

ISSN: 3005-4974 E-ISBN: 3005-4966

Л.Б. ГОНЧАРОВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ АВТОМОБИЛЬ-ЖОЛ ИНСТИТУТІ

KAZAKH AUTOMOBILE AND ROAD INSTITUTE NAMED L.B. GONCHAROV

КАЗАХСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ им. Л.Б. ГОНЧАРОВА

ХАБАРШЫ



№1(5)
2024

Қазақстан Республикасы
Алматы

УДК 378
ББК 74.58
И 38
ISBN: 978-601-7783-068
ISSN: 3005-4974
E-ISSN:3005-4966

**Л.Б. ГОНЧАРОВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ АВТОМОБИЛЬ-ЖОЛ ИНСТИТУТЫНЫҢ
ХАБАРШЫСЫ**

BULLETIN OF KAZAKH AUTOMOBILE AND ROAD INSTITUTE

ВЕСТНИК АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОГО ИНСТИТУТА им. Л.Б. ГОНЧАРОВА

Журнал 2023 жылдан бастап шығады

Journal has been publishing since 2023

Журнал издается с 2023 года

Жылына 4 рет шығады

Quarterly journal

Выходит 4 раза в год

Бас редакторы / Chief Editor / Главный редактор:

Р.А. Кабашев, т.ғ.д. / Р.А. Кабашев, д.т.н. / R.A. Kabashev, Doctor of Tech. Sciences

Редакция алқасы / Editorial Team / Редакционная коллегия:

Бас редактордың орынбасарлары / Deputy Editors-in-Chief / Заместители главного редактора

т.ғ.к. Г.А. Еспаева / G.A. Espaeva Cand. Tech. Sci. / к.т.н. Г.А. Еспаева

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7228-4813>. E-mail: gul_m58@mail.ru

т.ғ.к. М.Р. Кабашева / M.R. Kabasheva, Cand. Tech. Sci. / к.т.н. М.Р. Кабашева

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-4546-0318>. E-mail: Mirey7@yandex.ru

т.ғ.к. А.О. Сағыбекова / A.O. Sagybekova, Cand. Tech. Sci. / к.т.н. А.О. Сағыбекова

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5679-5816>. e-mail: sao-81@mail.ru

Жауапты хатшы / Executive Secretary / Ответственный секретарь:

п.ғ.к. К.Л. Гончарова / к.п.н. K.L. Goncharova / Cand. of Pedagog. Sci. К.Л. Гончарова

Алқа мүшелері / Members of Team / Члены редколлегии

Ә.Қ.Қиялбаев, т.ғ.д. профессор (Қазақстан) / Abdy Kiyalbayev, Dr. Tech. Sciences / Ә.Қ.Қиялбаев, д.т.н., профессор (Қазақстан)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3068-3856>. E-mail: abdi-ki@mail.ru

Ш.М. Кобдикова, т.ғ.д. (Қазақстан) / Sh.M. Kobdikova, Ph.D. (Kazakhstan) / Кобдикова Ш.М., к.т.н. Казахстан

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9607-2823>. E-mail: kobdikova.nas@gmail.com

Ш.А.Паркиев, PhD (Өзбекстан) / Parkiev Sh.A., PhD (Uzbekistan) / Паркиев Ш.А., PhD (Узбекистан)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5867-7968>. E-mail: sharofiddin2306@mail.ru

О.Ж. Рабат, т.ғ.д.(Қазақстан) / Rabat OZh, Dr. Tech. Sciences (Kazakhstan) / Рабат О.Ж., к.т.н. (Казахстан)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1758-6621>. E-mail: rabat747@mail.ru

С.В.Савельев, т.ғ.д. профессор (Ресей) / S.V. Savelyev, Dr. Tech. Sciences (Russia) / С.В.Савельев, д.т.н. (Россия)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4034-2457>. E-mail: saveliev_sergval@mail.ru

Б.Б.Телтаев, т.ғ.д. профессор (Қазақстан) / B. B. Teltaev, Dr. Tech. Sciences (Kazakhstan) / Тельтаев Б.Б., д.т.н. профессор (Казахстан)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8463-9965>. E-mail: bagdatbt@yahoo.com

Ж.Ж.Тургумбаев, т.ғ.д. профессор (Қырғызстан) / Zh.Zh. Turgumbaev, Dr. Tech. Sciences (Kyrgyzstan) / Тургумбаев Ж.Ж., д.н. профессор (Кыргызстан)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6151-3083>. E-mail: t_jenish@mail.ru

А.Турдалиев, т.ғ.д. профессор (Қазақстан) / A. Turdaliev, Dr. Tech. Sciences (Kazakhstan) / А.Турдалиев, к.т.н. профессор (Казахстан)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4092-3507>. E-mail: turdaliyevae@mail.ru

Р.К. Жанакоева, PhD (Қазақстан) / R.K. Zhanakova, PhD (Kazakhstan) / Жанакоева Р.К., PhD (Казахстан)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0845-8449>. E-mail: zhanakova_raisa@mail.ru

Э.А.Жатканбаева, PhD (Қазақстан) / E.A. Zhatkanbaeva, PhD (Kazakhstan) / Жатканбаева Э.А., PhD (Қазақстан)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1773-2764>. E-mail: elmira_alimzhan@mail.ru

Ш.А. Бекмухамбетова, т.ғ.к. (Қазақстан) / Sh.A. Bektukhambetova, Cand. Tech. Sciences (Kazakhstan) / Бекмухамбетова Ш.А., к.т.н. (Қазақстан)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8663-3842>. Email: sulubek@mail.ru

Р.Ж.Калгулова, э.ғ.к. (Қазақстан) / R.Zh. Kalgulova, Cand. Econ. Sciences (Kazakhstan) / Калгулова Р.Ж., к.э.н. (Қазақстан)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3636-4688>. E-mail: kalgulova.roza@mail.ru.

С.Н. Қиялбай, т.ғ.к. (Қазақстан) / Kiyalbay S.N., Cand. Tech. Sciences (Kazakhstan) / Киялбай С.Н., к.т.н. (Қазақстан)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3880-2773>. E-mail: sanina8@mail.ru

У.А. Мурзахметова, т.ғ.к. (Қазақстан) / U.A. Murzakhmetova, Cand. Tech. Sciences (Kazakhstan) / Мурзахметова У.А., к.т.н. (Қазақстан)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5429-023X>. E-mail: u_murzakhmetova@mail.ru

Т.Б. Нурпеисова, т.ғ.к. (Қазақстан) / T.B. Nurpeisova, Cand. Tech. Sciences (Kazakhstan) / Т.Б. Нурпеисова, к.т.н. (Қазақстан)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8162-6053>. E-mail: nurpeissova@satbayev.university

Г.С. Бектурсунова, магистр (Қазақстан) / Bektursunova G.S., Master (Kazakhstan) / Бектурсунова Г.С., магистр (Қазақстан)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2635-4512>. E-mail: kamila_19jule@mail.ru

Редакция мекен жайы:	Address:	Адрес редакции:
Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институті 050061Қазақстан Республика- сы, Алматы қ., Райымбек д- лы, 415В Tel.: 8(727) 276 36 09, внутр. 129 E mail: vestnik_kazadi@mail.ru	Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov 415B Raimbek Ave., Almaty, 050061, Republic of Kazakhstan Tel.: 8(727) 276 36 09, внутр. 129 E-mail: vestnik_kazadi@mail.ru	Казахский автомобильно- дорожный институт им. Л.Б.Гончарова 050061, Республика Казахстан, г. Алматы, пр-т Райымбека, 415В Tel.: 8(727) 276 36 09, внутр. 129 E mail: vestnik_kazadi@mail.ru

Журнал Қазақстан Республикасының Ақпарат және Қоғамдық даму министрлігінде тіркелген
N KZ 14VPY00047598-05.04.2022

© Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институті, 2024

The journal is registered by the Ministry of Information and Social Development
of the Republic of Kazakhstan N KZ 14VPY00047598-05.04.2022

©Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, 2024

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации и общественного развития
Республики Казахстан N KZ 14VPY00047598-05.04.2022

© Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, 2024

МАЗМҰНЫ - CONTENT - СОДЕРЖАНИЕ**ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР. СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС /
TECHNICAL SCIENCES. ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION /
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО**

Бондарь И.С., Мамедова Ж.Э., Әбіржан А.С. Эффективное использование скользящей и переставной опалубки при монолитном строительстве	6
Бондарь И.С., Оспанова З.К., Сисембай А.Р. Проектирование намывных железнодорожных насыпей с пляжными откосами	19
Оразбаева Д.А., Кашаганова Г.Б., Сағыбекова А.О. Асфальтталған жол жабынындағы талшықты-оптикалық датчиктер	29
Сағыбекова А.О., Сартаев Д.Т., Азанбеков О.А., Азербайев А.А. Исследование параметров прочности грунтов при статическом и динамическом воздействиях	41

**КӨЛІК ҚЫЗМЕТІ. ИНЖЕНЕРИЯ ЖӘНЕ ИНЖЕНЕРЛІК ІС /
TRANSPORTATION SERVICES. ENGINEERING /
ТРАНСПОРТНЫЕ УСЛУГИ. ИНЖЕНЕРИЯ И ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО**

Елемес Д.Е. К вопросу внедрения водосберегающих технологий на СТО и автомойках	48
Жатқанбаева Э.А. Особенности функционирования транспортно-экспедиционных предприятий в современных условиях	58
Калходжаев Р.Б., Жатқанбаева Э.А. Модели и элементы транспортно-логистической инфраструктуры	66
Мурзахметова У.А., Жұмакешов Ә.Н., Борамбай Е.С. Формирование структуры эксплуатационно-ремонтного цикла силовых агрегатов КАМАЗ	78
Нохатов М.А. Көше қиылыстарының өткізу қабілеттілігінің сипаттамасы және олардың тиімділігін бағалау	90
Рабат О.Ж., Абсаметов Д.М., Джунушев Д.А. Проблемы заторов в мегаполисе и методы их решения на основе интеллектуальных систем управления транспортными потоками	99
Борамбай Е.С., Жұмакешов Ә.Н., Нарымқол А.М., Мурзахметова У.А. Автомобиль қозғалтқышының бөлшектерін тиімді жөндеу және сапасын арттыру	106
Тусупова А.Е. Модели и методы принятия решений для организации пункта технического обслуживания и ремонта грузовых автомобилей	113
Алмағамбетова Ш.Т., Алмағамбетова С.Т. Қалдықтарды кәдеге жаратудың заманауи мәселелері мен жолдары	120

**АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР /
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES /
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Нурпеисова Т.Б., Тұрғанбай Қ.Е., Канибекова М.Ә. Жасанды интеллектіні білім беруде қолдану жолдары	135
Удербайева А.Е., Шакенова Ж.Н., Карлинская М.А. Исследование жизненного цикла промышленного изделия «Муфта зубчатая»	149

**БИЗНЕС ЖӘНЕ БАСҚАРУ / BUSINESS AND MANAGEMENT /
БИЗНЕС И УПРАВЛЕНИЕ**

Жұмақсанова Қ.М., Омарова А.Б. Инновациялық экономика құру және әр түрлі секторды дамыту	163
Рахимбаев А.Б., Карипова М.Р. Қоғамдық көлік жүйесін жетілдірудегі инновациялық шешімдер: жаңа көлік түрлерінің даму келешегі	172

Технические науки. Архитектура и строительство

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-01>

УДК: 658.561.69.057.5/693.55/69.057.52

МРНТИ: 65.29.25/ 65.41.29/ 65.41.35

**Эффективное использование скользящей и переставной опалубки
при монолитном строительстве**

***¹Бондарь И.С., ¹Мамедова Ж.Э., ¹Әбіржан А.С.**

¹ALT Университет имени М. Тынышпаева, г. Алматы, Казахстан

*Автор-корреспондент email: ivan_sergeevich_08@mail.ru.

