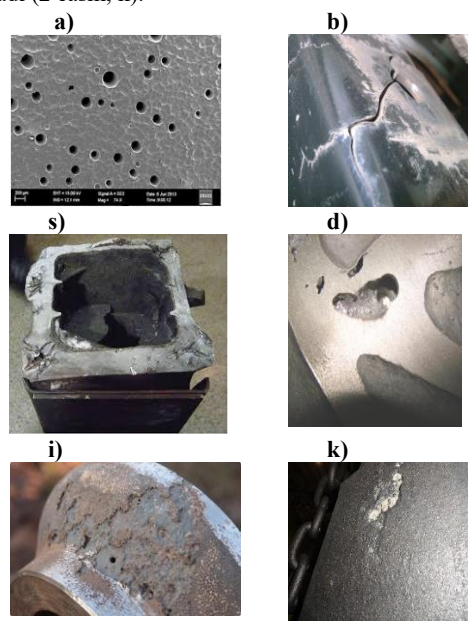
1-rasm. Resor usti balkasining podpyatnik qismida vujudga keladigan nosozliklar

2. Yuk vagoni resora usti balkasining quyma nuqsonlari - bu detal (quyma)ni tayyorlash jarayonida hosil bo'ladigan kamchiliklar. Ularning ba'zilar quyidagilar:

- Gazli kovak. Metalldan ajralib chiqqan yoki metallga kirgan gazlar hosil qilgan bo'shliq ko'rinishidagi nuqson (2-rasm, a);
- "Issiq" yoriq. Qotish harorati oralig'ida paydo bo'lgan kirishish natijasida quyma tanasida hosil bo'lgan yorilish yoki uzilish ko'rinishidagi nuqson (2-rasm, b);
- Sovutgichlarning yaxshi qovushmagan joylari. Quyma metallining sovutgichlar yuzasi bilan ularning ifloslanishi, massalarning mos kelmasligi, quyilayotgan metall haroratining pastligi natijasida to'liq qovushmasligi ko'rinishidagi nuqson (2-rasm, s);
- Qumli kovak. Qolip materiali bilan to'liq yoki qisman to'ldirilgan bo'shliq ko'rinishidagi nuqson (2-rasm, d);

- Kirishma kovak. Metall qotayotganda kirishishi natijasida yuzasi g'adir-budir bo'lgan ochiq yoki yopiq bo'shliq ko'rinishidagi nuqson. (2-rasm, i)

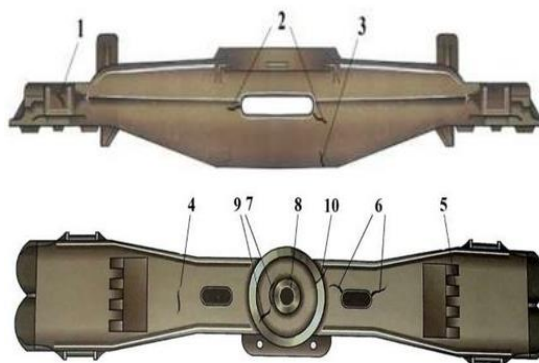
- Cho'kma. Qotish paytida metallning kirishishi natijasida quyma yuzasida hosil bo'lgan, chetlari yumaloqlangan chuqurcha ko'rinishidagi nuqsonlar yuzaga keladi (2-rasm, k).



2-rasm. Quyish jarayonida xosil bo'ladigan nuqsonlar

3. Yuk vagoni resor usti balkasi metallining charchashi natijasida, darzlar resora usti balkasining cho'zilish zonasida joylashgan pastki belbog'ida hosil bo'ladi. Ishlash sharoitiga ko'ra, balka bir tomonlama egilishga uchraydi.

Yuk vagonining resora usti to'sinining sinishi va charchashdan emirilishi turli sabablarga ko'ra sodir bo'lishi mumkin. Bu asosan aravacha qismlarining haddan tashqari yuklangan holatlarda ishlashi yoki quyish jarayonida yuzaga kelgan nuqsonlar tufayli ro'y beradi.



3-rasm. Resor usti balkasida yuzaga keladigan sinish va yoriqlar

Resor usti balkasining ba'zi sinish va yorilishi mumkin bo'lgan joylari (3-rasm):

- 1. Qiya tayanch sirtidagi yoriq;
- 2. Yon belbog'ning yorig'i;
- 3. Pastki belbog'ning yorig'i;
- 4 va 6. Yuqori belbog'ning yorig'i;
- 5. Sirpanuvchi tayanch yorig'i;

- 7,8,9,10. Pyatnik tagidagi tayanch yuzasidagi yoriq.

Yuk vagonlaridan uzoq muddatli foydalanish jarayonida asosan detal va uzellarida charchash natijasida yoriqlar xam yuzaga keladi (4-rasm).



4-rasm. Ressor osti balkasida charchash natijasida yuzaga keladigan yoriq

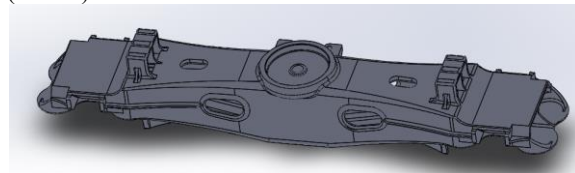
Charchash yoriqlar ressora usti balkasining cho'zilish sohasida joylashgan pastki qismida hosil bo'ladi. Ishlatish sharoitlariga ko'ra, balkada bir tomonlama egilish yuzaga keladi. Xorijiy olimlarning olib borgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, yuk vagonlarining ressor usti balkasida yuzaga keladigan yoriqlarning 10,52% ko'rsatgichida halokatga va 1,52% ko'rsatgichi esa avariya olib kelgan [1-2]. Bundan ko'rinib turibdiki yuk vagonlarning uzel va detallaridagi nosozliklar poezdni krusheniyasiga (halokatiga) olib keladi.

Yuqorida olib borilgan tahlillar asosida aniqlangan nasozliklarning ma'lum qismi bo'lgan quyish jarayoni natijasida yuzaga keladigan nosozliklarni bartaraf etish uchun xorijiy va yurtimiz olimlari tadqiqotlar olib borishgan. Ular tomonidan yuk vagonlarining yon ramasini quyish uchun resurstejamkor texnologiyalar va texnika vositalarining yangi ilmiy-texnikaviy echimlarini, temir yo'l harakat tarkibi yuk vagonlarining yon ramalarini quyish texnologiyasini takomillashtirish orqali energiya va resurslarni tejash, po'lat eritma uchun optimal qolip turini tanlash, po'latlarni quyish texnologiyasi uchun sovutish tizimini yaxshilash, parametrlari va ish rejimlarini asoslash, ularning fizik-mexanik, texnologik, ekspluatatsion xossalarini yaxshilash borasida ilmiy-tadqiqot ishlari olib borishgan. SHu bilan birga yuk vagonlari uchun mas'uliyati yuqori quyma detallarni ishlab chiqarishda 20GL markali po'latning kimyoviy tarkibi, uning quyish texnologiyasiga ta'siri, quyish jarayonida ichki sovutgichlarning geometrik parametrlarini quymadagi kristallanish jarayoniga ta'sirini nazorat qilish, quyma detallarining chidamligini oshirish bo'yicha texnik parametrlarini asoslash borasida ilmiy-tadqiqotlar olib borishmoqda [3-6].

Ushbu tadqiqot ishimizda, asosan yuk vagonlarning yuk ko'tarish qobiliyatidan maksimal darajada foydalanish natijasida, ressor usti balkasi materialining charchashi natijasida yuzaga keladigan nosozliklarni oldini olishga qaratilgan tadqiqotlar olib borish nazarda tutilgan. Olib borilgan adabiyot taxlillari shuni ko'rsatadiki, yuk vagoni ressor osti balkasini nosozligini olish uchun, asosan devor qalinliklari, egrilik radiuslarida xosil bo'ladigan kuchlanishlarni aniqlash lozim. Ushbu kuchlanishlarning maksimal qiymati bo'yicha balkaning ko'ndalang kesim yuzasini optimal qiymatini aniqlash, balka uchun materialning mexanik xossalari yaxshilangan turini tanlash imkonini beradi.

Xozirgi kunda, dunyo olimlari o'zlarining tadqiqot ishlari zamonaviy muhandislik dasturlaridan foydalangan holda, ishonchliliigi va samaradorligi yuqori bo'lgan tadqiqot natijalariga erishmoqda.

Tadqiqot ishimizda, "O'zbekiston temir yo'llari" AJ tasarrufidagi "Quyuv mexanika zavodi" AJ da maxalliy xom-ashyolar asosida quyilayotgan ressor osti balkasida statik va dinamik yuklanish darajasini aniqlash usullari keltirib o'tilgan. Bunda, zamonaviy muxandislik Solidworks dasturidan foydalanib ressor usti balkasini modeli yaratildi (5-rasm).



5-rasm. Solidworks dasturida ressora usti balkasini modellash tirish

SolidWorks muhandislik dasturi murakkab geometrik ob'ektlarni loyihalashda va 3D modellarni yaratishda eng qulay dasturlardan biri hisoblanadi. Modellash tirish jarayoni quyidagilarni o'z ichiga oladi:

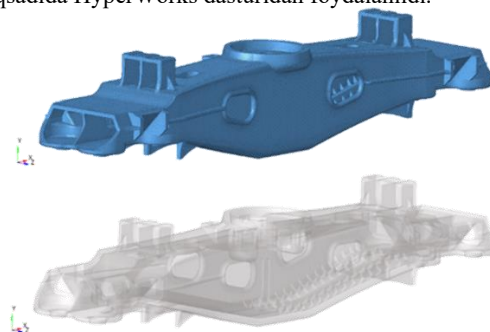
1. Eskizlar tayyorlash - balkaning geometrik xususiyatlarini inobatga olgan holda uning tashqi chegaralarini chizish.

2. CHO'zish va kesish operatsiyalari - detalning asosiy hajmini shakllantirish hamda zarur kesimlarni yaratish.

3. Mustahkamlash elementlarini qo'shish - qattqlik qovurg'alari, mahkamlash uchun teshiklar.

4. Materiallarni qo'llash - foydalanish talablariga qarab po'lat yoki kompozit materialni tanlash.

Ushbu hisobotda temir yo'l balkasidagi kuchlanishlar taqsimoti tadqiq etiladi. Hisob-kitoblar chiziqli-elastik materialdan foydalangan holda to'qqizta turli vaziyat uchun amalga oshirilgan. Tadqiqot ishlarni aniqligini oshirish maqsadida HyperWorks dasturidan foydalanildi.



6-rasm. HyperWorks dasturida chekli elementlar usulini modellash tirish

Bunda, Solidworks dasturida yaratilgan 3D modelni HyperWorks dasturida chekli elementlar usulini modellash tirish uchun dastlabki ma'lumotlar tanlab olindi:

Elastiklik moduli — 213000 N/mm²;

Puasson koeffitsienti — 0,3;

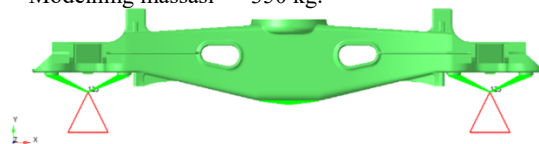
CHekli elementning maksimal uzunligi — 15 mm;

CHekli element uzunligi — 1 mm;

Tugunlar soni — 3287469;

Elementlar soni — 2006125;

Modelning massasi — 350 kg.