Поступила:
13 декабря 2023
Рецензирование:
16 январь 2024
Принята в печать:
12 февраля 2025

Аннотация

В данной статье рассматриваются актуальные вопросы повышения эффективности монолитного железобетонного строительства, которое на сегодняшний день продолжает активно развиваться и занимает всё более значительную долю в общей структуре строительной отрасли. Монолитная технология отличается высокой прочностью, надёжностью, долговечностью и позволяет реализовывать сложные архитектурные решения. Одним из ключевых факторов, влияющих на производительность и качество строительства, является использование современных вспомогательных конструкций — в частности, подвижных и раздвижных опалубок. Их применение позволяет значительно сократить сроки выполнения работ, улучшить точность формообразования конструкций и уменьшить трудоёмкость технологических процессов. Особое внимание в статье уделяется перспективам внедрения высокотехнологичных формовочных систем, изготовленных с применением передового оборудования. Такие системы обеспечивают стабильность геометрии конструкций и соответствие высоким требованиям к качеству железобетона. Также рассматривается возможность применения методов литья под давлением, которые находят всё большее распространение в рамках индустриализации монолитного домостроения. Обосновывается необходимость интеграции новых решений в комплексную технологическую цепочку строительства, что обеспечивает рост производительности и снижение себестоимости. Статья ориентирована на инженеров, проектировщиков, научных сотрудников и других специалистов, интересующихся инновационными подходами к организации монолитного строительства

Ключевые слова: монолит, монолитно-бетонное строительство, вертикальная подвижная опалубка, современные технологии, железобетон.

Бондарь И.С.

Информация об авторах:

Кандидат технических наук ВАК РФ, Ph. D МОН РК, ассоциированный профессор (доцент) МНУВО РК, ассоциированный профессор, кафедра «Архитектурно-строительная инженерия», ALT Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7376-5643>. E-mail: ivan_sergeevich_08@mail.ru

Мамедова Ж.Э.

Кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Архитектурно-строительная инженерия», ALT Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-4180-3968>. E-mail: mamedova_zh@gmail.ru

Әбіржан А.С.

магистрант образовательной программы 7М07159 – «Транспортные сооружения», кафедра «Архитектурно-строительная инженерия», ALT Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-9225-2112>. E-mail: abirzhan_a@mail.ru

Техникалық ғылымдар. Сәулет және құрылыс

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-01>

ӨОЖ: 658.561.69.057.5/693.55/69.057.52

GTAMP: 65.29.25/ 65.41.29/ 65.41.35

Монолитті құрылыста жылжымалы және ауыспалы қалыптарды тиімді пайдалану***¹Бондарь И.С., ¹Мамедова Ж.Э., ¹Әбіржан А.С.**¹М. Тынышбаев атындағы АЛТ университеті, Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: ivan_sergeevich_08@mail.ru.

Мақала келді:
13 желтоқсан 2023
Сараптамадан өтті:
16 қаңтар 2024
Қабылданды:
12 ақпан 2024

Түйіндеме

Бұл мақалада монолитті темірбетон құрылысының тиімділігін арттырудың өзекті мәселелері қарастырылады, ол бүгінгі күні белсенді дамуды жалғастыруда және құрылыс саласының жалпы құрылымында барған сайын маңызды үлесті алады. Монолитті технология жоғары беріктігімен, сенімділігімен, беріктігімен ерекшеленеді және күрделі архитектуралық шешімдерді жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Құрылыстың өнімділігі мен сапасына әсер ететін негізгі факторлардың бірі — заманауи қосалқы құрылымдарды, атап айтқанда жылжымалы және жылжымалы қалыптарды пайдалану. Оларды қолдану жұмыс уақытын едәуір қысқартуға, құрылымдардың қалыптасу дәлдігін жақсартуға және технологиялық процестердің күрделілігін азайтуға мүмкіндік береді. Мақалада алдыңғы қатарлы жабдықты қолдана отырып жасалған жоғары технологиялық қалыптау жүйелерін енгізу перспективаларына ерекше назар аударылады. Мұндай жүйелер құрылымдардың геометриясының тұрақтылығын және темірбетон сапасына қойылатын жоғары талаптарға сәйкестігін қамтамасыз етеді. Сондай-ақ, Монолитті үй құрылысын индустрияландыру аясында кеңінен таралған инъекциялық қалыптау әдістерін қолдану мүмкіндігі қарастырылуда. Жаңа шешімдерді құрылыстың кешенді технологиялық тізбегіне біріктіру қажеттілігі негізделеді, бұл өнімділіктің өсуін және өзіндік құнның төмендеуін қамтамасыз етеді. Мақала инженерлерге, дизайнерлерге, ғылыми қызметкерлерге және монолитті құрылысты ұйымдастырудың инновациялық тәсілдеріне қызығушылық танытатын басқа мамандарға бағытталған.

Түйін сөздер: монолит, монолитті темірбетон құрылысы, тік жылжымалы қалып, заманауи технологиялар, темірбетон.

Бондарь И.С.	Авторлар туралы ақпарат: Техника ғылымдарының кандидаты, Ресей Федерациясының Жоғары аттестаттау комиссиясы, ф.ғ.к. D Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі, доцент (доцент) Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі, Мұхамеджан Тынышбаев атындағы АЛТ университетінің «Сәулет-құрылыс инженериясы» кафедрасының доценті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7376-5643 . E-mail: ivan_sergeevich_08@mail.ru .
Мамедова Ж.Э.	Техника ғылымдарының кандидаты, "Сәулет-құрылыс инженериясы" кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Мұхамеджан Тынышбаев атындағы АЛТ университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-4180-3968 . E-mail: mamedova_zh@gmail.ru
Әбіржан А.С.	Мұхамеджан Тынышбаев атындағы АЛТ университеті «Сәулет-құрылыс инженериясы» кафедрасы 7M07159 – «Көлік құрылымдары» білім беру бағдарламасының магистранты, Алматы қ., Қазақстан Республикасы. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-9225-2112 . E-mail: abirzhan_a@mail.ru

Technical Sciences. Architecture and Construction

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-01>

UDC: 658.561.69.057.5/693.55/69.057.52

IRSTI: 65.29.25/ 65.41.29/ 65.41.35

Efficient use of sliding and adjustable formwork in monolithic construction***¹Bondar I.S., ¹Mammadova J.E., ¹Abirzhan A.S.**¹ALT University named after M. Tynyshpayev, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: ivan_sergeevich_08@mail.ru

Received:
13 December 2023
Peer-reviewed:
16 January 2024
Accepted:
12 February 2024

Abstract

This article discusses current issues of improving the efficiency of monolithic reinforced concrete construction, which continues to develop actively today and occupies an increasingly significant share in the overall structure of the construction industry. Monolithic technology is characterized by high strength, reliability, durability and allows for the implementation of complex architectural solutions. One of the key factors affecting the productivity and quality of construction is the use of modern auxiliary structures, in particular, movable and sliding forms. Their use can significantly reduce the time required to complete work, improve the accuracy of shaping structures and reduce the complexity of technological processes. The article pays special attention to the prospects of introducing high-tech molding systems manufactured using advanced equipment. Such systems ensure the stability of the geometry of structures and compliance with high quality requirements for reinforced concrete. The possibility of using injection molding methods, which are becoming more widespread as part of the industrialization of monolithic housing construction, is also being considered. The necessity of integrating new solutions into the complex technological chain of construction is substantiated, which ensures productivity growth and cost reduction. The article is aimed at engineers, designers, researchers and other specialists interested in innovative approaches to the organization of monolithic construction.

Keywords: monolit, monolithic concrete construction, vertical movable formwork, modern technologies, concrete.

Bondar I.S.	Information about authors: Candidate of Technical Sciences, Higher Attestation Commission of the Russian Federation, Ph. D Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Associate Professor (Associate Professor) of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Associate Professor, Department of Architectural and structural engineering, ALT University named after Mukhamedzhan Tynyshpayev, Almaty, Republic of Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7376-5643 . E-mail: ivan_sergeevich_08@mail.ru
Mammadova J.E.	Candidate of Technical Sciences, associate Professor of the Department of Architectural and Construction Engineering, Mukhamedzhan Tynyshpayev ALT University, Almaty, Republic of Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-4180-3968 . E-mail: mamedova_zh@gmail.ru
Abirzhan A.S.	Master's student of the educational program 7M07159 – "Transport Structures", Department of "Architectural and structural engineering", ALT Mukhamedzhan Tynyshpayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-9225-2112 . E-mail: abirzhan_a@mail.ru

Введение

В настоящее время железобетон является основным и наиболее востребованным материалом, применяемым в жилищно-гражданском и иных видах строительства. Строительство зданий и сооружений из монолитного железобетона охватывает всё новые области и направления, становится признаком современного строительства. Технология доказала свою конкурентоспособность, мобильность, эффективность и успешно реализуется при круглогодичном производстве работ [1].

На протяжении всего развития технологии железобетона продолжают научно-технические разработки, способствующие распространению железобетонных конструкций, повышению эффективности их производства и эксплуатации. С одной стороны, ведутся работы по улучшению состава самого бетона и использования в нем стальной арматуры или ее заменителей, с другой стороны, эффективность использования опалубки как никогда актуальна [2]. Приведем примеры недавно опубликованных результатов разработки ультралегких бетонов для монолитного строительства [3], конструкций из фибробетонов сборно-монолитных конструкций для уменьшения веса с одновременным сокращением потребности в опалубочных конструкциях, а также изменений конструкций самой опалубки [4] и состава бетона.

С этой же целью проведены исследования, в результате которых стала возможной более ранняя распалубка для увеличения оборачиваемости индустриальной опалубки перекрытий фирмы Perі [5]. Такие инновации не только сокращают сроки возведения, но и снижают его себестоимость за счет приобретения меньшего комплекта опалубки или ее аренды на меньший срок [6]. Опыт применения современной системной опалубки показывает, что стоимость ее комплекта под один кран уже, как правило, на 35–40% выше стоимости самого крана [7], а применительно к стоимости готовой бетонной конструкции колеблется от 40 до 60% [8]. Поэтому целесообразно ускорение оборачиваемости опалубки, в том числе и путем рационального выбора комплекта, а также совмещения и продолжительности технологических процессов с ее использованием [9].

Оборачиваемость системы, ее универсальность и возможность применения в разных проектах, инженерный подход к техническому решению, который предусматривает грамотную «привязку» комплекта с разбивкой на захватки по бетонированию (с учетом сроков строительства), перенос комплекта опалубки с одного объекта на другой, инженерное сопровождение – основные критерии, которыми руководствуется заказчик в выборе опалубки [10].

Методы

В работе использовались аналитические и сравнительные методы исследования, основанные на инженерном анализе технологий монолитного строительства с применением скользящей и объемно-переставной опалубки. Оценка производственной эффективности производилась на основе временных характеристик строительного цикла, оборачиваемости опалубки, трудозатрат, а также конструктивных и планировочных особенностей зданий.

Для подтверждения практической эффективности были исследованы реальные объекты строительства, включая 10-этажный жилой дом и общежитие. Изучался процесс бетонирования ядра жёсткости с применением скользящей опалубки, а также технология использования объемно-переставной опалубки при возведении стен и перекрытий. Дополнительно рассматривались сезонные условия строительства, в частности, технологии зимнего бетонирования.