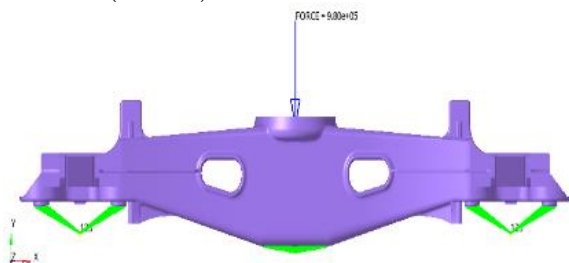


7-rasm. Chegaraviy shartlar

Modelni raqamli tadqiqotlar olib borish uchun chegaraviy shartlarni belgilash lozim bo'ladi (7-rasm).

HyperWorks dasturidan foydalanilib, turli xil yuklanish sxemalari uchun tadqiqot natijalari olindi.

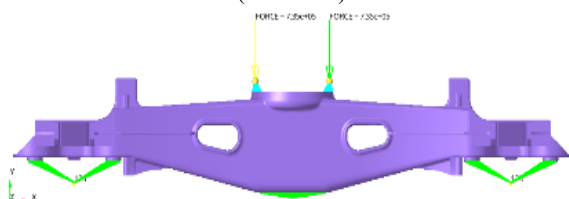
Yuk vagonlari to'liq yuklangan holatida, statik yuklanishda bo'ladi. Bunda, tadqiqot olib borilayotgan reszor usti balkasining yuklanishni qabul qilish yuzasi, ya'ni pyatnikning tayanch yuzasiga vertikal yo'nalishda kuch ta'sir etadi (1-sxema).



1-sxema. Podpyatnikning tayanch yuzasi bo'ylab bir tekisda $P_0 = 4P_0$ kuch ta'siri

Bu xolatda, agar yuk vagoning o'qiga 23,5 tn va 25 tn yuk tushgan holatida balkaning xafvli kesimlarida xosil bo'ladigan yuklanish $140 \div 223$ MPa oralig'ida xosil bo'lishi aniqlandi.

Temir yo'l xarakatlanuvchi tarkib yuk vagonlari asosan avtulagichlarni ulanishi natijasida bir-birini tortib xarakatga keltiradi. Bunday holatlarda, reszor usti balkaning yukni qabul qiluvchi yuzasi pyatnik bo'rtiqlarida navbatma-navbat kuchlar ta'sir ko'rsatadi (21-sxema).



2-sxema. Pyatnik tagi bo'rtiqlariga navbatma-navbat $P_{kr.p} = 3P_0$ kuch ta'siri

Natijada, agar yuk vagoning balkasining pyatnik bo'rtig'iga ta'sir ko'rsatuvchi kuchning qiymati $690 \div 735$ kN ni tashkil etsa, u holda balkaning pyatnik tagi qismi va reszor uzeli bilan kontaktda bo'ladigan yuzada $100 \div 132$ MPa oralig'ida kuchlanish xosil bo'lishi aniqlandi.

Balkaning sirpanish kronshteynlariga $P_{(sk)} = P_0$ kuchi ta'sir ko'rsatuvchi sxemani ko'rib chiqaylik (3-sxema).

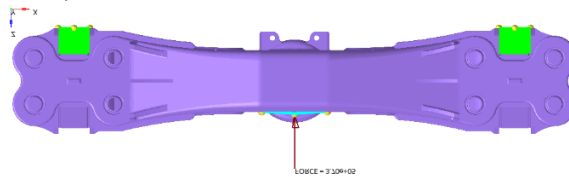


3 -sxema. Balkaning sirpanish kronshteynlariga navbatma-navbat $P_{(sk)} = P_0$ kuch ta'siri

HyperWorks dasturida chekli elementlar usulini modellashtirish orqali, bunday holatda reszor usti balkasining xafvli kesimlaridagi kuchlanish miqdori, agar kuchning qiymati $230 \div 245$ kN ni tashkil etganada, kuchlanish $50 \div 231$ MPa oralig'ida ekanligi aniqlandi.

Yuk vagonining reszor ustki balkasining vertikal devorlariga xam vagonning yuk og'irligi natijasida $T =$

$1,5P_0$ kuchga teng miqdorda yuklama ta'sir ko'rsatadi (4-sxema).



4-sxema. Balkaning vertikal devorlariga $T = 1,5P_0$ kuch ta'siri

Bunday holatlarda vertikal devorlarida $14750 \div 231$ MPa oralig'ida kuchlanishlar yuzaga kelishi, modellashtirish orqali aniqlandi.

3. Xulosa

Ressor usti balkasining yangi modeli - konstruksiyaning og'irligini kamaytirish, mustahkamligini oshirish va texnologik xususiyatlarini yaxshilashga qaratilgan ilmiy-texnik echimning mahsuli hisoblanadi. U zamonaviy yuk aravachalarida qo'llanilib, ekspluatatsion ishonchlilik va uzoq muddat xizmat qilishni eng yaxshi darajada ta'minlaydi. Ressor usti balkalarini loyihalashda SolidWorks va HyperWorks dasturlarini qo'llash konstruksiyalarni samarali ishlab chiqish va tahlil qilish, ularning mustahkamligi va ishonchliligini oshirish bo'yicha aniq echimlarni olish imkonini beradi. Chekli elementlar usuli loyihalash bosqichidayoq xafvli kesimlarning joylarni aniqlash va konstruksiyani takomillashtirish imkonini beradi. Bu esa mahsulotlarni sinash va modernizatsiya qilish xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] D.SH. Valieva, S.Z. YUnusov, N.K. Tursunov. Issledovanie prochnostnykh karakteristik nadressornoy balki telejki gruzovogo vagona na siklicheskuyu nagruzku // UNIVERSUM:texnicheskie nauki: elektron. nauchn. jun. - 2023 №5(110), S. 64-69. DOI - 10.32743/UniTech.2023.110.5.15556
- [2] Dilmira Valieva*, Salokhiddin Yunusov and Nodirjon Tursunov, "Study of the operational properties of the bolster of a freight car bogie" E3S Web of Conferences 401, 05017 (2023). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/2023401050173>
- [3] Babanin, V. S., Gavrilov, S. S., Zabadykin, I. V., Kuklin, T. S., Pavlov, P. V., & Shevchenko, D. V. (2015). Nadressornaya balka telejki gruzovogo vagona.
- [4] Muravev, V. V. (2014). Srovnitel'naya dostovernost akustiko-emissionnogo kontrolya bokovykh ram i nadressornyx balok telejek gruzovykh vagonov. V mire nerazrushayushchego kontrolya, (3), 30-33.
- [5] Pastuxov, I. F., & Pastuxov, M. I. (2012). O vliyaniy liteynykh defektov na soprotivlenie ustalosti liteykh detaley. Vestnik Gomelskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. PO Suxogo, (3 (50)), 011-018.
- [6] Toirov, O. T. U., Tursunov, N. K., & Kuchkorov, L. A. U. (2022). Sovershenstvovanie tekhnologii vnepechnoy obrabotki stali s selyu povysheniya ee mexanicheskix svoystv. Universum: tekhnicheskie nauki, (4-2 (97)), 65-68.

[7] Toirov, O. T. U., Tursunov, N. K., & Uchkun, T. U. R. (2022). Razrabotka texnologii po snijeniyu izloma krupnyx stalnyx otlivok dlya lityx detaley podvijnogo sostava. Central Asian Academic Journal of Scientific Research, 2(4), 243-248.

[8] Konstantinov, L. S., & Truxov, A. P. (1981). Napryajeniya, deformatsii i treščiny v otlivkax. M.: Mashinostroenie.

[9] Lukin, V. V., & Belskiy, A. O. (2013). Raschet bokovoy ramy i nadressornoy balki telejki gruzovogo vagona metodom konechnyx elementov. Izvestiya Transsiba, (1 (13)), 7-12.

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

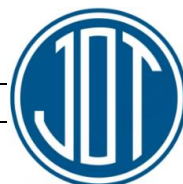
Valieva	Toshkent davlat transport universiteti
Dilmira	“Materialshunoslik va mashinasozlik”
Shavkatovna /	kafedrasi tayanch doktoranti
Valiyeva	E-mail: valievadilmira22@gmail.com
Dilmira	https://orcid.org/0000-0003-1241-4246
Shavkatovna	
Mamaev	Toshkent davlat transport universiteti
Sherali	“Materialshunoslik va mashinasozlik”
Ibrokhimovich /	kafedrasi t.f.n., professor v.b,

Mamayev	E-mail: mamayevsherali@gmail.com
Sherali	Tel.: +998909687427
Ibroximovich	https://orcid.org/0009-0002-6073-747X

Tursunov	Toshkent davlat transport universiteti
Nodirjon	“Materialshunoslik va mashinasozlik”
Kayumjonovich	kafedrasi mudiri. t.f.d. professor,
/	E-mail: u_nadir@mail.ru
Tursunov	Tel.: +998990012371
Nodirjon	https://orcid.org/0009-0008-7910-3980
Qayumjonovich	

Tursunov	Toshkent davlat transport universiteti
Shukurali	“Materialshunoslik va mashinasozlik”
Ekhsonovich /	kafedrasi dotsenti
Tursunov	E-mail: tursunovshukurali@mail.com
Shukurali	Tel.: +998 93 500 12 47
Exsonovich	

Sattarkulov	Toshkent davlat transport universiteti
Lazizbek	“Materialshunoslik va mashinasozlik”
Abror ugli	kafedrasi 1-bosqich magistranti
Sattarqulov	
Lazizbek	
Abror o'g'li	



Assessing the risk of public transport in southern cities of Azerbaijan using the "bow tie" method

E.M. Salayev¹ ^a

¹Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

Abstract: Buses are an important component of the urban public transport system, meeting the daily mobility needs of the population. However, various risks arise during the operation of public transport, which can cause serious problems in terms of safety and comfort of passengers. In this study, risk factors of public transport in the southern cities of Azerbaijan were analyzed and a risk assessment was carried out using the "bow tie" method.

Keywords: public transport, risk analysis, risk assessment, risk matrix, BowTie

1. Introduction

Urban public transport systems are complex systems that include social, economic, political, technological and organizational aspects. In order to develop and implement effective ways to improve the system, these elements, as well as the interrelations between the factors that make up the system, must be considered comprehensively and holistically [1,2]. The main risk factors in the field of land transport (freight and passenger transportation) are traditionally poor road conditions, deficiencies in vehicle maintenance and, above all, the human factor, which occurs due to the inattention or negligence of drivers. [3] Part of the research includes preventing or reducing the damage caused by air pollution by reducing the use of private cars, as well as helping to make cities more resilient to large-scale climate events, allowing for a quicker return to normal life.[3] Risks are analyzed quantitatively and qualitatively.

2. Research methodology

One of the methods of risk analysis in the transportation services industry is the "bow tie" method. This method helps to identify the main and most important threats from the point of view of the enterprise and the associated risk management opportunities. The method consists of creating cause and effect analysis tables related to the main types of risks arising in the transportation services industry. BowTie analysis diagrams appeared in 1979 during a lecture on risk analysis at the University of Queensland, Australia. In the early 1990s, the Royal Dutch Shell Group adopted the BowTie method as a corporate standard for risk analysis and management. Shell conducted extensive research into the application of the BowTie method and developed strict rules for identifying all details based on its best practices. After Shell, the BowTie method quickly gained support in the oil and gas industry, since the diagrams helped to visualize control over risk management practices. Over the past decade, the BowTie method has also spread to aviation, shipping, chemical industry and healthcare [4]. Bow-tie was created by combining two existing risk analysis tools. These are the fault tree, which describes the probability that several faults will lead to a single failure, and the event tree, which describes the various consequences that can be predicted as a result of a single event. A relational diagram is built, which

gives a visual representation of the relationship between causes (defects or failures) and effects [5]. BowTie method is a risk assessment method that can be used to demonstrate and analyze cause-and-effect relationships in high-risk scenarios. The method gets its name from the shape of the resulting diagram, which resembles a butterfly when created. The risk event is in the center of the bow tie diagram [6]. The article describes the identification of risk factors in public transport vehicles operating in the Southern regions of the Republic of Azerbaijan, as well as measures for their prevention and management. A survey of 420 respondents was conducted regarding the implementation of the Urban Mobility Plan in Masalli, Lenkoran, Bilasuvar and Jalilabad districts. During the analysis, risk factors were identified based on the respondents' opinions, the analysis was carried out using the "bow tie" method.