В расчетах использованы циклограммы строительного процесса, формулы расчета продолжительности отдельных этапов, а также параметры скорости подъема опалубки, модуль цикличности и технологические перерывы. Данные сопоставлялись с нормативными показателями и требованиями к качеству готовых железобетонных конструкций. Практика строительства жилых домов из монолитного железобетона показала, что решающим условием эффективности возведения таких зданий является выбор типа индустриальной опалубки, кото-

рый производится в зависимости от объемно-планировочных и конструктивных характеристик жилых домов. Скользящая опалубка целесообразна при возведении точечных зданий (площадь застройки $400 \div 600 \text{ м}^2$) значительной этажности.

Ее достоинством является то, что ее монтируют и демонтируют один раз, что позволяет на 25% повысить темп производства бетонных работ по сравнению с использованием объемно-переставной опалубки.

При строительстве жилых домов скользящую опалубку принимают только при возведении вертикальных ограждающих конструкций. Это позволяет очень быстро и экономично возводить элементы пространственной жесткости многоэтажных зданий.

Технология скольжения опалубки оказывает большое влияние на формирование конструктивных решений здания и ставит следующие основные условия: сохранение одинаковой толщины стен; применение небольшого количества отверстий в стенах; возведение зданий большой высоты; безостановочное движение опалубки вверх; поддержание определенной установленной скорости подъема опалубки в зависимости от вида бетона и температуры наружного воздуха.

Опыт строительства показал, что применение скользящей опалубки для возведения жилых домов с различными объемно-планировочными характеристиками в значительной степени ограничивается из-за большой трудоемкости устройства междуэтажных перекрытий, балконов, лоджий.

Объемно-переставную опалубку [11,12] применяют для возведений зданий значительной протяженности в плане с большой площадью застройки ($600 \div 3000 \text{ м}^2$) различной этажности.

Система объемно-переставной опалубки позволяет в едином технологическом цикле возводить ограждающие конструкции стен и перекрытия и требует от проектировщиков и строителей применения минимального количества типоразмеров помещений здания; укрупнения сборных элементов, монтируемых одновременно с возведением монолитных конструкций. Кроме того, высота всех этажей должна соответствовать имеющейся у строителей оснастке и в пределах одного здания должна быть одинаковой. Здания следует проектировать простыми по конфигурации в плане, без закруглений и изгибов, с минимальным шагом (пролетом) между монолитными железобетонными стенами – $2,5 \div 3 \text{ м}$ [13].

Достоинством объемно-переставной опалубки является то, что в едином строительном потоке по возведению монолитных конструкций здания можно монтировать сборные санитарно-технические кабины, лифтовые шахты, укрупненные панели или блоки наружных стен, крупноразмерные внутрикомнатные перегородки, междуэтажные перекрытия и т. д.

Положительные качества скользящей и объемно-переставной опалубки можно взаимно использовать при возведении зданий с ядром жесткости. К жилым домам с ядром жесткости относятся здания, в которых отдельно выделенные конструкции лестничной клетки, лифтовых шахт, мусоропроводов имеют малую площадь и объем и потому использование объемно-переставной опалубки для бетонирования монолитных конструкций затруднительно.

Для бетонирования монолитных конструкций ядра жесткости 1 (рис. 1) используют скользящую опалубку, а для возведения остальных стен 2 и 3, находящихся вокруг ядра, применяют объемно-переставную опалубку.

Объектный поток по возведению монолитных зданий (рис. 2) состоит из шести специализированных потоков: I – разработка котлована; II – устройство фундаментов; III – возведение ядра в скользящей опалубке; IV – устройство стен и перекрытий в объемно-переставной опалубке; V – отделочные работы; VI – устройство кровли.

Строительство зданий при совместном использовании скользящей и объемно-переставной опалубки – комплексный технологический поток, в котором основным организующим звеном является возведение монолитных конструкций стен и перекрытий.

Специализированный поток III по возведению ядра жесткости в скользящей опалубке состоит из трех частных потоков (рис. 2):

- а) монтаж скользящей опалубки;
- б) бетонирование стен ядра жесткости и установка и монолитных площадок и маршей;
- в) демонтаж скользящей опалубки.

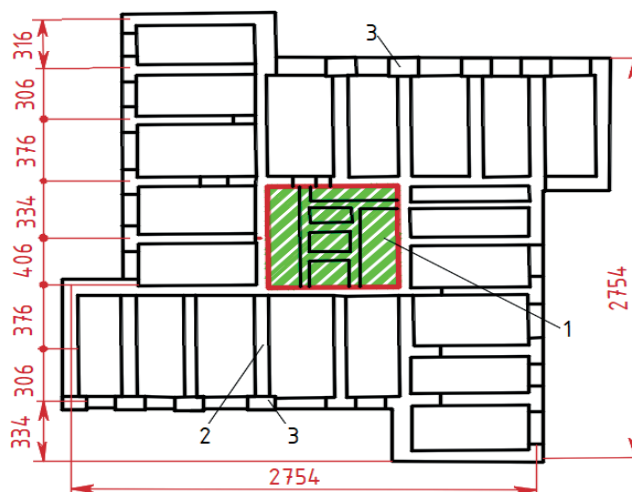


Рисунок 1. Ядро жесткости монолитных конструкций [материал автора]

Специализированный поток IV по возведению конструкций здания в объемно-переставной опалубке состоит из шестичастных потоков: устройство наружных стен, установка объемно-переставной опалубки, бетонирование стен, армирование перекрытий, бетонирование перекрытий, демонтаж объемно-переставной опалубки [13-15].

Для обеспечения поточности в каждом специализированном потоке здание делится на захватки. При бетонировании стен в скользящей опалубке в качестве захватки используют типовой этаж, а при возведении монолитных конструкций в объемно-переставной опалубке – отсеки или секции типового этажа.

До начала работ по возведению ядра жесткости в скользящей опалубке необходим период времени по обеспечению фронта работ для монтажа скользящей опалубки (см. рис. 2):

$$T_n = T_1 + T_2 \quad (1)$$

где T_1 – общая продолжительность работ при рытье котлована;

T_2 – продолжительность периода устройства фундаментов:

$$T_1 = (m_1 + n_1 - 1)k + t_1 \quad (2)$$

$$T_2 = (m_2 + n_2 - 2)k + t_2 \quad (3)$$

Следовательно, $T_n = (m + m_1 \sum n - 2)k + \sum t_n$,

где m_1 – число захваток при разработке котлована; m – число захваток при возведении фундаментов;

n_1 – число частных потоков при разработке котлована;

n_2 – число частных потоков при устройстве фундаментов;

t_1 – продолжительность технологических перерывов при разработке котлована;

t_2 – продолжительность технологических перерывов при устройстве фундаментов;

$\sum n$ – число частных потоков при возведении подземной части здания;

$\sum t$ – технологические перерывы при возведении подземной части здания; k – модуль цикличности потока.

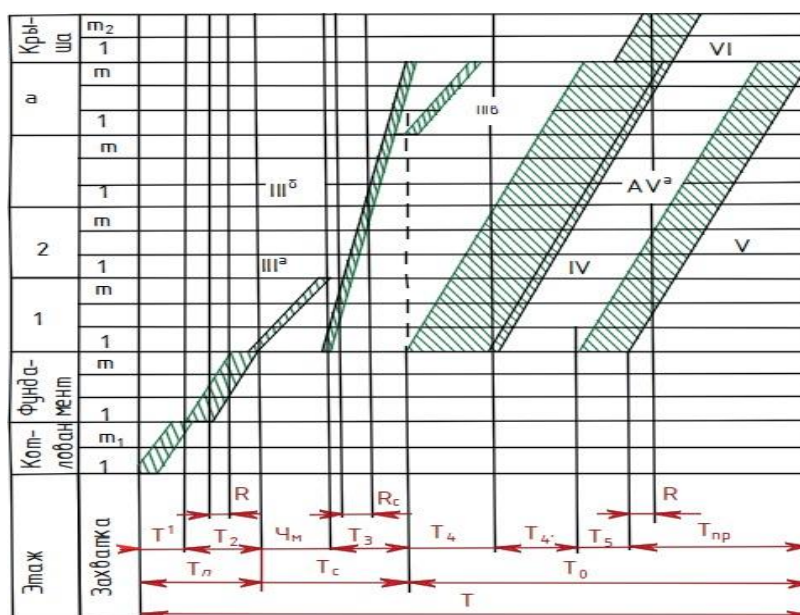


Рисунок 2. Объектный поток по возведению монолитных зданий [материал автора]

После окончания всех работ по устройству фундаментов приступают к монтажу скользящей опалубки ядра жесткости здания. Особое внимание уделяют точности разбивки контура скользящей опалубки. Точной разбивкой достигается не только соблюдение размеров и форм ядра жесткости, но и возможность обнаружить и предупредить деформации во время скольжения.

Для сокращения продолжительности монтажа скользящей опалубки можно параллельно с работами по устройству фундаментов на стройплощадке вести сборку щитов опалубки в укрупненные блоки, которые затем устанавливают на фундамент при помощи башенного крана. После проверки правильности монтажа щитов скользящей опалубки устанавливают домкратные рамы, собирают верхнюю рабочую площадку, монтируют гидросистемы и контрольные устройства.

Результаты

Анализ технологии применения скользящей опалубки при строительстве 10-этажного жилого дома показал, что непрерывное бетонирование ядра жесткости позволяет достичь высокой скорости возведения — до 25 см/ч при равномерной подаче бетонной смеси. Применение гидравлической системы ОГД-61 обеспечило стабильное скольжение опалубки, сохраняя её горизонтальность и предотвращая деформации.

Использование объемно-переставной опалубки при строительстве общежития дало положительный эффект в части сокращения трудозатрат (8,48 чел-ч на 1 м²), возможности армирования, установки инженерных блоков и перегородок в едином потоке. Интеграция пильных известняковых блоков в наружные стены позволила снизить массу здания на 10% и уменьшить сметную стоимость на 9%.

Применение комбинированной технологии обеспечило оптимальную организацию строительного потока и минимизацию перерывов между этапами. Циклограмма показала, что при правильной последовательности выполнения работ, общая продолжительность возведения здания может быть сокращена на 10–15% по сравнению с традиционными методами.

При строительстве 10-этажного жилого дома, для возведения ядра здания использовали металлическую скользящую опалубку со щитами высотой 100 см, гидравлические домкраты типа ОГД-61 и насосную станцию ПНС – 2.

После выполнения всех операций, связанных с монтажом скользящей опалубки, проверок ее готовности и исправности начинают возводить стены ядра жесткости здания. Эти работы выполняются непрерывно в три смены по 8 ч. Укладку бетона в стены начинают с заполнения опалубки бетоном до высоты 80÷90 см в течение 2÷3 ч. Бетон укладывают равномерными слоями толщиной 15÷20 см, не начиная укладку нового слоя до тех пор, пока первый слой не будет разложен по всему контуру стен ядра. Бетонную смесь уплотняют глубинными вибраторами.

После того как опалубка заполнена на 80÷90 см, через 3÷4 ч с момента укладки первого слоя при помощи гидросистемы, в состав которой входят гидродомкраты, насосная станция и гидроразводка, начинают подъем и скольжение опалубки. Параллельно со скольжением опалубки заполняют ее бетонной смесью равномерными слоями толщиной 10÷15 см. При возведении стен ядра 10-этажно-го жилого дома, применяли бетон М-200 с осадкой стандартного конуса 6÷8 см. В начальный период во время скольжения особое внимание уделяют регулировке подъемной установки, учитывая работу каждого домкрата под нагрузкой и следя, чтобы скользящая опалубка постоянно находилась в горизонтальном положении.