The "bow tie" method is widely used in risk management for visualization and systematic analysis of cause-and-effect relationships. The advantage of the method is that it allows for a comprehensive risk assessment by combining in one diagram both the initial factors that led to the event (left side) and the consequences that may occur after the event (right side) [7].

A review of the literature shows that the "bow tie" analysis has previously been used in the oil and gas industry, and more recently in healthcare, aviation and public transport, and has demonstrated high efficiency [5,6]. The "bow tie" method also helps to identify protective measures to prevent risk factors and mitigate their consequences, which plays an important role in improving the safety of public transport passengers. As a result of surveys conducted in Masalli and other southern cities, key risk factors such as the technical condition of public transport, driver behavior, road infrastructure, and parking conditions were identified. The bow tie method allowed us to systematically show both the causes and potential consequences of each of these risk factors and propose specific risk management measures [3,8]. Therefore, in this study, the bow tie method was chosen as the main basic tool of the methodology.

Factors Affecting Public Transport Use and Passenger Satisfaction

Understanding the factors that drive the use of existing public transport services is crucial to attract passengers to new public transport services, especially in small and

^a <https://orcid.org/0000-0003-0872-3599>



medium-sized cities. User satisfaction plays a decisive role in their decision to use a service or not. Therefore, it is important to identify the key aspects that influence the perception of high service quality, how these aspects affect customer satisfaction, and how these aspects affect a person's willingness to use the service and recommend it to others. Here, data on user satisfaction and dissatisfaction, as well as the factors that influence their decision to use public transport services, are presented.

Chen et al. (2019) found that service hours have a significant impact on overall satisfaction. Service hours cover the time when public transport services are available to users and standard routes are running. [9]

Redman et al. (2013) emphasized the importance of punctuality and frequency of public transport services, stating that punctuality or "punctuality" directly influences customers' perceptions of reliability. This, in turn, influences passenger satisfaction levels with the transport service. Public transport is often perceived as a convenient and comfortable way to travel, so price is an important factor. Lower fares may encourage people to use public transport instead of driving [10]. According to Stewart et al. (2000), travel time or speed is at least as important as frequency. They also found that customer satisfaction is related to users' perceptions of the costs associated with public transport services.[11]

The travel time between an origin and destination reflects the convenience of a service, especially when compared to other modes of transport. The proximity of stops to an origin or destination reflects the accessibility of a service and is considered an important factor in the decision to use public transport.

Eboli and Mazullah (2010) suggested that good communication and route information are critical to the convenience of passengers using public transport.[12,13]

Accessible information and accurate, up-to-date information about routes and travel times can make it easier for people to plan their trips and make informed decisions about which mode of transport to use. In addition, access to real-time information about the location and status of buses can reduce the stress and uncertainty associated with waiting

for a bus, leading to an improved experience and higher levels of satisfaction with the service. [14]

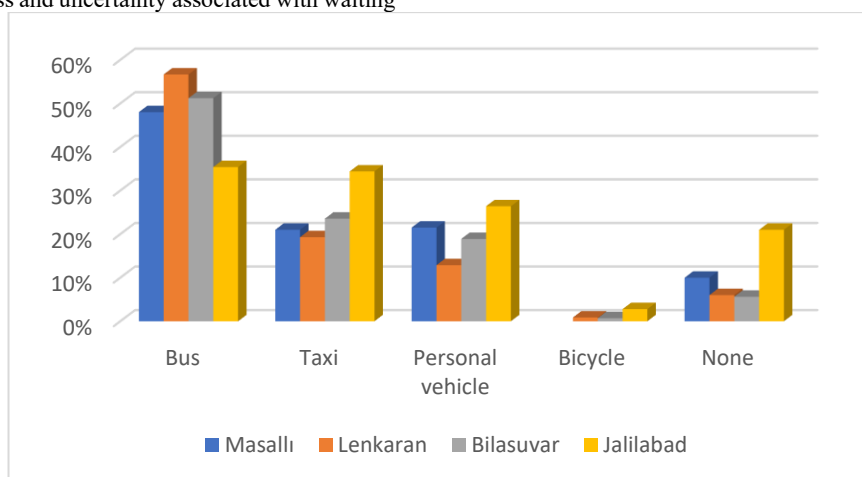
Tirinopoulos and Antoniou (2008) found that both distance to stop and waiting time affected overall satisfaction[15]. The ease of switching between different modes of transport allows users to reach their destination quickly and efficiently. The ease of boarding and disembarking from a vehicle affects user comfort and satisfaction [16]. Personal space in a vehicle is directly related to user comfort. If the personal space inside the vehicle is narrow and cramped, it can cause discomfort and anxiety, which can lead to user dissatisfaction. Tirinopoulos and Antoniou (2012) found that crowding was the factor that most deterred respondents from using public transport[15]. De Oña (2013) believed that the temperature inside the vehicle is important for passenger satisfaction [17].

Analysis of the level of public transport use by passengers and the problems arising from it

Increasing the use of public transport is a long-term sustainable solution for urban networks, while reducing the impact of related problems such as urban pollution [18]. The focus should be on customer satisfaction [19] in the divestment process. Most studies carried out internationally show that factors such as quality of services, availability, price and affordability have a wider impact on satisfaction levels[20].

It is important to identify and attract and retain a wide range of users across age groups[21]. There are very few studies of this kind in the field of public transport, so the aim of this study is to identify the main characteristics that influence the satisfaction of users of public transport.

As bus is the most popular and widely used public transport mode in the country, a survey was carried out in several cities and regions of Azerbaijan under the guidelines of the Cabinet of Ministers of the Republic of Azerbaijan for the preparation of the Intra-urban Mobility Plan [22]. The districts covered by the urban mobility plan include Larkaran, Masalli, Bilasuvar and Jalilabad.

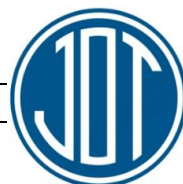


Graph 1. Daily trips on transport used by the population of southern cities of Azerbaijan

The level of motor vehicle use in the southern cities was determined on the basis of the survey carried out. The charts show that the population of southern cities is predominantly dependent on public transport. In Masalli, respondents use buses most often (48 percent) for daily journeys. The

proportion of respondents using taxis and private cars for daily journeys is 21.5 percent and 21.8 percent respectively.

56.65 percent of Lankaran's population travel by bus, 12.88 percent by car and 0.86 percent by bicycle.

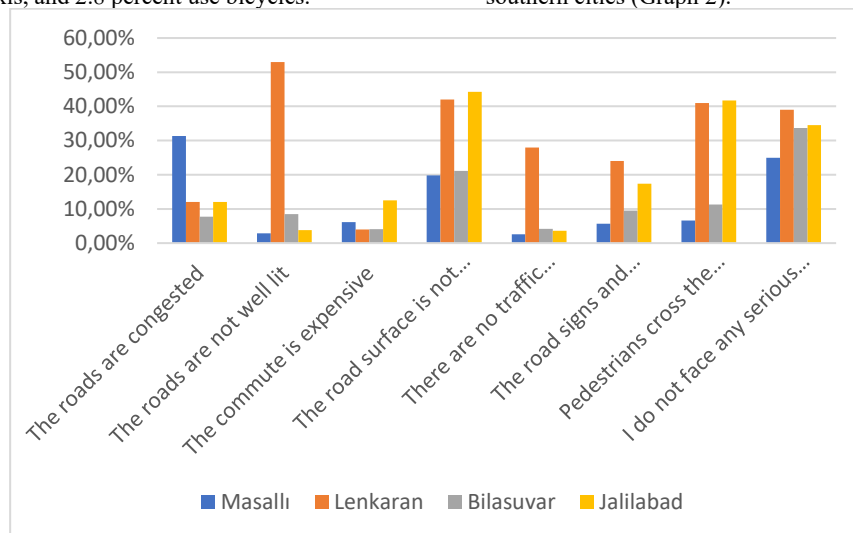


Respondents using taxi services represent 19.31 percent of the total.

In Bilasuvar, respondents to the survey were most likely to use buses for daily commuting to work (51.21%). 23.56 percent of the respondents use taxis, 18.90 percent use private cars and 0.71 percent use bicycles for their daily commute. In the Jalilabad district, 35.4 percent of respondents use buses, 26.4 percent use personal vehicles, 34.4 percent use taxis, and 2.8 percent use bicycles.

Problems faced by the population when traveling by transport

In surveys in southern cities, the majority of people use personal cars to reach their destinations, in addition to public transport. A survey of the population revealed the most common problems encountered by the population when travelling. The graph below shows the most frequent problems encountered by passengers travelling by car in southern cities (Graph 2).

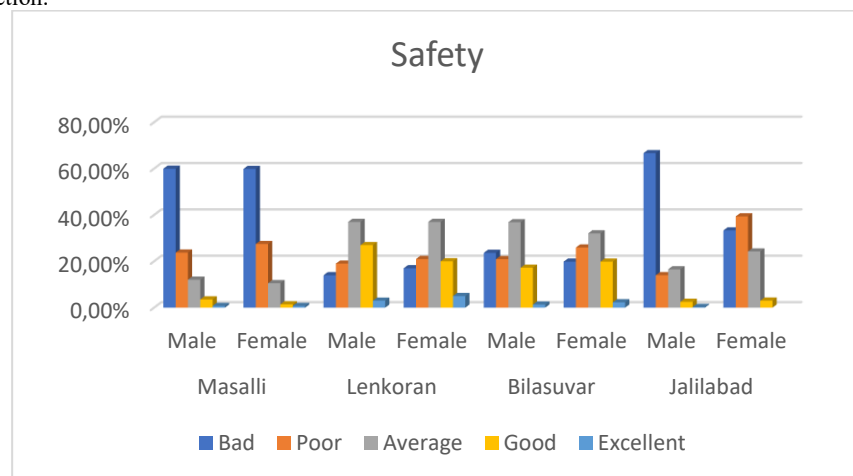


Graph 2. Problems faced by the population when traveling by transport in the southern cities of Azerbaijan

Problems encountered when travelling by car in southern cities vary from one extreme to another. The main problems in Masalli are traffic congestion (31.37%), poor road conditions (19.81%) and not following the rules (6.60%). In the Lankaran, the main complaint was poor road lighting (53%), 42 percent of respondents complained about the state of road surface and 41 percent complained about irregular pedestrian traffic. Bilasuvar's main problems are poor road conditions (21.09%), other problems include illegal pedestrian crossings (11.27%) and the lack of road signs (9.56%). In Jalilabad, the main concerns are poor road conditions (44.25%), irregular pedestrian crossings (41.69%) and the lack of road signs (17.39%). Overall, the main problems faced by the transport system in the Southern cities of Azerbaijan are the road infrastructure and the lack of pedestrian protection.

Evaluation of existing bus routes on a 5-point scale

It is important to consider different factors when assessing bus safety in the risk matrix. These factors include factors such as the technical state of buses, the professional competence of drivers, road conditions, passenger behaviour and the presence of security measures. This risk assessment plays an important role in the development of safety programmes for public transport authorities [23]. The results of the assessment of the most frequently selected issues by survey respondents on the reliability indicators of bus lines in southern cities on a five-point scale are shown in the graphs below.