Одновременно с укладкой бетонной смеси устанавливают арматуру, закладные детали и дверные коробки.

Скорость подъема опалубки зависит от вида укладываемого бетона и температуры наружного воздуха и составляет 5÷25 см/ч с шагом домкратов 2,5÷3,5 см при каждом подъеме.

После возведения монолитных стен ядра демонтируют скользящую опалубку: первоначально – гидравлическую систему и вспомогательное оборудование, затем домкратные рамы, рабочие площадки и щиты.

Исходя из условий непрерывного бетонирования скользящей опалубке и максимальной загрузки башенных кранов, возведение монолитных конструкций здания объемно – переставной опалубке необходимо начинать только после полного завершения работ по бетонированию ядра жесткости.

Из циклограммы (см. рис. 2) видно, что между окончанием работ специализированного потока II по устройству фундаментов и началом специализированного потока IV по возведению коробки здания в объемно-переставной опалубке необходим период времени. Тс, связанный с завершением работ по бетонированию ядра здания в скользящей опалубке:

$$T_c = T_m + T_z \quad (4)$$

где T_m – продолжительность монтажа скользящей опалубки;

T_z – продолжительность периода скольжения. Продолжительность работ по скольжению опалубки определяется из выражения:

$$T_z = akc + tc \quad ((5)$$

где a – число этажей здания;

kc – модуль цикличности потока по бетонированию стен в скользящей опалубке;

tc – технологические перерывы при скольжении опалубки. Подставив значение (3) в формулу (2), получим:

$$T_z = \tau_m + akc + tc \quad (6)$$

Работы по демонтажу скользящей опалубки (частный поток II б) могут выполняться параллельно с работами по бетонированию объемно-переставной опалубке. Для бетонирования стен в объемно-переставной опалубке применена технология производства работ [14], при которой демонтаж опалубочных секций ведут через проемы, оставленные в перекрытиях. При этом способе работ монолитные железобетонные перекрытия не устраивают над од-

ной из секций объемно-переставной опалубки, образуя так называемый технологический проем, который после демонтажа объемно-переставной опалубки перекрывают сборными железобетонными плитами. Оставленный технологический проем является особым конструктивным решением, так как он служит не только для извлечения через него секций объемно-переставной опалубки, но и для подачи внутрь забетонированных помещений санитарно-технических кабин, перегородок, столярных изделий, материалов для полов, санитарно-технических заготовок и т. д.

Применение этой технологии работ позволяет одновременно с бетонированием внутренних стен возводить и наружные, применяя для этого такой дешевый местный строительный материал, как пыльные известняки - котелец.

Для этого перед началом установки объемно-переставной опалубки монтируют наружные стены из виброкаменных простеночных и подоконных блоков, которые формуют непосредственно в карьере по добыче известняка и транспортируют к месту производства работ на панелевозе. Применение таких блоков уменьшает массу здания на 10% и снижает сметную стоимость строительства на 9%.

При строительстве общежития использовали объемно-переставную опалубку, разработанную инженерами СУ-135. Опалубка представляет собой объемную П-образную форму размером на помещение. Для удобства монтажа и демонтажа она разделена на секции, которые соединены между собой накладными болтами. Секция опалубки состоит из двух вертикальных щитов для бетонирования стен и горизонтального щита для бетонирования перекрытия. П-образная опалубочная форма опирается на пространственную раму.

Работы по армированию стен, установке закладных деталей и столярных изделий производят в одном потоке параллельно с монтажом объемно-переставной опалубки. Подача и распределение бетонной смеси выполняются башенным краном с бадьей.

Стены на высоту 2,68 м бетонировать за шесть циклов. Бетонную смесь укладывают слоями толщиной не более 50 см и тщательно уплотняют глубинными вибраторами, а при бетонировании перекрытий – плоскостными вибраторами.

К демонтажу объемно-переставной опалубки можно приступать только после достижения бетоном перекрытий прочности не менее 70 кгс/см².

В зимнее время стены и перекрытия бетонировать с прогревом воздуха внутри забетонированных помещений и изоляцией бетонных поверхностей перекрытий от низких температур наружного воздуха. Для этого при укладке бетонной смеси в объемно-переставную опалубку оконные проемы в наружных стенах закладывали инвентарными щитами, поверхность свежесложенного бетона перекрытий закрывали пленкой и камышовыми щитами, внутри забетонированных помещений поддерживали постоянную положительную температуру при помощи электрокалориферов.

Общая трудоемкость работ по возведению коробки здания в объемно-переставной опалубке составляет 8,48 чел-ч на 1 м² общей площади здания.

Продолжительность производственного цикла возведения коробки здания в объемно-переставной опалубке определяют из выражения:

$$T_4 = n_4 k + t_4 \quad (7)$$

где n_4 – число частных потоков при производстве работ в объемно-переставной опалубке;

t_4 – технологические перерывы в четвертом специализированном потоке.

Для улучшения качества бетонных поверхностей стен и сокращения продолжительности работ свежесформованные поверхности монолитных железобетонных стен сразу же после демонтажа объемно-переставной опалубки подвергают механизированной затирке электрозаточными машинами (частный поток IVa).

Из циклограммы видно, что между окончанием работ четвертого и началом пятого потока на одной и той же захватке необходим период времени по обеспечению фронта работ для выполнения отделочных работ [12-15]. Продолжительность этого периода определяют из выражения:

$$T_4 = 2mk \quad (8)$$

где m – число захваток здания;

2 – число надежно замоноличенных перекрытий, под защитой которых можно начинать отделочные работы.

Технологический цикл отделочных работ подсчитывают по формуле:

$$T_5 = (n_5 - k + t_5) \quad (9)$$

где n_5 – число частных потоков при выполнении отделочных работ; t_5 – технологические перерывы при производстве отделочных работ. Производственный цикл объектного потока вычисляют так:

$$T_{np} = amk \quad (10)$$

Работы по устройству кровли VI выполняют сразу же после окончания всех работ по возведению коробки здания.

Общая продолжительность работ по возведению здания в объемно-переставной опалубке составит:

$$T_0 = T_4 + T_5 + T_{np} \quad (11)$$

или, подставив значение (5), (6), (7), (8), получим

$$T_0 = k[m(a + 2) + \sum n_0 - 1] + \sum t_0 \quad (12)$$

где $\sum n_0$ – количество частных потоков в четвертом и пятом специализированном потоках;

$\sum t_0$ – технологические перерывы в IV и V специализированных потоках.

Общая продолжительность работ по возведению здания с ядром жесткости выразится формулой:

$$T = T_n + T_c + T \quad (13)$$

или

$$T = T_n + T_c + T \quad (14)$$

$$T = k[m(a + 3) + m1 + \sum n - 3] + \tau + ak + \sum t. \quad (15)$$

Обозначив $k_c = ck$, где c – коэффициент кратности циклов, получим:

$$T = k[m(a + 3) + ca + m1 + \sum n - 3] + \tau m + t \quad (16)$$

Обсуждение

Результаты проведенных исследований и практического применения технологий скользящей и объемно-переставной опалубки подтверждают эффективность их комбинированного

использования при строительстве монолитных зданий. При соблюдении технологической последовательности и грамотной организации работ, можно достичь значительного ускорения строительного процесса за счёт параллельного выполнения потоков. Это особенно важно в условиях плотной городской застройки, где сроки и ресурсы ограничены.

Особое значение имеет рациональный выбор типа опалубки в зависимости от проектных характеристик здания. Применение скользящей опалубки при возведении ядра жёсткости обеспечивает непрерывность бетонирования, что способствует повышению прочностных характеристик конструкций. В то же время, использование объемно-переставной опалубки позволяет выполнять работы по стенам и перекрытиям с высокой степенью индустриализации и снижением трудозатрат.

Полученные данные доказывают, что интеграция этих технологий позволяет повысить оборачиваемость опалубки, минимизировать простои строительной техники и оптимизировать логистику строительной площадки. Практика также показала, что внедрение местных строительных материалов, таких как известняковые блоки, способствует снижению затрат без ущерба для качества.

Выводы

В заключении следует отметить, что при комбинированном использовании скользящей и объемно-переставной опалубки сокращаются сроки строительства зданий и уменьшается стоимость строительства до 3%; упрощается геодезический контроль возведения зданий в объемно-переставной опалубке; уменьшается количество типоразмеров объемно-переставной опалубки; сокращается технологический цикл использования объемно-переставной опалубки.

Возведенное ядро жесткости здания можно использовать в качестве мест установки прожекторов для освещения стройплощадки в ночное время.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Бондарь ИС, Мамедова ЖЭ, Әбіржан АС. Эффективное использование скользящей и переставной опалубки при монолитном строительстве. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyryn Khabarshysy. 2024;1(5):6-18. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-01>

Cite this article as: Bondar IS, Mammadova ZhE, Abirzhan AS. Effektivnoe ispol'zovanie skol'zyashchej i perestavnoj opalubki pri monolitnom stroitel'stve [Effective use of sliding and adjustable formwork in monolithic construction]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyryn Khabarshysy. 2024; 1(5):6-18. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-01>

Литература

- [1] Марковский М.Ф. Современные технологии возведения монолитных конструкций в опалубочных системах. Труды конференции III Международного симпозиума: Минсктип-проект. Минск, Беларусь, 2011. 1–13.
- [2] Sekar A.L., Murugesan B., C.N.V.S. Rao. Formwork – Future Approach in India. The Master-builder. 2012; 14(5):36-43.
- [3] Yu Q.L., Spiesz P., Brouwers H.J.H. Design of Ultra-lightweight Concrete: towards Monolithic Concrete Structures. ВестникМГСУ. 2014; 4:98-106.
- [4] Awwadi Al., Ghaib M., Gorski J. Mechanical properties of concrete cast in fabric formworks. Cement and concrete research. 2001; 31(10):1459-1465.
- [5] Никоноров С.В., Тарасова О.А. Технология раннего нагружения монолитных перекрытий при использовании балочно-стоечной опалубки. Инженерно - строительный журнал. 2010; 4(14):17-20.

- [6] Prabhakar M.K. Formwork Industry: Intense Competition Ensures Industry's Excellent Form. *The Masterbuilder*. 2013; 14(7):25-31.
- [7] Галумян А.В. Методика выбора опалубки при скоростном строительстве жилых зданий из монолитного железобетона. *Бетон и железобетон*. 2009;2:6-9.
- [8] Robert H. Lab, Jr., P.E. Think Formwork - Reduce Costs. *Structural magazine*. 2007; :46-54. (in Eng.).
- [9] Sameer S. Malvankar Dy. Factors Affecting the Selection, Economics Involved in Formwork. *The Masterbuilder*. 2013; 15(7):14-23.
- [10] Воронова В. Какую опалубку выбираем? *Строительство*. 2008; 5:190-191.
- [11] Соргутов И.В. Технология применение скользящей опалубки при возведении монолитных железобетонных зданий. *Системные технологии*. 2021; 40:36-42.
- [12] Капшук О.А., Шалённый В.Т. Технологичность разновидностей современных разборно-переставных опалубочных систем. *Инженерно - строительный журнал*. 2014; 7:80-111. doi: 10.5862/MCE.51.10.
- [13] Пономарева Ю.А., Ляхов В.М., Жильникова Т.Н. Разновидности опалубочных систем для каркасно-монолитного строительства. *Инженерный вестник Дона*. 2021; 3:1-9.
- [14] Набокова Я.С. Эффективные строительные материалы и способы возведения зданий. *Инженерный вестник Дона*. 2008; 4:2-5.
- [15] Хряпченкова И.Н., Зотов Д.С. Сравнение автоматизированных опалубочных систем, применяемых для возведения ядер жесткости высотныхзданий. *StudNet*. 2021; 6:2096-2109.