Graph 3. Assessment of bus safety on a 5-point scale

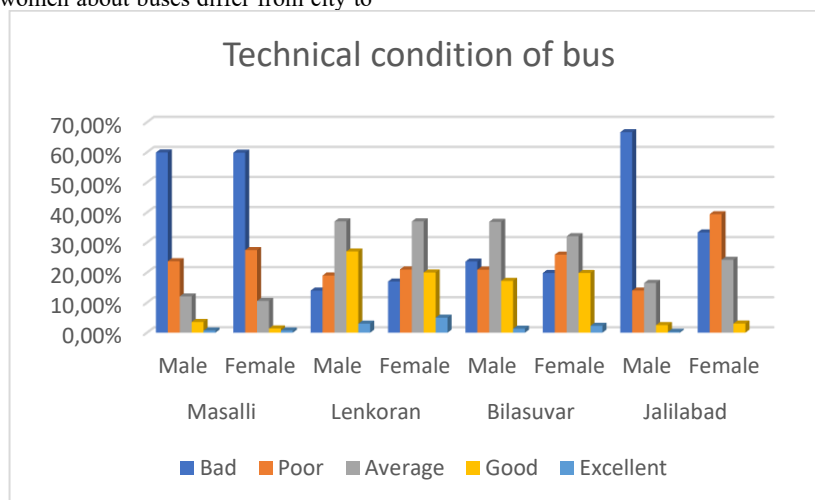


Respondents rated the safety and comfort levels of buses in southern cities in different ways. In Masalli, 22.88 percent of respondents rated bus safety as good or very good, while 4.93 percent of female rated bus safety as good (3 point) or very good (4point). In Lenkaran, 37 percent of male respondents and 20 percent of female rating the buses as good and 5 percent as very good. In Bilasuvar, 40.05 percent of respondents rated bus safety as average, 32.06 as good and 2.29 as excellent. In Jalilabad, 29.74 percent of respondents rated bus safety as good (3 points), 36.92 percent of female respondents rated it as good, and 1 point of respondents rated it as poor.

Overall, although most respondents rated bus safety as average, attitudes of women about buses differ from city to

city. While female respondents in Masalli and Lankaran rated bus safety relatively low, opinions differed in Bilasuvar and Jalilabad.

A study by Xuan Long Nguyen et al. (2023) investigated the impact of bus service quality factors on passenger satisfaction in Ho Chi Minh City. A total of 3,913 samples were collected from 25 bus routes in Ho Chi Minh City in 2019–2020. The impact of different service aspects on passenger satisfaction was analyzed using the SEM model. 64.9% of passengers were satisfied with the bus service, but respondents wanted the bus schedule to be optimized, information systems to be improved, and drivers and dispatchers to be trained.[24]



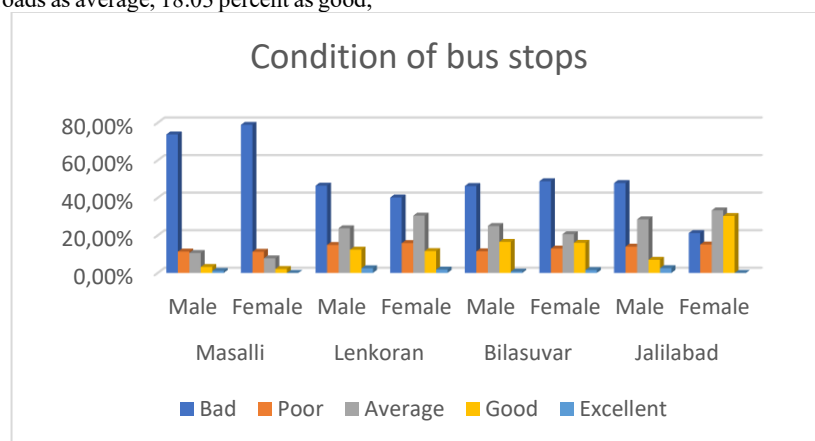
Graph 4. Assessment of the technical condition of bus routes on a 5-point scale

Respondents generally rated the technical state of the buses in southern cities as poor. In the Masalli survey, 59.91 percent of respondents considered the technical state of the buses to be poor (1 point), 25.8 percent as satisfactory, 11.56 percent as average and only 0.71 percent as very good. In the case of Lenkaran, 37 percent rated the technical state as average (3 points), 24 percent as good (4 points), 20 percent as satisfactory and 15 percent as poor.

In Bilasuvar, 35.36 percent of the respondents rated the technical state of the roads as average, 18.03 percent as good,

22.48 percent as satisfactory and 1 point each as poor. In Jalilabad, the situation is even more critical - 63.85 percent consider bus technical conditions to be poor, 16.15 percent satisfactory, 17.18 percent average and only 0.26 percent very good.

The technical state of the buses in Jalilabad and Masalli is generally considered to be low, while the situation in Bilasuvar and Lankaran is considered to be relatively satisfactory.



Graph 5. Assessment of the condition of bus stops on a 5-point scale

The current status of bus stops in southern cities of Azerbaijan was generally rated negatively by respondents. In Masalli, 3.19 percent of male respondents rated the parking lots as good, 10.64 percent as average, and 78.87

percent of female respondents rated the parking lots as poor. In Lenkaran, 8.7 percent consider bus stop conditions good, 15.2 percent average, and 40 percent of female respondents consider bus stop conditions poor. Although the condition of



the Bilasuvar parking lot appears to be somewhat improved, the overall assessment was negative. 16.55 percent of male respondents rated it as good, 25 percent as average and 46.28 percent as bad. 48.85 percent of women classified the interrogation as traumatic. In Jalilabad, 7 percent of male respondents considered parking to be good, 28.57 percent to be bad, and 47.9 percent to be poor. 21.21 percent of women are unhappy with the state of the bus stops.

Overall, the condition of bus stops in all cities was assessed as poor, with the vast majority of female respondents being particularly dissatisfied with the stops

Analysis of the technical condition of buses using the "bow-tie" method. The following risk factors have been identified and evaluated as a result of the research and monitoring carried out in the southern cities.

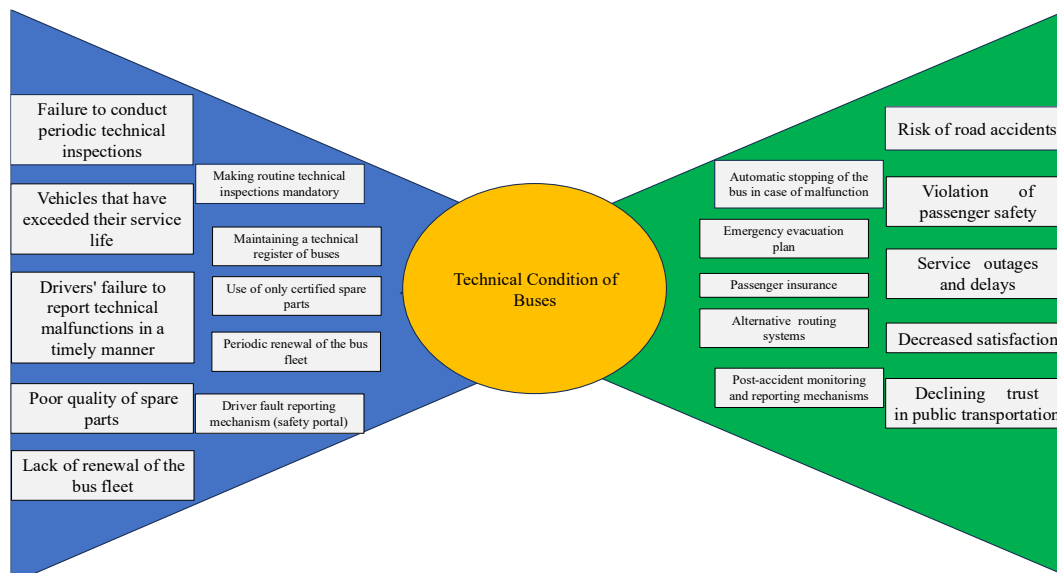


Figure 1. Assessment of the technical condition of buses using the "bow tie" method

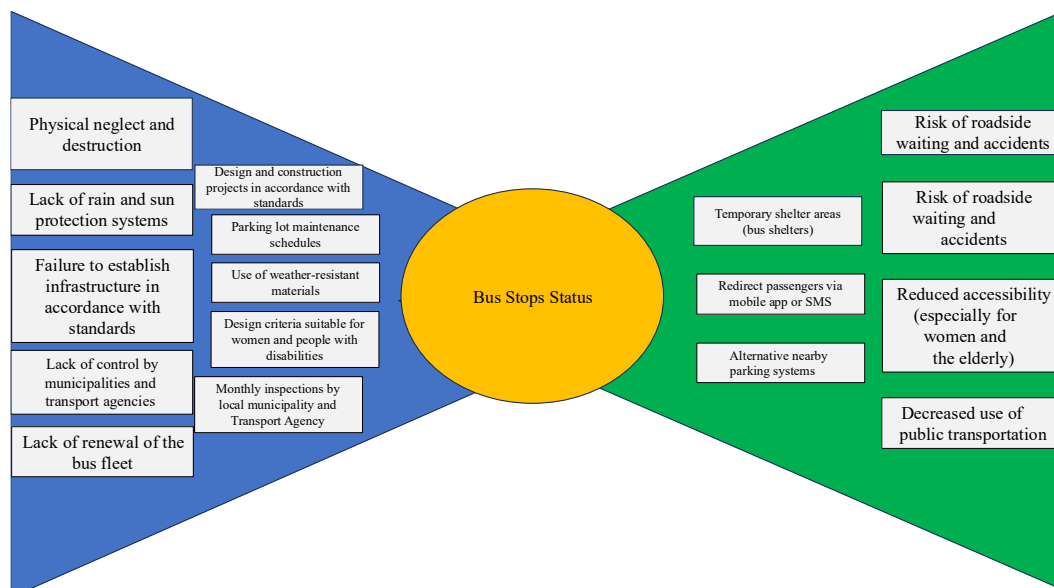


Figure 2. Assessing the condition of bus stops using the bow tie method

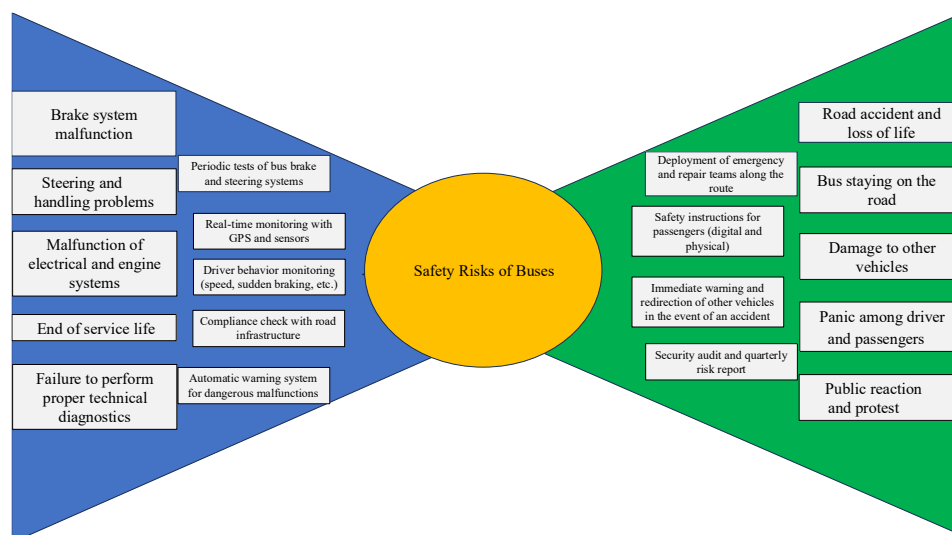


Figure 3. Bus safety assessment using the bow tie method

To eliminate the above risk factors, control measures, preventive causes, and mitigating measures to reduce consequences are proposed.

3. Discussion

The results of the study showed that technical faults of buses and poor condition of bus stops prevail among the main risk factors affecting the level of public transport safety in the southern cities. The level of technical risk in Masalli and Jalilabad districts was assessed as very high (risk score 25), which indicates that buses pose a serious threat to passenger safety during operation. In Bilasuvar and Lankaran districts, technical risks were observed at medium and low levels.

Risk analysis conducted at bus stops yielded similar results. The poor condition of bus stops, especially in Masalli and Jalilabad, negatively affects the comfort and safety of passengers. Risk levels ($P \times S$) are in the high risk zone in these cities. The bow tie analysis identified the key measures to prevent threats as:

- Regular technical inspection of buses,
- Monitoring and training driver behaviour,
- Upgrading bus stops and using weather-resistant materials,
- Including improving urban mobility plans to suit local conditions.

The obtained results are consistent with international studies [25]. In addition, some differences were also found; for example, higher levels of complaints about traffic violations by pedestrians in the regions (lack of pedestrian crossings, road safety issues) are observed in Azerbaijan more often than in other countries.

Among the limitations of the study:

- Based on subjective assessments of respondents,
- Not taking into account the results of real technical inspections,
- It can be noted that modeling methods are not used.

It is recommended that future studies include realistic technical indicators, expand risk models using traffic modeling programs such as PTV, and conduct regional comparisons.

4. Conclusion

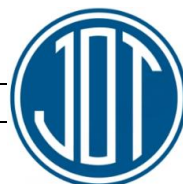
The study shows that the current problems of public transport in southern cities are mainly related to the technical condition of buses, the condition of bus stops and safety on buses. Using the bow tie method, these problems were systematically assessed and preventive and corrective measures were proposed to solve them.

These measures include regular technical inspections, periodic renewal of the bus fleet, the introduction of a mechanism to warn drivers about faults (safety portal), the use of weather-resistant materials at bus stops, monthly inspections by the local municipality and the Transport Agency, and periodic testing of the braking systems and steering of buses. The implementation of the proposed measures will not only improve the safety of urban transport, but also create more comfortable and accessible conditions for passengers.

Further research should focus on measuring the effectiveness of these measures, conducting additional statistical analyses and conducting a more in-depth assessment of intra-city transport flows. For the sustainable development of public transport, both infrastructure and transport policies need to be strategically formulated.

References

- [1] Matthiass M. Generic Guidelines for Conducting Risk Assessment in Public Transport Networks. COUNTERACT. March, 2009
- [2] Новикова, И. И. Управление рисками в деятельности высших учебных заведений Российской Федерации. Москва, 2008. 24 с
- [3] David José Oliveira da Silva, Marcelo Hazin Alencar Bow Tie Analysis (BTA) in a Public Transport Sector During the Covid-19 Pandemic: A Case Study
- [4] Julian Talbot. Risk BowTie Method. <https://www.juliantalbot.com/post/risk-bow-tie-method>
- [5] Раимов А.И., Николаева Н.Г., Сопин В.Ф. Метод «галстук-бабочка» и его применение при оценке рисков. Компетентность / Competency (Russia). — 2020. — № 3. Doi: 10.24411/1993-8780-2020-10308



- [6] Charles Cowley. Bow Ties in Risk Management. CCPS Staff Consultant, London. Energy Institute. pp 3-5
- [7] Cox, L. A. (2008). What's Wrong with Risk Matrices? *Risk Analysis*, 28(2), 497–512. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01030.x>
- [8] Veli Deniz. Papyon analizi (Bow-tie Analysis) II. Uluslararası Proses Güvenliği Sempozyumu. 22-24 Ekim. 2015. İstanbul
- [9] Chen, M. H., Hsu, C. Y., & Chen, M. H. (2019). How Transportation Service Quality Drives Public Attitude and Image of a Sustainable City: Satisfaction as A Mediator and Involvement as A Moderator. *Sustainability*, 11(23), 6813. <https://doi.org/10.3390/su11236813>
- [10] Lauren Redman a , Margareta Friman b,n, Tommy G ärling b,c , Terry Hartig, Quality attributes of public transport that attract car users: A research review, *Transport Policy* 25 (2013) 119–127, 20 December 2012
- [11] Stewart, K.R., Mednick, M., Bockman, J., 2000. A structural Equation model of consumer satisfaction for the New York City subway system. *Transp. Res. Rec.* 1735, 133–137. <https://doi.org/10.3141/1735-16>
- [12] Eboli, L., Mazzulla, G., 2007. Service Quality Attributes Affecting Customer Satisfaction for Bus Transit. *J. Public Transp.* 10, 21–34. https://doi.org/10.5038/2375-0901.10.3.2,24_24
- [13] Eboli, L. and Mazzulla, G. (2008) 'A stated preference experiment for measuring service quality in public transport', *Transportation Planning and Technology*, 31(5), pp. 509–523. doi:10.1080/03081060802364471
- [14] Krizek, K., & El-Geneidy, A. (2007). Segmenting Preferences and Habits of Transit Users and Non-Users. *Journal of Public Transportation*, 10(3), 71–94. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.10.3.5>
- [15] Tyrinopoulos, Y., & Antoniou, C. (2008). Public transit user satisfaction: Variability and policy implications. *Transport Policy*, 15(4), 260–272. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2008.06.002>
- [16] Carreira, R. P., Patrício, L., Jorge, R. N., & Magee, C. L. (2014). Understanding the travel experience and its impact on attitudes, emotions and loyalty towards the transportation provider—A quantitative study with mid-distance bus trips. *Transport Policy*, 31, 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.11.006>
- [17] De Oña, J., De Oña, R., Eboli, L., & Mazzulla, G. (2013). Perceived service quality in bus transit service: A structural equation approach. *Transport Policy*, 29, 219–226. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.07.001>
- [18] Wickham, J. Public transport systems : The sinews of european urban citizenship, Employment Research Centre, Department of Sociology, Trinity College Dublin, Dublin 2, Ireland (2004)
- [19] Lam, S. Y. et al. (2004) 'Customer value, satisfaction, loyalty, and switching costs: An illustration from a business-to-business service context', *Journal of the academy of marketing science*. Sage Publications, 32(3), pp. 293–311
- [20] Eboli, L., & Mazzulla, G. (2010). How to Capture the Passengers' Point of View on a Transit Service through Rating and Choice Options. *Transport Reviews*, 30(4), 435–450. <https://doi.org/10.1080/01441640903068441>
- [21] Akiyama, T. and Okushima, M. (2009) 'Analysis of Railway User Travel Behaviour Patterns of Different Age Groups', *IATSS Research. International Association of Traffic and Safety Sciences*, 33(1), pp. 6–17. doi: 10.1016/S0386-1112(14)60232-6
- [22] [https://nk.gov.az/az/senedler/qerarlar/%E2%80%9C9Csahardaxili-harakat-\(mobillik\)-planinin-hazirlanmasi-qaydasi%E2%80%9D9Dnin-tasdiq-edilmesi-haqqinda-5907](https://nk.gov.az/az/senedler/qerarlar/%E2%80%9C9Csahardaxili-harakat-(mobillik)-planinin-hazirlanmasi-qaydasi%E2%80%9D9Dnin-tasdiq-edilmesi-haqqinda-5907)
- [23] Federal Transit Administration, Sample Safety Risk Assessment Matrices for Bus Transit Agencies, september 2019
- [24] Nguyen, X. L., Quach, B. K., Pham, C. T., Nguyen, T. T., & Tran, T. T. L. Analysis of service quality factors affecting passenger satisfaction with bus service based on a structural equation modeling: A case study of Ho Chi Minh City. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1289, 012056. [https://doi.org/10.1088/1757-899X/1289/1/012056​:contentReference\[oaicite:1\]{index=1}. \(2023\)](https://doi.org/10.1088/1757-899X/1289/1/012056​:contentReference[oaicite:1]{index=1}.)
- [25] Redman, L., Friman, M., Gärling, T., & Hartig, T. (2013). Quality attributes of public transport that attract car users: A research review. *Transport Policy*, 25, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.11.005>.

Information about the authors

Elmaddin Mubarrad oglu Salayev
Azerbaijan Technical University
Department of "Transport logistics and traffic safety"
e-mail: elmeddin.salayev@aztu.edu.az , elmeddin.salayev@gmail.com
Tel: +99455-568-37-63
<https://orcid.org/0009-0000-4315-3590>



Evaluation effectiveness of solutions to improve mobility in cities

T. Verdiev¹ 

¹Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

Abstract: The article proposes a methodology for developing efficiency conditions when developing some solutions related to increasing urban mobility. An example of the conditions for applying and testing the coordinated regulation method used to ensure uninterrupted traffic on main streets, taking into account possible delays in traffic flows on intersecting streets, is given. The procedure for determining the maximum values of the flow and intensity of bus traffic is given in order to maintain the speed of traffic flows within a certain limit when organizing dedicated bus lanes. Simulation experiments were used to test the efficiency of creating bus lanes and a green wave based on the proposed methodology. Micromodels were created using the PTV VISSIM program.

Keywords: mobility, urban transport, bus lane, coordinated regulation, delay

1. Introduction

Ensuring the quality of life of the city population largely depends on the functioning of the urban transport infrastructure. The main tasks facing transport organizations are to ensure the implementation of trips for various purposes in a short time and with the appropriate convenience. Of course, pedestrian and bicycle paths that promote a healthy lifestyle are important, and their development requires a favorable infrastructure. It is necessary to ensure the interconnection of public transport and take organizational measures to reduce the time lost in traffic flows. However, solutions to ensure mobility require a comprehensive implementation of all provided measures. As indicators of the quality of mobility in cities, the population primarily perceives travel time, comfort and traffic safety [1]. Reducing and minimizing time losses in traffic flows are the main goals of improving mobility in cities. Therefore, it is necessary to develop measures aimed at studying and reducing the time lost by road users. When analyzing mobility models of European cities, the following solutions are proposed to ensure sustainable and environmentally friendly urban mobility [2]:

- increase in the number and coordination of bicycle paths;
- development of public transport systems;
- expansion of bicycle and pedestrian paths;
- creation of bicycle sharing systems;
- improvement of connections between the city center and its outskirts by means of bus, tram and metro lines;
- promotion of the use of alternative modes of transport;
- restriction of car access to the central parts of the city;
- increase of pedestrian zones;

Kijewska et al., analyzing mobility problems in the cities of Belo Horizonte, Brazil, and Szczecin, Poland, propose organizing activities in the following three directions [3]:

- increasing and improving the accessibility of public transport;
- more efficient organization of freight transportation within the city;
- organization of transportation in accordance with the mobility of residents.

Papadakis and his co-authors studied the practices implemented in various cities in order to ensure mobility in cities. The authors noted that it is important to implement

strategies to improve public transport, reduce the use of private cars and create more pedestrian and bicycle paths to increase mobility in cities [4].

Literature review. One of the most common measures to reduce vehicle travel time in cities is the "green wave" regime, which involves coordinating traffic light modes on city streets, as well as creating special bus lanes to reduce passenger travel time. In many cases, these solutions can cause certain side effects. For example, the introduction of a "green wave" leads to an increase in delay time due to the expansion of the prohibiting signal on intersecting streets. The creation of bus lanes reduces the area intended for vehicle movement, which leads to additional delays in traffic flows.