References

- [1] Markovskiy MF. Sovremennyye tehnologii vozvedeniya monolitnyih konstruksiy v opalubochnyih sistemah [Modern construction technology of monolithic structures in formwork systems]. *Trudy konferencii III Mezhdunarodnogo simpoziuma: Minsktippprojekt*. [Proceedings of the Conference III International Symposium: Minsktippproject]; Minsk, Belarus. 2011, p.1–13 (in Russ.)
- [2] Sekar AL., Murugesan B, Rao CNVS. Formwork – Future Approach in India. *The Masterbuilder*. 2012; 14(5):36-43.
- [3] Yu QL, Spiesz P, Brouwers HJH. Design of Ultra-lightweight Concrete: towards Monolithic Concrete Structures. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta = Bulletin of the Moscow State University of Civil Engineering*. 2014; 4:98-106.
- [4] Awwadi Al, Ghaib M, Gorski J. Mechanical properties of concrete cast in fabric formworks. *Cement and concrete research*. 2001; 31(10):1459-1465.
- [5] Nikonorov SV, Tarasova OA. Tekhnologiya rannego nagruzheniya monolitnyh perekrytij pri ispol'zovanii balochno-stoechnoj opalubki [Technology of early loading of monolithic floors when using beam-rack formwork]. *Inzhenerno - stroitel'nyj zhurnal = Engineering and construction journal*. 2010; 4(14):17-20. (in Russ.)
- [6] Prabhakar MK. Formwork Industry: Intense Competition Ensures Industry's Excellent Form. *The Masterbuilder*. 2013; 14(7):25-31.
- [7] Galumyan AB. Metodika vybora opalubki pri skorostnom stroitel'stve zhilyh zdaniy iz monolitnogo zhelezobetona [The method of choosing formwork for high-speed construction of residential buildings made of monolithic reinforced concrete]. *Beton i zhelezobeton = Concrete and reinforced concrete*. 2009; 2:6-9. (in Russ.).
- [8] Robert H Lab, Jr., P.E. Think Formwork - Reduce Costs. *Structural magazine*. 2007; 46-54.
- [9] Sameer S, Malvankar Dy. Factors Affecting the Selection, Economics Involved in Formwork. *The Masterbuilder*. 2013; 15(7):14-23.
- [10] Voronova V. Kakuyu opalubku vybiraem? [Which formwork do we choose?]. *Stroitel'stvo = Construction*. 2008; 5:190-191. (in Russ.)
- [11] Sorgutov IV. Tekhnologiya primenenie skol'zyashchej opalubki pri vozvedenii monolitnyh zhelezobetonnyh zdaniy [Technology the use of sliding formwork in the construction of

- monolithic reinforced concrete buildings]. *Sistemnye tekhnologii* = System technologies. 2021; 40:36-42. (in Russ.)
- [12] Kapshuk OA, SHalyonnyj VT. Tekhnologichnost' raznovidnostej sovremennyh razbornoperestavnyh opalubochnyh system [Adaptability of modern collapsible shuttering systems]. *Inzhenerno - stroitel'nyj zhurnal* = Engineering and construction journal. 2014; 7:80-111. [doi: 10.5862/MCE.51.10](https://doi.org/10.5862/MCE.51.10). (in Russ.)
- [13] Ponomareva YuA, Lyahov VM, ZHil'nikova TN. Raznovidnosti opalubochnyh sistem dlya karkasno-monolitnogo stroitel'stva [Types of formwork systems for frame-monolithic construction]. *Inzhenernyj vestnik Dona* = Engineering Bulletin of the Don. 2021; 3:1-9. (in Russ.)
- [14] Nabokova YaS. Effektivnye stroitel'nye materialy i sposoby vozvedeniya zdaniy [Effective building materials and methods of building construction]. *Inzhenernyj vestnik Dona* = Engineering Bulletin of the Don. 2008; 4:2-5. (in Russ.)
- [15] Hryapchenkova IN, Zotov DS. Sravnenie avtomatizirovannyh opalubochnyh sistem, primenyaemyh dlya vozvedeniya yader zhestkosti vysotnyh zdaniy [Comparison of automated formwork systems used for the construction of rigidity cores of high-rise buildings]. *StudNet*. 2021; 6:2096-2109. (in Russ.)

Технические науки. Архитектура и строительство

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-02>

УДК: 624.132.345

МРНТИ: 65.23.35

Проектирование намывных железнодорожных насыпей с пляжными откосами***¹Бондарь И.С., ²Оспанова З.К., ¹Сисембай А.Р.**¹АЛТ Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, г. Алматы, Казахстан²Международная Образовательная Корпорация (МОК), г. Алматы, Казахстан*Автор-корреспондент email: ivan_sergeevich_08@mail.ru.

Поступила:

21 декабря 2023

Рецензирование:

14 февраля 2024

Принята в печать:

03 марта 2024

Аннотация

В статье рассматривается проектирование берегов с пляжными склонами, которые сводятся в основном от несвязанных почв и устойчивости к волнам до определения местоположения склонов для общей устойчивости склонов. Экспериментальные исследования устойчивости волноводных эскизов, их ширины и влияния отдельных элементов на общее волноводное затухание, а также исследования устойчивости элементов крепления наклонных волноводных конструкций фронтальным способом волн проводились на волновом желобе. Экспериментально установлено, что максимальное смещение волнового эффекта происходит не фронтально, а под углом приближения волн к структуре (около 30-70°С). При наклонном приближении волн к сооружению элементы фиксации наклона расчетной массы становятся неустойчивыми. Для обеспечения устойчивости необходимо увеличить массу наклонных крепежных элементов. Вопрос исследования и мониторинга технического состояния сооружений инженерной защиты земляного полотна от волновых воздействий является важным и неоспоримым, требующим разработки методики оценки технического состояния волноводных сооружений инженерной защиты земляного полотна в условиях волновых воздействий.

Ключевые слова: железнодорожная набережная, устойчивость склонов, эскиз, уменьшающий приливы.

Бондарь И.С.	Информация об авторах: Кандидат технических наук ВАК РФ, Ph. D МОН РК, ассоциированный профессор (доцент) МНУВО РК, ассоциированный профессор, кафедра «Архитектурно-строительная инженерия», АЛТ Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7376-5643 . E-mail: ivan_sergeevich_08@mail.ru .
Оспанова З.К.	Кандидат технических наук, ассоциированный профессор Международной образовательной корпорации (МОК), г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-7443-6761 . E-mail: zere_kanatovna@mail.ru
Сисембай А.Р.	магистрант образовательной программы 7М07159 – «Транспортные сооружения», кафедра «Архитектурно-строительная инженерия», АЛТ Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-4651-9640 . E-mail: sisembay_48@mail.ru

Техникалық ғылымдар. Сәулет және құрылыс

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-02>

DOI: 624.132.345

GTAMP: 65.23.35

Жағажай беткейлері бар теміржол жағалауларын жобалау***¹Бондарь И.С., ²Оспанова З.К., ¹Сисембай А.Р.**¹Мұхаметжан Тынышбаев атындағы АЛТ университеті, Алматы қ, Қазақстан²Халықаралық білім беру корпорациясы (ХБК), Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: ivan_sergeevich_08@mail.ru

Мақала келді:
21 желтоқсан 2023
Сараптамадан өтті:
14 ақпан 2024
Қабылданды:
03 наурыз 2024

Түйіндеме

Мақалада негізінен байланысты емес топырақтар мен толқындарға төзімділіктен бастап, беткейлердің жалпы тұрақтылығы үшін беткейлердің орналасуына дейін азайтылатын жағажай беткейлері бар жағалауларды жобалау қарастырылады. Толқындық Эскиздердің тұрақтылығын, олардың және жеке элементтердің жалпы толқындық ыдырауға әсерін эксперименттік зерттеу, сондай-ақ көлбеу толқындық құрылымдарды толқындардың фронтальды әдісімен бекіту элементтерінің тұрақтылығын зерттеу толқындық науада жүргізілді. Толқындық әсердің максималдымещысуы фронтальды емес, толқындардың құрылымға жақындау бұрышында (шамамен 30-70°C) болатындығы эксперименталды түрде анықталды. Толқындардың құрылымға көлбеу жақындауымен есептік массаның көлбеуін бекіту элементтері тұрақсыз болады. Тұрақтылықты қамтамасыз ету үшін көлбеу бекіткіштердің массасын арттыру қажет. Жер төсемін толқындық әсерлерден инженерлік қорғау құрылыстарының техникалық жай-күйін зерттеу және мониторингілеу мәселесі толқындық әсерлер жағдайында жер төсемін инженерлік қорғаудың толқындық су құрылыстарының техникалық жай-күйін бағалау әдістемесін әзірлеуді талап ететін маңызды және даусыз болып табылады.

Түйін сөздер: теміржол жағалауы, беткейлердің тұрақтылығы, толқындарды азайтатын эскиз.

Бондарь И.С.	Авторлар туралы ақпарат: Техника ғылымдарының кандидаты, Ресей Федерациясының Жоғары аттестаттау комиссиясы, ф.ғ.к. D Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі, доцент (доцент) Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі, Мұхамеджан Тынышбаев атындағы АЛТ университетінің «Сәулет-құрылыс инженериясы» кафедрасының доценті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7376-5643 . E-mail: ivan_sergeevich_08@mail.ru .
Оспанова З.К.	Техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық білім беру корпорациясының (ХБК) қауымдастырылған профессоры, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-7443-6761 . E-mail: zere_kanatovna@mail.ru .
Сисембай А.Р.	Мұхамеджан Тынышбаев атындағы АЛТ университеті «Сәулет-құрылыс инженериясы» кафедрасы 7М07159 – «Көлік құрылымдары» білім беру бағдарламасының магистранты, Алматы қ., Қазақстан Республикасы. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-4651-9640 . E-mail: sisembay_48@mail.ru .

Technical Sciences. Architecture and Construction

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-02>

UDC: 624.132.345

IRSTI: 65.23.35

Design of alluvial railway embankments with beach slopes***¹Bondar I.S., ²Ospanova Z.K., ¹Sisembai A.R.**¹ALT University named after Mukhamedzhan Tynyshpayev, Almaty, Republic of Kazakhstan²International Educational Corporation (IEC), Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: ivan_sergeevich_08@mail.ru

Received:
21 December 2023
Peer-reviewed:
14 February 2024
Accepted:
03 March 2024

Abstract

The article discusses the design of shores with beach slopes, which range mainly from unrelated soils and wave resistance to slope positioning for overall slope stability. Experimental studies of the stability of waveguide sketches, their width and the effect of individual elements on the overall waveguide attenuation, as well as studies of the stability of the fastening elements of inclined waveguide structures using the frontal wave method were carried out on a wave trough. It has been experimentally established that the maximum displacement of the wave effect occurs not frontally, but at an angle of approach of the waves to the structure (about 30-70 ° C). When the waves approach the structure obliquely, the elements of fixing the slope of the calculated mass become unstable. To ensure stability, it is necessary to increase the mass of the inclined fasteners. The issue of research and monitoring of the technical condition of engineering structures for the protection of the earthbed from wave impacts is important and indisputable, requiring the development of a methodology for assessing the technical condition of waveguide structures for engineering protection of the earthbed in conditions of wave impacts.