There are various approaches to studying traffic delays. In his study on the analysis of traffic delays at signalized intersections, Abdurakhmanov proposed optimizing the traffic light modes at signalized intersections to reduce traffic flow delays [5].

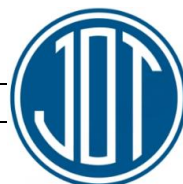
Li and his co-authors studied the impact of congestion on traffic flow during vehicle deceleration on a two-lane street and road network. The authors proposed a new model that takes into account congestion during braking. The proposed model provides a more realistic description of the traffic flow by taking into account the difference between the current vehicle density and the density that occurs during deceleration [6].

Bashar et al. analyzed the traffic delay times on the Phulbarigate–Daulatpur Highway in Bangladesh and investigated the causes of delays during and off-peak hours. They found that vehicles traveling at low speeds (e.g., 10 km/h) increase the overall deceleration and reduce the road capacity [7].

To reduce traffic delays, Royko et al. tested the effectiveness of coordinated traffic signal control using the PTV Vissim simulation program. The authors showed that coordinated control organized on the considered street ensures smooth movement of vehicles at successive intersections, significantly reducing the overall delay time [8].

Dhinakaran estimated the traffic delay times at controlled intersections in Tamil Nadu, India, using the Webster and Highway Capacity Manual (HCM) models. The author found that the Webster and HCM models are

 <https://orcid.org/0000-0002-9520-5038>



ineffective for mixed traffic flows. A new approach to delay estimation for mixed traffic flows is presented [9].

2. Research methodology

The paper proposes to compare the proposed solutions for improving mobility with the existing or previously used option in terms of total time costs. A mathematical model for estimating the total time costs is proposed when applying coordinated regulation on a main street and when creating a bus line.

In real conditions, it is necessary to estimate the total time losses on intersecting streets and compare options depending on the duration of the prohibiting signal and the

intensity of the traffic flow. The total delay time of all vehicles on main and intersecting streets on a street with a coordinated arrangement can be determined using traditional analytical methods. However, it is more appropriate to obtain results that are more consistent with real conditions using a simulation model based on data taken from a real street and road network. The experience of using the PTV VISSIM modeling program for studying, modeling and testing traffic flows is widespread [10,11,12,13]. Figure 1 shows a test image of the simulation model of coordinated traffic control on Bakikhanov Street, one of the main streets of Baku, created using the PTV VISSIM program. Traffic light rules have been introduced at 7 intersections of the street.



Figure 1. Example of 3D tests of the simulation model of traffic flow at intersections of Bakikhanov Street

As can be seen from Figure 1, serious queues arise on almost all streets intersecting with the main street. The scheme of the "green wave" mode in one direction on the

main street, created using PTV VISSIM, is shown in Figure 2.

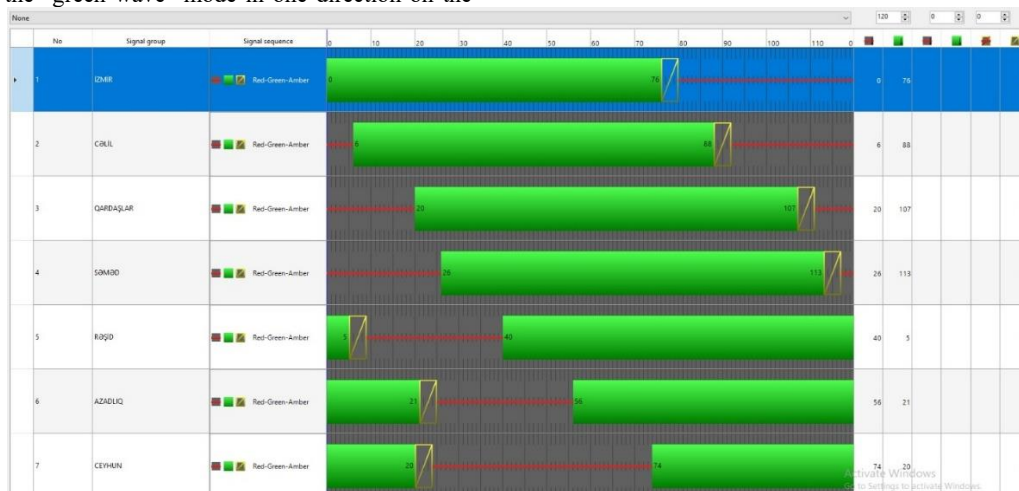


Figure 2. Coordinated control schedule in the PTV VISSIM

After the implementation of coordinated regulation on the main (trunk) street, the cost of traffic delays on intersecting streets changes. If this change is in the direction of increase, and the value of traffic intensity in the directions on intersecting streets is large, then the total amount of lost time may be greater than before. Therefore, the total values of delay time on main (trunk) and intersecting streets must satisfy the following condition:

$$\sum d_{agv} < \sum d_{bgv} \quad (1)$$

Where $\sum d_{bgv}$ and $\sum d_{agv}$ - are the total delay times of all vehicles on the main and intersecting streets before and after the application of the agreed regulation, respectively.

$$\sum d_{agv} = \sum_j^m \sum_{i=1}^n N_{vi} d_{iagv}$$

$$\sum d_{agv} = \sum_j^m \sum_{i=1}^n N_{vi} d_{iagv}; \quad (2)$$

Where d_{ibgv}, d_{iagv} - the time of vehicle delays at the stop line i before and after the application of the corresponding coordinated regulation; N_{vi} - number of vehicles in the direction i .

As a result of the application of isolated and coordinated control on the street under consideration, using simulation tests, the total amount of traffic delays on the main and intersecting streets was 139 and 149.6 hours, respectively. It follows that the cost of total time loss increased with the introduction of coordinated control as a result of the increase in delay time on intersecting streets.

When creating special lanes for public transport, the time lost by vehicles in the general traffic flow increases. This increase takes on different values depending on the number

of traffic lanes [14]. Figure 3 schematically shows the situation after the introduction of a special traffic lane on a street with a three-lane roadway.

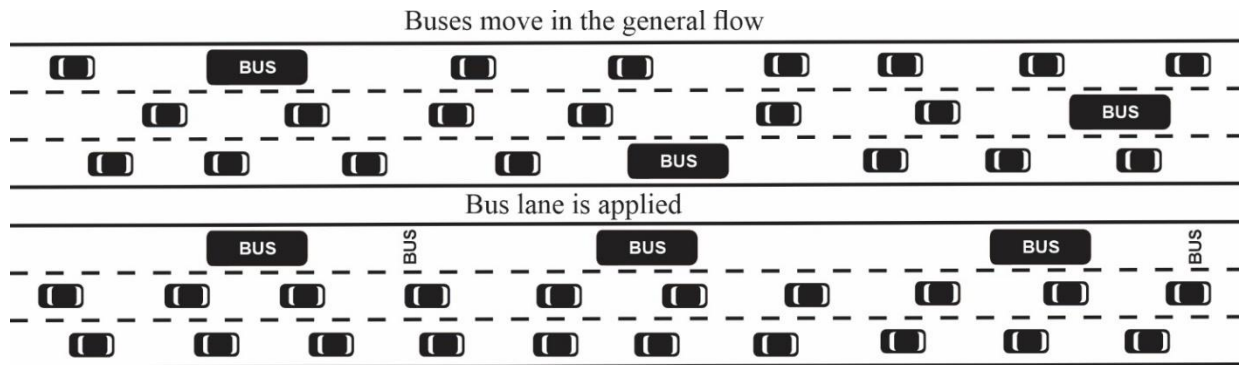


Figure 3. Changes in traffic scheme after the introduction of bus lanes

The efficiency condition for bus lanes, based on the time lost in creating bus lanes, can be expressed as follows:

$$\sum t_{losaf} < \sum t_{losbef} \quad (3)$$

Where $\sum t_{losaf}$ and $\sum t_{losbef}$ are the total time lost by road users before and after the creation of the bus lane, respectively.

$$\sum t_{losbef} = \overline{t_{jgf-bef}}(n_{bef} + \sum_{r=1}^m q_r \gamma_{rj}) \quad (4)$$

$$\sum t_{losaf} = (\overline{n_{af}} \overline{t_{jgf-af}} + \overline{t_{busj}} \sum_{r=1}^m q_r \gamma_{rj}) \quad (5)$$

Where $\overline{t_{jgf-bef}}$; $\overline{t_{jgf-af}}$ - the travel time of vehicles on the general flow through the section j in question before and after the creating bus lane respectively; n_{bef} ; n_{af} - the number of vehicles traveling in the general flow through the section j in case before and after the creating bus lane respectively; $\overline{t_{busj}}$ - travel time of buses through the section j ; γ_{rj} - capacity factor of bus r in the section j .

Measurements on the street under consideration show that increasing the delay time on narrow streets does not reduce the overall time losses, but on the contrary increases them. In tests conducted on a street section 800 meters long (with a traffic flow intensity of 2200 NV/h and an hourly bus frequency of 160 buses/h), the time it takes to travel the road section was determined based on the values determined by live observation in real street conditions. The maximum speed was taken to be 50 km/h in accordance with local traffic organization conditions. A comparison of the values obtained before and after the introduction of the bus lane using a micromodel created in PTV VISSIM shows that the time spent per traveler decreases on 2-, 3- and 4-lane roads (from 114 seconds to 82 seconds, from 79 seconds to 71 seconds and from 73 seconds to 67 seconds, respectively) [15].

If it is necessary to maintain the speed of the traffic flow at a certain level (for example, to prevent violation of the "green wave" mode), it is necessary to check the efficiency of the implementation of the dedicated bus lane, based on the condition of maintaining this speed limit. As an example, we will create a regression equation showing the dependence of the speed on the intensity of the traffic flow before and after the introduction of the bus lane, using the indicators obtained as a result of simulation experiments on a three-lane road. The permitted speed on the street is 50 km / h. The effect of the intensity of the traffic flow and the frequency of bus arrivals changes according to the following expression when buses move in the general flow:

$$V = 62.9 - 0.0015N_{veh} + 0.067N_{bus}, R^2 = 82,13 \quad (5)$$

Where N_{veh} - is vehicle traffic intensity, veh/h; N_{bus} - is bus arriving frequency, bus/h.

When buses move along a dedicated lane, the speed of the general flow will not depend on the frequency of buses, since the flow is isolated from buses. However, the number of traffic lanes will be reduced by one lane. In this case, the speed of movement in the mixed flow changes according to the following expression depending on the traffic intensity:

$$V = 60.1 - 0.0083N_{veh}, R^2 = 95,74 \quad (6)$$

Using the obtained dependencies, it is possible to check the efficiency of introducing a dedicated bus lane, subject to maintaining the speed limit, based on the traffic intensity and frequency of bus arrivals.

3. Conclusion

It is necessary to evaluate in advance the consequences of the proposed measures to improve population mobility. There are various analytical methods for assessing the time of delays associated with the organization of road traffic in cities. However, it is possible to conduct an assessment in a shorter time and more accurately using simulation models of traffic organization based on real values (intensity, density, speed, etc.) taken from the street and road network.

Coordinated regulation aimed at ensuring the smooth movement of traffic flows on city streets can lead to an increase in the overall time losses on neighboring streets. Although the introduction of bus lanes reduces the time spent by buses on the route, it can lead to an increase in delays for vehicles moving along this street. Therefore, these solutions should be considered appropriate only if the overall time losses, when implemented, are less than the previous options for organizing traffic. Thus, the proposed approach will allow us to preliminarily determine the effectiveness of the measures under consideration.