Keywords: railway embankment, slope stability, sketch reducing tides.

Bondar I.S.	Information about authors: Candidate of Technical Sciences, Higher Attestation Commission of the Russian Federation, Ph. D Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Associate Professor (Associate Professor) of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Associate Professor, Department of Architectural and structural engineering, ALT University named after Mukhamedzhan Tynyshpayev, Almaty, Republic of Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7376-5643. E-mail: ivan_sergeevich_08@mail.ru
Ospanova Z.K.	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the International Educational Corporation (IEC), Almaty, Republic of Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-7443-6761. E-mail: zere_kanatovna@mail.ru
Sisembai A.R.	Master's student of the educational program 7M07159 – "Transport Structures", Department of "Architectural and structural engineering", ALT Mukhamedzhan Tynyshpayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-4651-9640. E-mail: sisembay_48@mail.ru

Введение

Обеспечение безопасной эксплуатации железнодорожного пути- очень важная задача. Железнодорожный путь воспринимает большие нагрузки от проходящих поездов, и его работа происходит в условиях агрессивного воздействия природной среды. При этом техническое состояние всех элементов верхнего и нижнего строений пути должно обеспечивать безопасное движение поездов. На участках, где железнодорожный путь проходит вдоль морских побережий, как правило, по полке, выработанной в нагорном откосе, вследствие протекающих неблагоприятных инженерно-геологических процессов и явлений, обеспечение безопасности движения поездов имеет большое значение. Воздействие неблагоприятных инженерно-геологических процессов и явлений здесь наблюдается как с нагорной, так и с морской стороны. Для обеспечения безопасной эксплуатации железнодорожного пути необходим комплексный подход, включающий: инженерные изыскания, обследование, проектирование, разработку деклараций безопасности гидротехнических сооружений, мониторинг. Однако в настоящее время так и не разработан комплексный подход и не выработаны комплексные решения для обеспечения безопасной эксплуатации приморских участков железных дорог и снижения риска аварий вследствие размыва волнами земляного полотна железной дороги [1].

При эксплуатации сооружений, предназначенных для защиты железных дорог от волнового воздействия, контролю их состояния должно уделяться особое внимание. Насыпи с пляжными откосами получают благодаря свободному растеканию гидросмеси при намыве, но технологическими требованиями в этом случае весьма строго оговорено точное соблюдение заданной крутизны откоса. Намыв откоса крутизной, превышающей проектную, недопустим, так как он не будет устойчив к размывающему действию покрывающей воды; намыв с крутизной меньше проектной невыгоден, потому что при большой длине откоса возникает значительное увеличение объема работ [2].

Методы

Проектную крутизну откоса рассчитывают по специальной методике. Проектирование насыпей с пляжными откосами сводится в основном к определению заложения откосов. При этом исходят из расчета общей устойчивости откосов и волноустойчивости.

Для несвязных грунтов общая устойчивость откосов насыпей достигается при заложениях откосов, приведенных в таблице [2].

Таблица 1. Заложение откосов насыпи для несвязных грунтов

Грунт	Заложение до 6	Откосы при 6-12	Высота насыпи, м 12-25
Песчаный	3,5	5	7
Гравийный	1,5	2	3
Песчано-гравийный	2,5	3,5	5

Для обеспечения устойчивости откосов грунтовых сооружений без специального крепления против воды необходимо придавать им уклоны воздействия из условия волноустойчивости.

Под воздействием волн поверхность откосов принимает уклон, соответствующий динамическому равновесию. При этом в определенной по высоте зоне поверхность откоса подвергается постоянным не приводящим, однако, к изменениям, нарушению равновесия частей откосов, расположенных ниже и выше зоны волнового воздействия.

Заложение откоса в зоне волнового воздействия (рис. 1) определяют из выражения [3]:

$$m_1 = 19 \frac{\sqrt{h_b}}{\sqrt[9]{d_{cp}}} - m_0 \quad (1)$$

где h_b – расчетная высота волны; d_{cp} – средняя крупность слагающего откос грунта.
 m_0 – заложение подводного откоса.

Расчетную высоту волны находят из зависимости:

$$h_b = 0.37\sqrt{L} \quad (2)$$

где L – длина разгона волны.

Заложение подводного откоса грунта определяют по формуле:

$$m_0 = \tan\varphi \quad (3)$$

где φ – угол естественного откоса намытого грунта в водонасыщенном состоянии.

Общая высота зоны динамического взаимодействия составляет:

$$h_2 = 0.4h_b(1 + 0.3\lambda \frac{\sqrt{h_b}}{\sqrt[9]{d_{cp}}}) \quad (4)$$

где λ – относительная длины волны (при высоте волны, не превышающей 3 м, принимают $\lambda = 10$).

Подводную часть зоны динамического взаимодействия определяют согласно [5] из условия:

$$a = 0.4h_2 \quad (5)$$

Расчет насыпей с пляжными откосами только на волновое воздействие, по мнению автора, недостаточен. После расчета на волноустойчивость необходимо провести расчет на оплывание откосов от высачивания при затоплении насыпи без образования подпора и с подпором воды. Случаи двустороннего затопления насыпей без подпоров наблюдаются на болотах, в поймах рек и водоемов.

Затопление может быть постоянным, когда происходят таяние снега и скопление талых вод, а также в периоды паводков. Расчет на устойчивость откосов следует выполнять по формуле:

$$m_1 \geq km_{кр} \quad (6)$$

где $m_{кр}$ – критическое значение заложения откоса, соответствующее началу высачивания фильтрующего потока; k – коэффициент запаса (для отмытых песков и гравия $k = 1,3$).

Критическое заложение откоса определяют из выражения:

$$m_{кр} = \frac{5}{m_0 + 3I} \quad (7)$$

где I – градиент оплывания откоса на участке высачивания воды.

Градиент оплывания определяют из условия обеспечения ламинарности режима высачивания и стекания потока по формуле:

$$I = \frac{bm_0}{2} \quad (8)$$

где b – коэффициент ламинарности.

При значении коэффициента относительного расхода $k_0 k_0$ стекающего потока, равном 0, 20, 50, 100 и 150, коэффициент ламинарности bb принимают соответственно равным 1,0; 0,75; 0,49; 0,30 и 0,21.

Коэффициент относительного расхода будет:

$$k_0 = \frac{\sqrt[3]{q}}{dc_p} \quad (9)$$

где q – относительный расход потока, высачивающегося через единицу поверхности откоса.

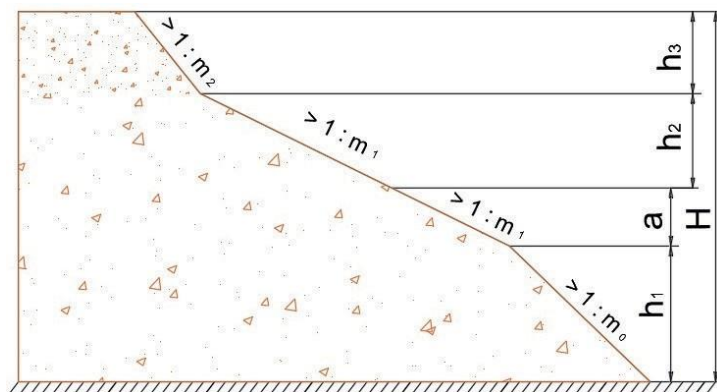


Рисунок 1. Заложение откоса в зоне волнового воздействия [материал автора]

В зависимости от средней крупности грунта, равной 0,1; 0,5; 1,0; 3,0; 5,0 и 7,0 мм, значение принимают соответственно равным 0; 0,22; 0,37; 0,67; 0,91 и 1,20.

После определения, по формуле (6) сравнить его со необходимо значением, полученным по формуле (1).

В качестве проектного должно быть принято большее значение заложения откоса. В связи с развитием работ по ирригации и мелиорации земель случаи качества использования дорожных насыпей в качестве подпорных сооружений стали нередкими. При этом необходима проверка на устойчивость низового откоса по условиям фильтрации воды.

Рассмотрим общий случай, когда насыпь служит подпорным сооружением, имеющим воду, как в верхнем, так и в нижнем бьефе (рис. 2).

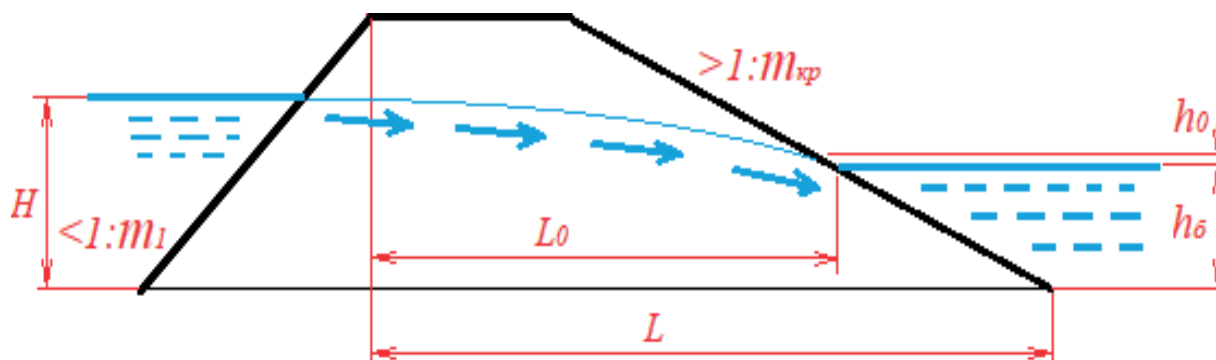


Рисунок 2. Насыпь как подпорное сооружение, вода в верхнем и в нижнем бьефе [материал автора]

Заложение верхового и низового откоса определяем по формуле (1), а затем производим проверку по методике, принятой в гидротехническом строительстве [3].

Рассчитываем относительный расход фильтрационного потока по формуле:

$$q = k_{\Phi} \frac{(H - h_b)^2 - h_0^2}{2l_0} \quad (10)$$

где H и h_b – напоры воды соответственно в верхнем и нижнем бьефах; h_0 – высота участка высачивания фильтрующей из низового откоса воды; l_0 – проекция пути фильтрации на основание насыпи; k_{Φ} – коэффициент фильтрации грунта.

Неизвестные параметры h_0 и l_0 могут быть найдены из выражений:

$$h_0 = \left(\frac{q}{k_{\Phi}} m_{kp} - h_b \right) \pm \sqrt{\left(\frac{q}{k_{\Phi}} \right)^2 + H^2 - \frac{2q}{k_{\Phi}} l_0} \quad (11)$$

$$l_0 = l - m_{kp}(h_0 + h_b) \quad (12)$$

где l – длина фильтрующего клина насыпи.

Коэффициент фильтрации намытых песчаных грунтов [4,6] вычисляем по формуле:

$$k_{\Phi} = a_1 \cdot b_1 \cdot cD \quad (13)$$

где D – эффективный диаметр частиц грунта; a_1 и b_1 – поправочные коэффициенты, учитывающие соответственно температуру воды и плотность грунта; c – коэффициент пропорциональности (для мелких песков c – 600, для средних c – 700, для крупных c – 800).

Эффективный диаметр частиц намытого грунта определяем из выражения:

$$D = \frac{1}{2} (d_{10} + d_{60}) \sqrt{\frac{d_{10}}{d_{60}}} \quad (14)$$

где d_{10} и d_{60} – диаметры песчаных зерен при 10% и 60% -ном содержании по кривой гранулометрического состава.

Совместное решение уравнений (10) – (12) позволяет получить значение относительного расхода фильтрационного потока, высачивающегося на поверхность низового откоса. Далее расчет следует вести на высачивание, т. е. значение q подставить в формулу (9) и по выражениям (8) – (6) определить, удовлетворяет ли заложение низового откоса условию устойчивости на высачивание.

Проверка на высачивание и фильтрацию дополняет расчет пляжных откосов на волновое воздействие и служит гарантией их устойчивости без покрытия креплением.

Результаты

В работах автора [1, 7] были выполнены экспериментальные исследования по устойчивости волногасящих набросок, по влиянию их ширины, отметок и крупности отдельных элементов на волно-гашение в целом. Исследование устойчивости элементов крепления откосных волногасящих сооружений при фронтальном подходе волн проводились в волновом лотке, длина которого 20 м при ширине 0,6 м и высоте стенок 1,0 м. Цель работы – показать, что в результате интерференции подходящих под углом и отраженных волн в некоторых случаях происходит увеличение волнового воздействия на элементы крепления откосов, в результате чего они теряют свою устойчивость.

На данном этапе были проведены три серии экспериментальных исследований: модель фрагмента вертикальной стенки без волногасящего откоса, с волногасящим откосом с массой элементов крепления откоса, рассчитанной по [5, 9], и с волногасящим откосом с массой элементов крепления откоса, рассчитанной на интерферируемую волну. Виды модели во время экспериментов: *а* – в среднем волновом бассейне, *б* – в глубоководном волновом бассейне, представлены на рис. 3.

а) в среднем волновом бассейне,



б) в глубоководном волновом бассейне



Рисунок 3. Виды модели во время эксперимента [материалы автора]

Обсуждение

Экспериментальными исследованиями на предыдущем этапе было установлено, что максимально возможное увеличение волнового воздействия происходит не при фронтальном, а при косом (порядка $30\text{--}70^\circ$) угле подхода волн к сооружению. С целью проверки устойчивости элементов наброски волногасящего сооружения был проведен ряд экспериментов в глубоководном волновом бассейне Филиала

АО ЦНИИС «НИЦ «Морские берега». Угол подхода волн составлял 32° [1, 7].

При этом варьировались следующие параметры конструкции:

- уклоны откосов (1:2, 1:3) на разных участках сооружения;
- типы элементов крепления откосов (тетраподы, гексабиты);
- масса элементов крепления откосов;
- количество и толщина слоев элементов наброски (укладки);
- ширина полки откосного сооружения.

Глубоководный волновой бассейн в плане имеет форму равнобокой трапеции с основаниями 41 и 25 м и расстоянием между ними 31,5 м. Высота стенок бассейна 1,7 м. Бассейн оснащен волно-продукторами, которые представляют собой группу передвижных односторонних установок, обеспечивающих возвратно- поступательное движение щитов.

По результатам экспериментов получено, что при косом подходе волн к сооружению элементы крепления откоса расчетной массы неустойчивы. Для обеспечения устойчивости массу элементов крепления откоса следует увеличить в 2 раза и более.

Выводы

В настоящее время не существует методики категорирования по степени опасности сооружений инженерной защиты (предназначенных для защиты от волнового воздействия), что, в свою очередь, препятствует разработке программ противодеформационных мероприятий на аварийных и потенциально опасных участках. Как следствие, часто проектирование и строительство сооружений инженерной защиты ведутся в экстренном порядке на уже разрушающихся приморских участках железных дорог [8]. Своевременное выявление опасных приморских участков разных категорий позволило бы заблаговременно обеспечивать безопасную эксплуатацию железных дорог.

Вопрос обследования и мониторинга технического состояния сооружений инженерной защиты земляного полотна от волнового воздействия в нормативной документации не освещен. Поэтому необходимость в разработке методики оценки технического состояния волно-

гасящих сооружений инженерной защиты земляного полотна в условиях волнового воздействия является неоспоримой.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Бондарь И.С., Оспанова З.К., Сисембай А.Р. Проектирование намывных железнодорожных насыпей с пляжными откосами. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):19-28. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-02>

Cite this article as: Bondar' I.S., Ospanova Z.K., Sisembaj A.R. Proektirovanie namyvnyh zheleznodorozhnyh nasypej s plyazhnymi otkosami [Design of alluvial railway embankments with beach slopes]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024;1(5): 19-28. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-02>

Литература

- [1] Тлявлин Р.М. Оценка технического состояния волногасящих сооружений инженерной защиты земляного полотна от волнового воздействия. Известия Петербургского университета путей сообщения. 2020; 17(2):198-209. doi: 10.20295/1815-588X-2020-2-198-209
- [2] Доценко Т.П., Канарский В. Ф. Плотины и дамбы распластанного профиля. Энергия. 1975; 1:152.
- [3] Меламут Д.Л. Гидромеханизация в ирригационном и сельскохозяйственном строительстве. Москва: Стройиздат. 1967, 355.
- [4] Угинчус А.А. Расчет фильтрации через земляные плотины. Москва: Госэнергоиздат, 1960,144.
- [5] СП 38.13330.2018. СНиП 2.06.04–82. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). Стандартинформ. 2019, 106.
- [6] Мелентьев В.А. и др. Намывные гидротехнические сооружения. Москва: Энергия. 1973, 237.
- [7] Исследования устойчивости элементов крепления откосных волногасящих сооружений: отчет о НИОКР. Отв. исп. Г. В. Тлявлиной. Сочи: Научно-исследовательский центр «Морские берега». 2016, 131.
- [8] Жданов А.М. Основные положения проектирования берегоукрепительных сооружений на приморских линиях железных дорог. Трансжелдориздат. 1953; 35:56.
- [9] СП 277.1325800.2016. Сооружения морские берегозащитные. Правила проектирования. Технорма. 2017, 58.

References

- [1] Tlyavlin RM. Ocenka tekhnicheskogo sostoyaniya volnogasyashchih sooruzhenij inzhenernoj zashchity zemlyanogo polotna ot volnovogo vozdejstviya [Assessment of the technical condition of wave extinguishing structures for engineering protection of the earthbed from wave action]. Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshcheniya = Proceedings of the Petersburg State Transport University. 2020; 17(2):198-209. (in Russ.) doi: 10.20295/1815-588X-2020-2-198-209
- [2] Docenko TP, Kanarskij VF. Plotiny i damby rasplastannogo profilya [Dams and dams of a flattened profile]. Energiya = Energy. 1975; 1:152. (in Russ.)
- [3] Melamut DL. Gidromekhanizaciya v irrigacionnom i sel'skohozyajstvennom stroitel'stve. [Hydromechanization in irrigation and agricultural construction]. Strojizdat. 1967, 355. (in Russ.)
- [4] Uginchus AA. Raschet fil'tracii cherez zemlyanye plotiny [Calculation of filtration through earthen dams]. Gosenergoizdat. 1960,144. (in Russ.)

[5] SP 38.13330.2018. SNiP 2.06.04–82. Nagruzki i vozdejstviya na gidrotekhnicheskie sooruzheniya (volnovye, ledovye i ot sudov) [Loads and impacts on hydraulic structures (wave, ice and from ships)]. Standartinform. 2019, 106. (in Russ.)

[6] Melent'ev VA. i dr. Namyvnye gidrotekhnicheskie coopyzheniya [Alluvial hydraulic structures]. Energiya = Energy. 1973, 237. (in Russ.)

[7] Issledovaniya ustojchivosti elementov krepleniya otkosnyh volnogasyashchih sooruzhenij [Stability studies of the fastening elements of sloping wave damping structures]. R&D report by GV Tlyavlina. Sochi: Scientific Research Center «Morskie berega». 2016, 131. (in Russ.)

[8] Zhdanov AM. Osnovnye polozheniya proektirovaniya beregoukrepitel'nyh sooruzhenij na primorskih liniyah zheleznyh dorog [The main provisions of the design of coastal protection structures on the coastal railway lines]. Transzheldorizdat. 1953; 35:56. (in Russ.)

[9] SP 277.1325800.2016. Sooruzheniya morskije beregozashchitnye. Pravila proektirovaniya [Marine coastal protection structures. Design rules]. Technorma. 2017, 58. (in Russ.)

Техникалық ғылымдар. Сәулет және құрылыс

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-03>

DOI: 625.8:65011.56

GTAMP: 68.75.35

Асфальтталған жол жабынындағы талшықты-оптикалық датчиктер***¹Оразбаева Д.А., ²Кашаганова Г.Б., ²Сагыбекова А.О.**¹Мұхаметжан Тынышбаев атындағы АЛТ университеті, Алматы қ, Қазақстан²Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: dinara_o.a@mail.ru

Мақала келді:
12 қаңтар 2024
Сараптамадан өтті:
25 ақпан 2024
Қабылданды:
10 наурыз 2024

Түйіндеме

Мақалада жол төсемінің бүкіл құрылымы бойынша көлік жүктемелерін сенімді және тиімді бөлуді қамтамасыз етуге бағытталған заманауи жол төсемін жобалаудың негізгі аспектілері қарастырылған. Жұмыс жағдайлары мен әсер ететін факторларды ескере отырып, жабынды құрайтын материалдардың механикалық қасиеттерін дұрыс бағалаудың маңыздылығына ерекше назар аударылады. Мұндай қасиеттерді орнында анықтаудың нақты әдістерін әзірлеу өте қиын міндет болып табылады, бұл бақылаудың бұзбайтын әдістерін қолдануды қажет етеді. Бұл жұмыста өзін сенімді және жоғары дәлдіктегі мониторинг құралдары ретінде көрсеткен талшықты-оптикалық датчиктерді (суларды) пайдалана отырып, асфальтбетон жабын қабаттарының төменгі бөлігіндегі деформацияларды анықтау тәсілдері қарастырылған. Мақалада осы саладағы заманауи әлемдік әзірлемелер талданады, судың сыртқы әсерлерге төзімділігі, жоғары сезімталдығы және дәлдігін жоғалтпай ұзақ мерзімді пайдалану мүмкіндігі сияқты негізгі техникалық артықшылықтары көрсетілген. Сондай-ақ, ақауларды уақтылы анықтау, техникалық қызмет көрсетуді оңтайландыру және жол құрылымдарының қызмет ету мерзімін ұзарту үшін жаңа мүмкіндіктер ашатын жол инфрақұрылымын мониторингілеудің зияткерлік жүйелерінің құрамына су енгізу перспективалары қарастырылуда. Ұсынылған шолу инновациялық технологияларды көлік саласына біріктірудің маңыздылығын көрсетеді.

Түйін сөздер: асфальт; талшықты-оптикалық датчиктер (су); Брагг торының талшықты датчиктері (ВБР); түсетін салмақтың ауытқуы (МЗЖ), бетон.