References

- [1] Dashdamirov, F., Javadli, U., Verdiyev, T. (2022) Comparative analysis of the weight and quality of urban bus transport services: a case study of Baku. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 116, p.99-111. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2022.116.6>.



[2] Abdullahi, U., Adnan, A. (2024). Sustainable Urban mobility: Lessons from European Cities. *Global Journal of Engineering and Technology Advances*. 21. p.157-170. 10.30574/gjeta.2024.21.2.0210.

[3] Kijewska, K., França, J.G.B., de Oliveira, L.K., Iwan, S. (2022). Evaluation of Urban Mobility Problems and Freight Solutions from Residents' Perspectives: A Comparison of Belo Horizonte (Brazil) and Szczecin (Poland). *Energies*, 15(3), 710. <https://doi.org/10.3390/en15030710>

[4] Papadakis, D.M., Savvides, A., Michael, A., Michopoulos, A. (2024). Advancing sustainable urban mobility: insights from best practices and case studies, *Fuel Communications*, Volume 20, 100125, ISSN 2666-0520, <https://doi.org/10.1016/j.fueco.2024.100125>.

[5] Abdurakhmanov R., (2022). Determination of traffic congestion and delay of traffic flow at controlled intersections. *The American Journal of Engineering and Technology*, 4(10), p. 4-11. <https://doi.org/10.37547/tajet/Volume04Issue10-02>

[6] Li, X., Jin, C., Peng, G. (2023). The impact of the density delay on the traffic evolution process in lattice hydrodynamic model under lane change on two lanes. *Europhysics Letters*. 141. 10.1209/0295-5075/acb380

[7] Bashar, T.M.J., Hossain, M.S., Istiaque, S. (2020). Finding the Reasons for the Delay Time in a Highway by Analyzing the Travel Time, Delay Time and Traffic Flow Data. *Journal of Engineering Advancements*, 1(03), p.76-84. <https://doi.org/10.38032/jea.2020.03.002>

[8] Royko, Y. Yevchuk, Y., Bura, R. (2021). Minimization of traffic delay in traffic flows with coordinated control. *Transport technologies*. 2021. 30-41. 10.23939/tt2021.02.030.

[9] Dhinakaran, G. (2013). Estimation of delay at signalized intersections for mixed traffic conditions of a developing country. *International Journal of Civil Engineering*.

[10] Yue, R., Yang, G., Zheng, Y. (2022). Effects of traffic signal coordination on the safety performance of

urban arterials. *Comput.Urban Sci.* 2, 3. <https://doi.org/10.1007/s43762-021-00029-4>

[11] Suthanaya, P.A., Putra, R. (2023). Traffic Signal Coordination Based on Vissim Software (Case Study of Sudirman Road in Denpasar City, Indonesia). *E3S Web of Conferences* 445, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344501004>

[12] Khakimov ,B., Tanaka, Sh. (2024). Evaluation of the impact of exclusive bus lanes on traffic in Tashkent, *Asian Transport Studies*, Volume 10, 100151, ISSN 2185-5560, <https://doi.org/10.1016/j.eastsj.2024.100151>.

[13] Szarata, M., Olszewski, P. (2019). Traffic modelling with dynamic bus lane. 6th International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), Cracow, Poland, 2019, p.1-8, doi: 10.1109/MTITS.2019.8883325.

[14] Dashdamirov, F., Abdurazzokov, U., Ziyaev, K., Verdiyev, T., Javadli, U. (2023). Simulation testing of traffic flow delays in bus stop zone // V International Scientific Conference "Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering, CONMECHYDRO, - E3S Web of Conferences, -, 401, p.1-10

[15] Verdiyev, T., Dashdamirov, F. (2024). Study of the impact of bus lanes using on the road users loss time. *Scientific and Technical Journal on "Engineering Mechanics"*, Issue 18, Vol. 10, No. 4.

Information about the author

Turan Verdiyev Azerbaijan Technical University. Institute of Logistics and Transport, Senior Researcher
Email: turan.verdiyev98@gmail.com
Tel.: +994507628062
<https://orcid.org/0000-0002-9520-5038>



Enhancing energy efficiency in buildings operated under variable thermal regimes

R.U. Kuchkarbaev¹ 

¹Tashkent University of Architecture and Civil Engineering, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article explores contemporary approaches to improving the energy efficiency of buildings operating under variable thermal conditions. The key factors influencing energy consumption are analyzed, including the building's thermal inertia, insulation quality, and the efficiency of engineering systems. Both active and passive energy-saving methods are presented, such as intelligent indoor climate control systems and architectural and planning solutions. Particular attention is paid to the techno-economic aspects of implementing energy-saving measures and the promising directions for further development in this field. Practical recommendations are proposed for optimizing energy consumption and enhancing building performance under fluctuating thermal loads.

Keywords: energy efficiency, variable thermal regime, energy saving, thermal insulation, climate control systems, thermal inertia, energy audit

Повышение энергетической эффективности зданий, эксплуатируемых в условиях переменного теплового режима

Кучкарбаев Р.У.¹ 

¹Ташкентский архитектурно-строительный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье рассматриваются современные подходы к повышению энергетической эффективности зданий, функционирующих в условиях переменного теплового режима. Проанализированы основные факторы, влияющие на энергопотребление, включая тепловую инерцию здания, качество теплоизоляции и эффективность инженерных систем. Представлены активные и пассивные методы энергосбережения, включая интеллектуальные системы управления микроклиматом и архитектурно-планировочные решения. Особое внимание уделено технико-экономическим аспектам внедрения энергосберегающих мероприятий и перспективным направлениям развития в данной области. Предложены практические рекомендации по оптимизации энергопотребления и повышению эффективности эксплуатации зданий в условиях переменных тепловых нагрузок.

Ключевые слова: энергоэффективность, переменный тепловой режим, энергосбережение, теплоизоляция, системы управления микроклиматом, тепловая инерция, энергоаудит

1. Введение

В современных условиях вопрос энергоэффективности зданий приобретает особую актуальность. Это связано не только с экономическими факторами, но и с глобальными экологическими вызовами. Особого внимания заслуживают здания, эксплуатируемые в условиях переменного теплового режима, где оптимизация энергопотребления представляет собой комплексную инженерную задачу.

Особенности эксплуатации зданий в условиях переменного теплового режима переменный тепловой режим характеризуется значительными колебаниями температуры как внутри помещений, так и во внешней среде. Это создает дополнительные сложности при проектировании и эксплуатации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВКВ).

Основные факторы, влияющие на энергоэффективность это тепловая инерция здания,

качество теплоизоляции, эффективность инженерных систем и режим эксплуатации помещений.

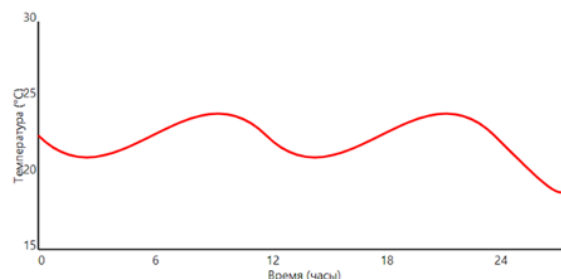


Рис. 1. Повышение энергетической эффективности зданий, эксплуатируемых в условиях переменного теплового режима

 <https://orcid.org/0009-0001-0031-0223>



Современные технические решения для активные системы энергосбережения

1. Интеллектуальные системы управления микроклиматом:

- Автоматическое регулирование температуры
- Учет времени суток и дней недели
- Зонирование помещений
- Адаптивные алгоритмы управления

2. Рекуперация тепла:

- Использование теплообменников
- Утилизация тепла вентиляционных выбросов
- Системы с переменным расходом воздуха

Существует 2 типа методов пассивного энергосбережения:

1. Архитектурно-планировочные решения:

- Оптимальная ориентация здания
- Компактность объемно-планировочных решений
- Использование буферных зон

2. Конструктивные решения:

- Многослойные ограждающие конструкции
- Энергоэффективные светопрозрачные конструкции
- Технологии "пассивного дома"

Методы оценки энергоэффективности

Технические параметры:

1. Коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций
2. Воздухопроницаемость
3. Тепловые потери
4. Удельное энергопотребление

Экономические показатели:

1. Срок окупаемости энергосберегающих мероприятий
2. Стоимость эксплуатации
3. Затраты на модернизацию

Практические рекомендации:

1. Проведение энергоаудита
2. Разработка индивидуальной стратегии энергосбережения
3. Внедрение системы энергетического менеджмента
4. Регулярный мониторинг показателей энергоэффективности

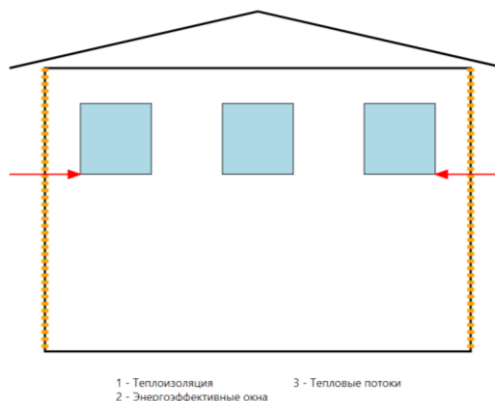
Перспективные направления развития

1. Интеграция возобновляемых источников энергии
2. Развитие технологий аккумулирования тепловой энергии

3. Совершенствование систем автоматизации

4. Внедрение технологий "умного дома"

Повышение энергетической эффективности зданий с переменным тепловым режимом представляет собой комплексную научно-практическую задачу, решение которой требует интеграции современных технологий, инновационных проектных решений и передовых методов управления.



1-Схема. Энергоэффективное здание

Здания с переменным тепловым режимом характеризуются непостоянством тепловой нагрузки, обусловленным различными факторами:

- периодичностью эксплуатации (офисные здания, учебные заведения);
- изменением климатических условий (суточные и сезонные колебания);
- варьированием функционального назначения помещений;
- непостоянством количества пользователей.

Традиционные системы теплоснабжения, ориентированные на постоянную тепловую нагрузку, в таких условиях работают неэффективно, приводя к перерасходу энергоресурсов и субоптимальным температурным режимам.

2. Методология исследования

Повышение энергоэффективности зданий с переменным тепловым режимом требует комплексного подхода, включающего:

1. Динамическое моделирование теплового режима с учетом всех факторов, влияющих на энергопотребление здания:

- теплофизические характеристики ограждающих конструкций;
- режимы эксплуатации здания;
- климатические условия;
- внутренние тепловыделения.

2. Разработку адаптивных систем управления микроклиматом, способных:

- прогнозировать изменения тепловой нагрузки;
- оптимизировать режимы работы инженерного оборудования;
- учитывать индивидуальные предпочтения пользователей.

3. Внедрение энергоэффективных конструктивных решений:

- применение материалов с высокой теплоемкостью для аккумулирования тепловой энергии;
- использование динамических фасадных систем, адаптирующихся к изменению внешних условий;
- оптимизация геометрии здания с точки зрения теплопотерь и теплопоступлений.

Технологические решения

Среди перспективных технологических решений для повышения энергоэффективности зданий с переменным тепловым режимом выделяются:

1. Интеллектуальные системы отопления, вентиляции и кондиционирования (HVAC):

- системы с рекуперацией тепла;
- тепловые насосы с переменной производительностью;
- вентиляционные установки с регулируемым расходом воздуха.

2. Системы накопления энергии:

- тепловые аккумуляторы различных типов;
- материалы с фазовым переходом (PCM);
- сезонные грунтовые теплообменники.

3. Интеграция возобновляемых источников энергии:

- гибридные системы энергоснабжения;
- адаптивные солнечные коллекторы и фотоэлектрические панели;
- тригенерационные установки.

4. Системы автоматизации здания (BMS) нового поколения:

- прогностические алгоритмы управления;
- самообучающиеся системы на базе искусственного интеллекта;
- интеграция с системами энергетического менеджмента.

Экономическая эффективность предлагаемых решений

Анализ жизненного цикла зданий показывает, что внедрение комплексных решений по повышению энергоэффективности в условиях переменного теплового режима позволяет:

- снизить эксплуатационные расходы на 25-40%;
- сократить потребление энергоресурсов на 30-50%;
- уменьшить выбросы парниковых газов на 35-60%;
- повысить рыночную стоимость объекта недвижимости на 10-15%.

При этом срок окупаемости инвестиций в энергоэффективные решения составляет от 3 до 8 лет в зависимости от типа здания и климатических условий.

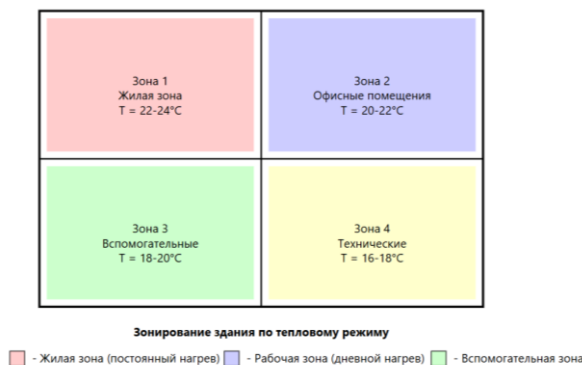


Рис. 2. Зонирование здания при переменном тепловом режиме

3. Заключение

Повышение энергетической эффективности зданий с переменным тепловым режимом требует комплексного подхода, учитывающего как технические, так и экономические аспекты. Успешная реализация энергосберегающих мероприятий позволяет значительно снизить эксплуатационные затраты и повысить комфорт пребывания людей в помещениях. Предложенные в данной статье подходы позволяют существенно снизить энергопотребление зданий при обеспечении комфортных условий для пользователей, что соответствует глобальным тенденциям устойчивого развития и энергосбережения. Дальнейшие исследования в данной области могут быть направлены на:

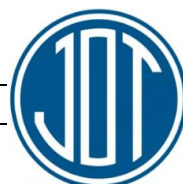
- разработку методик оптимизации режимов работы инженерного оборудования в условиях динамически изменяющейся нагрузки;
- совершенствование алгоритмов прогнозирования энергопотребления на основе Big Data и машинного обучения;
- развитие нормативно-технической базы в области проектирования и эксплуатации энергоэффективных зданий с учетом современных технологических возможностей.

Использованная литература / References

- [1] Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. - М.: АВОК-ПРЕСС, 2022.
- [2] Сотников А.Г. Проектирование и расчет систем вентиляции и кондиционирования воздуха. - СПб.: Береста, 2023.
- [3] Горшков А.С. Энергоэффективность в строительстве. - М.: Строительство, 2024.
- [4] International Energy Agency. Energy Efficiency in Buildings. - Paris: IEA Publications, 2023.
- [5] ASHRAE Handbook - HVAC Applications. - Atlanta: ASHRAE, 2023.

Информация об авторах / Information about the authors

Кучкарбаев Рустам
Ташкентский архитектурно-строительный университет кафедра строительство зданий и сооружений, д.ф.п.н, (PhD),
Kuchkarbaev Rustam
E-mail: r.kuchkarbaev@gmail.com
Tel.: +998998000830
<https://orcid.org/0009-0001-0031-0223>



O. Turdiev, M. Rasulmuhamedov, A. Tukhtakhodjaev <i>The intellectual approaches to data management in transport and freight operations</i>	5
O. Turdiev <i>Research of a stochastic optimizer based on a logical probability code converter</i>	9
S. Boltaev, O. Muhiddinov, E. Joniqulov, B. Rakhmonov <i>Analysis of centralized dispatch systems.....</i>	14
K. Tashmetov <i>Development of a traffic flow prediction and analysis model based on the Kolmogorov-Arnold Network (KAN) architecture.....</i>	20
A. Obidjonov, A. Ibadullaev, A. Babaev, U. Chorshanbiev <i>Modeling of fluid leakage processes from channels.....</i>	24
Kh. Zukhridinov <i>Possibilities of using the MPU 6050 sensor device in detecting weaknesses in railway installations</i>	29
N. Turaeva <i>Development of a probability distribution function for the timely delivery of aeronautical.....</i>	33
D. Yuldoshev, A. Azizov <i>Automated technologies in the production of the car body.....</i>	36
Z. Mukhamedova, S. Akhmedov, S. Nematova, N. Otabaeva <i>Determination of factors influencing the development of Uzbek-Chinese railway transport relations through correlation analysis.....</i>	41
U. Kosimov, A. Novikov, G. Malysheva <i>Investigation of the influence of tooling material and heat transfer method on the kinetics of the curing process of parts made of fiberglass plastics based on epoxy binder</i>	45

A. Seyfullaeva, M. Abishov

The importance of agribusiness in ensuring food security in the republic.....49

Sh. Otakhonova, G. Eshmatova, D. Qurbonboeva

Applying the movement of seeds on the surface of the working body and establishing the axis of the dividing plane of the electromechanical sorting device.....53

N. Zayniddinov, U. Abdulatipov, U. Yulchiev

Increasing the reliability of UzTE16M diesel locomotives used in the Republic of Uzbekistan.....56

B. Mirzaev, Z. Zulfiqorova

Technical control of gas ballon car service processes.....59

Sh. Kamaletdinov, M. Sharapova

The concept of developing an automated national information system for operational management of freight transportation.....63

M. Tohirov, I. Absattorov

Assessing the potential of large multimodal transport and logistics centers in Uzbekistan to operate as international “dry ports”.....71

U. Ziyamukhamedova, J. Nafasov, Z. Jalolova,**D. Akhmedova, A. Bobonorov**

Optimization of the design and material of the loosening drum during cotton primary processing.....78

E. Shchipacheva, S. Shaumarov, D. Rashidov

Mahalla center of the future in Uzbekistan: space for all generations.....82

S. Uktamov, G. Pulatova, F. Kurbanova

Optimization of the design and material of the loosening drum during cotton primary processing.....85

Ch. Toshpulatov

Optical phenomena observed in the atmosphere: physical foundations of rainbow, galo and fatamorgan phenomena.....90

Sh. Tadjibayev, N. Begmatov

Improvement of erosion protection technology using geosynthetic materials on the railway track..... 94

F. Abdukadirov, T. Khasanov

Approximation of the general model of bridge supports to finite elements taking into account the specified loads. Analysis of the capabilities provided by the “Lira-Sapr” software complex to solve the tasks set..... 98

S. Sattorov, Sh. Saidivaliyev, R. Bozorov, M. Tashmatova

The question of the location of technical stations, taking into account the traction shoulder of locomotives..... 103

A. Ernazarov, S. Musurmonov, E. Khaytbaev

Investigation of the effect of spark plug orientation on the operation of an internal combustion engine..... 108

L. Tursunboev, A. Nabiev

Characteristics and analysis of drum machine designs for polishing leather semi-finished products..... 113

E. Shchipacheva, S. Shaumarov, A. Uktamov

Modern trends in the formation of student dormitory architecture in the context of sustainable urban development..... 119

Sh. Tadjibaev, N. Begmatov

Selection of constructive, technological and organizational solutions for strengthening railway track slopes..... 125

A. Akhmedov, S. Mahamadjonov

Excitation of a micro hydroelectric power plant asynchronous generator through capacitor elements and adjustment of the output voltage..... 130

G. Khalilova, A. Rakhmonov, R. Samatov

Method for calculating the share of vehicles searching for parking in traffic congestion on multi-lane roads..... 134

D. Mahmudova

Impact of increasing labor productivity in the company contributing factors.....139

S. Absattarov, N. Tursunov

Numerical Simulation of the spatial distribution of temperature fields in spring elements of freight wagons of railway transport...141

U. Khusenov, Sh. Suyunbaev

Methodology for assessing the impact of the main comparative resistance to movement of various wagons on the weight of the freight train.....146

F. Khudaynazarov

Development of a forecasting model of the change in the volume of international cargo transportation in automobile transport.....151

O. Kasimov, R. Isroilov, Z. Isomov

Study of the causes of corrosion in the insulating materials of traction motors.....154

A. Artykbaev, M. Toshmatova

Mathematical model of railway plan.....158

Kh. Kamilov

Assessment of the effect of fibrogenic aerosols on employees working at non-stationary workplaces on railway transport.....163

A. Shermukhamedov, M. Juraev, D. Akhmedov

Application of the method of discrete allocation of vehicles to routes in the transportation of cotton raw materials.....167

N. Tursunov, U. Rakhimov, T. Urazbaev, Sh. Mamaev

Improvement of the technology for preparing a sand mold and a rod mixture for casting a D49 type diesel engine cover from high-strength cast iron.....172

N. Tursunov, U. Rakhimov, T. Urazbaev

Improvement of the technology for obtaining synthetic cast iron using local secondary waste raw materials.....177

N. Tursunov, A. Kren, T. Tursunov, T. Urazbaev, Sh. Mamaev, U. Rakhimov, J. Bakhtiyorov	
<i>Basics of developing a model of deformation of elastic-plastic half-space of cast iron.....</i>	181
G. Khojimatova	
<i>Research of the architectural face of the roads of the modern city of Andijan.....</i>	187
S. Akhmedov	
<i>Development of the general technology of piggyback transportation.....</i>	192
M. Mahsudov	
<i>Scientific approach to assessing the business stability of industrial enterprises.....</i>	198
J. Juraev, A. Azizov	
<i>Analysis of the algorithm for the operation of anti-repetition, auxiliary final and intermediate relays in the dialing group blocks NM2P and NM2AP, which control two combined shunting traffic lights of the railway automation and telemechanics system.....</i>	201
I. Siddikov, S. Azamov	
<i>Research on the reactive power consumption of an asynchronous motor powered by energy generated by solar panels.....</i>	205
J. Kudratov, E. Ametova	
<i>Microprocessor-based control unit for a single-unit shunting traffic light.....</i>	209
B. Karimova	
<i>Review of models of reading warehouse goods for the purpose of their monitoring in autonomous modes of operation.....</i>	213
G. Pulatova	
<i>Improving the efficiency of local public transport based on international experience.....</i>	216

N. Tursunov, A. Saidirakhimov

Theoretical and experimental studies of the process of metal desulfurization using solid slag mixtures during the smelting of 20GL steel in an induction crucible furnace.....220

S. Absattarov, N. Tursunov

Analysis of the results of an integrated assessment of working conditions for tank car washing workers (using the example of the Altyaryk wagon washing enterprise of "Uzbekistan railways" joint-stock company).....228

M. Aliev, G. Talipova, R. Aliev

Method for calculating the coefficients of intelligent sensors of automation in transport.....232

U. Khalikulov

The influence of hot briquetted iron on technological, thermodynamic and economic factors in the arc steelmaking process.....237

D. Valieva, Sh. Mamaev, N. Tursunov, Sh. Tursunov, L. Sattarkulov

Methodology for calculating the strength of the pressure beam of freight cars.....241

E. Salayev

Assessing the risk of public transport in southern cities of Azerbaijan using the "bow tie" method.....246

T. Verdiev

Evaluation effectiveness of solutions to improve mobility in cities.....253

R. Kuchkarbaev

Enhancing energy efficiency in buildings operated under variable thermal regimes.....257