Оразбаева Д.А.	Авторлар туралы ақпарат: Техника ғылымдарының магистрі, "Көлік құрылысы және құрылыс материалдарын өндіру" кафедрасының қауымдастырылған профессоры. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-3110-3849 , E-mail: dinara_o.a@mail.ru
Кашаганова Г.Б.	Мұхамеджан Тынышбаев атындағы АЛТ университетінің магистранты, Алматы қ., Қазақстан Республикасы. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8150-1621 , E-mail: kashaganova_10@mail.ru
Сагыбекова А.О.	Техника ғылымдарының кандидаты, "Көлік құрылысы және құрылыс материалдарын өндіру" кафедрасының қауымдастырылған профессоры. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5679-5816 , e-mail: sao-81@mail.ru

Technical Sciences. Architecture and Construction

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-03>

UDC: 625.8:65011.56

IRSTI: 68.75.35

Fiber-optic sensors on paved roads***¹Orazbayeva D.A., ²Kashaganova G.B., ¹Sagybekova A.O.**¹ Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan²ALT University named after Mukhamedzhan Tynyshpayev, Almaty, Kazakhstan*Corresponding author email: dinara_o.a@mail.ru

Received:
12 January 2024
Peer-reviewed:
25 February 2024
Accepted:
10 March 2024

Abstract

The article discusses the key aspects of modern pavement design, focused on ensuring reliable and efficient distribution of traffic loads throughout the road surface structure. Special attention is paid to the importance of correctly assessing the mechanical properties of the materials that make up the coating, taking into account the operating conditions and influencing factors. It is emphasized that the development of realistic methods for determining such properties on site is an extremely difficult task, which necessitates the use of non-destructive testing methods. In this paper, we consider approaches to determining deformations in the lower part of asphalt-concrete coating layers using fiber-optic sensors (VOD), which have proven themselves to be reliable and highly accurate monitoring tools. The article analyzes modern world developments in this field, shows the main technical advantages of waters, such as resistance to external influences, high sensitivity and the possibility of long-term operation without loss of accuracy. The prospects of introducing water into intelligent monitoring systems for road infrastructure are also being considered, which opens up new opportunities for timely detection of defects, optimization of maintenance and prolongation of the service life of road structures. The presented review highlights the importance of integrating innovative technologies into the transport industry.

Keywords: asphalt; fiber optic sensors (FOS); fiber Bragg grating (FBG) sensors; falling weight deflector (FDW), concrete.

Orazbayeva D.A.**Information about authors:**

*Master of Technical Sciences, Senior lecturer of the Department "Transport Construction and Production of Building materials", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-3110-3849>
E-mail: dinara_o.a@mail.ru*

Kashaganova G.B.

Master's student of the educational program 7M07159 – "Transport Structures", Department of "Architectural and structural engineering", ALT Mukhamedzhan Tynyshpayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8150-1621>. E-mail: kashaganova_10@mail.ru

Sagybekova A.O.

Candidate of Technical Sciences, Senior lecturer of the Department "Transport Construction and Production of Building materials", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5679-5816>. E-mail: sao-81@mail.ru

Технические науки. Архитектура и строительство

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-03>

УДК: 625.8:65011.56

МРНТИ: 68.75.35

Волоконно-оптические датчики на асфальтированном дорожном покрытии***¹Оразбаева Д.А., ²Кашаганова Г.Б., ¹Сагыбекова А.О.**¹Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан²АЛТ Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, г. Алматы, Казахстан*Автор-корреспондент email: dinara_o.a@mail.ru

Поступила:

12 января 2024

Рецензирование:

25 февраля 2024

Принята в печать:

10 марта 2025

Аннотация

В статье рассмотрены ключевые аспекты современного проектирования дорожного покрытия, ориентированного на обеспечение надёжного и эффективного распределения транспортных нагрузок по всей структуре дорожной одежды. Особое внимание уделено важности правильной оценки механических свойств материалов, составляющих покрытие, с учётом условий эксплуатации и воздействующих факторов. Подчёркивается, что разработка реалистичных методов определения таких свойств на месте является крайне сложной задачей, что обуславливает необходимость применения неразрушающих методов контроля. В данной работе рассмотрены подходы к определению деформаций в нижней части асфальтобетонных слоёв покрытия с использованием волоконно-оптических датчиков (ВОД), зарекомендовавших себя как надёжные и высокоточные средства мониторинга. В статье проанализированы современные мировые разработки в этой области, показаны основные технические преимущества ВОД, такие как устойчивость к внешним воздействиям, высокая чувствительность и возможность длительной эксплуатации без потери точности. Рассматриваются также перспективы внедрения ВОД в состав интеллектуальных систем мониторинга дорожной инфраструктуры, что открывает новые возможности для своевременного выявления дефектов, оптимизации технического обслуживания и продления срока службы дорожных конструкций. Представленный обзор подчёркивает значимость интеграции инновационных технологий в транспортную отрасль.

Ключевые слова: асфальт; волоконно-оптические датчики (ВОД); волоконные датчики Брэгговской решетки (ВБР); отклонитель падающего веса (ОПВ), бетон.

Оразбаева Д.А.**Информация об авторах:**

Магистр, старший преподаватель кафедры «Транспортное строительство и производство строительных материалов», КазАДИ им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-3110-3849> E-mail: dinara_o.a@mail.ru

Кашаганова Г.Б.

магистрантка образовательной программы 7M07314 – «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», кафедра «Транспортное строительство и производство строительных материалов», КазАДИ им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8150-1621> E-mail: kashaganova_10@mail.ru

Сагыбекова А.О.

Кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Транспортное строительство и производство строительных материалов», КазАДИ им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5679-5816> E-mail: sao-81@mail.ru

Кіріспе

Жол төсемін жобалау — қазіргі заманғы адамзат қоғамы үшін маңызды факторлардың бірі болып табылады. Жолдардың сапалы салынуы тек елді мекендерде ғана емес, сонымен қатар ірі мегаполистерде де жол құрылымының барлық деңгейінде көлік жүктемелерін тиімді бөлуді қамтамасыз ету мәселесін шешуге мүмкіндік береді. Жол төсемін жобалаудың негізгі мақсаты — бүкіл пайдалану мерзімі ішінде құрылыс пен күтіп-ұстау шығындарын барынша азайта отырып, көлік жүктемелерін таңдалған жүктеме параметрлері шегінде тиімді бөлетін инженерлік құрылымды қалыптастыру.

Материал сапасы — жол қабаттарын жобалаудағы маңызды аспектілердің бірі болып табылады, әсіресе олар ылғалға ұшыраған жағдайда. Егер қабаттар орналасқан аймақ ылғалмен қаныққан болса, материалдың қаттылығы айтарлықтай төмендейді. Мұндай жағдайда, әдетте құрғақ күйде қабылдай алатын кернеулер қабаттың бұзылуына немесе тұрақсыздығына әкелуі мүмкін.

Тағы бір маңызды әдіс — температураны бақылау, өйткені ол битуммен байланысқан қабаттардың қасиеттеріне тікелей әсер етеді. Сондықтан жол төсемін жобалау барысында климаттық жағдайларды ескеру аса маңызды [1,2]. Сонымен қатар, жол төсемін тығыздау сапасы да құрылымның беріктігі мен ұзақ мерзімділігіне ықпал ететін маңызды фактор болып табылады.

Соңғы 50 жылда жол жамылғысын зерттеу және онымен байланысты жол төсеу технологиялары қарқынды дамыды. Сол кезеңдегі ғылыми білім мен зерттеу жетістіктеріне негізделген теориялар мен принциптер жол жабындарын талдау, жобалау, салу және техникалық қызмет көрсету бойынша мамандарға елеулі көмек көрсетті. Осы ғылыми негіздер кейінгі жылдары жабын технологияларының дамуына кеңінен ықпал етті [3].

Жол төсемінің механикалық күйі мен қызмет ету мерзімін бағалау — жолдардың құрылысы мен техникалық қызмет көрсету сапасын анықтауда маңызды рөл атқарады. Алайда бұл міндетті жүзеге асыру қиын, себебі жол қабатының ішкі құрылымының нақты жұмыс істеуін көзбен елестету мүмкін емес [4]. Қазіргі таңда зерттеушілер әдетте қолданатын бақылау және зерттеу әдістеріне бағаналы бұрғылау, жол жамылғысын кесу, Бенкельман сәулесі, құлаған жүк әдісі, автоматты дефлектометр, беттің қисаюын өлшейтін құрылғылар және басқа да құралдар жатады. Бұл әдістердің көпшілігі не деструктивті, не өлшеу дәлдігі төмен, не бақылау жиілігі жеткіліксіз. Ең бастысы — бұл әдістердің барлығы үзік-үзік әрі қысқа мерзімді болып табылады.

Жол төсемі ұзақ уақыт бойы жүктеме, температура, ылғалдылық және ультракүлгін сәулелену сияқты қоршаған орта факторларының біріктірілген әсерінен біртіндеп нашарлайды. Осыған байланысты, дәстүрлі әдістер арқылы жол төсемінің нақты жағдайда қалай әрекет ететінін толық түсіну мүмкіндігі шектеулі [4]. Шын мәнінде, жол жамылғысын үздіксіз бақылау — өте күрделі процесс, өйткені әр жол учаскесі өзіндік ерекше жағдайға ие. Сонымен қатар, жол төсемінің сипаттамаларын толық бағалау үшін қысқа мерзімді бақылау жеткіліксіз.

Соңғы 50 жыл ішінде түрлі сала мамандарының бірігуінің нәтижесінде бірқатар ірі технологиялық жетістіктерге қол жеткізілді. Бұл үрдіс алдағы уақытта бүкіл әлем бойынша талшықты-оптикалық байланыс, фотоника, биомедицина және нанотехнология салаларындағы соңғы жетістіктермен тығыз байланысты дами түсуі мүмкін. Байланыс пен ақпараттық технологиялар саласында орын алған революциялық өзгерістермен қатар, талшықты және толқындық оптика, сенсорлар мен бейнелеу жүйелері де бұрын-соңды болмаған деңгейде жетілдірілді. Бұл технологиялар бүгінде қолданудың кең ауқымы үшін зор әлеуетке ие болып отыр [5].

Асфальт жабынының деформациясы жоғары болған жағдайда дәл өлшем нәтижелеріне қол жеткізу үшін тікелей өлшеу әдістерін қолдану қажет. Алайда, мұндай өлшемдерді орындауға арналған арнайы аспаптар көп жағдайда қолжетімсіз болып келеді. Сол себепті,

тәжірибеде электрлік жүктеме ұшықтарының қаттылығы аз деп есептеледі, ал асфальт қабатына орнатылған сенсорға берілетін кернеу айтарлықтай төмендейді. Бұл өз кезегінде сенсор көрсеткіштерінің сезімталдығын төмендетеді [6].

Жол төсемін өлшеу үшін қолданылатын датчиктер жол материалдарының гетерогенді құрылымы мен механикалық қасиеттеріне барынша үйлесімді болуы тиіс. Осы талаптарға сай талшықты-оптикалық сенсорлық технологиялар — атап айтқанда, талшықты Брэгг торы (ТБТ) және Фабри-Перо интерферометриясы (ФП) — жол жамылғысының сапасын эксперименттік тұрғыда зерттеуде және оны бақылауда тиімді нәтиже көрсеткен.

Талшықты Брэгг торы (ТБТ) — ұзындығы бірнеше миллиметр болатын оптикалық талшықтың кішкене бөлігі, оның бойына дифракциялық тор ультракүлгін (УК) сәулесі арқылы жазылады. Бұл тордың негізгі қасиеті — құлаған жарық спектрінің тар оптикалық жолағын шағылыстыруы, яғни орталық толқын ұзындығы (Брэгг толқын ұзындығы) маңында орналасқан жарықты кері бағытта шағылыстырады. ТБТ температура мен механикалық деформацияларға өте сезімтал, себебі Брэгг толқын ұзындығы осы факторлардың өзгерісіне пропорционалды түрде өзгеріп отырады. Сенсор өте нәзік құрылымды болғандықтан, оны арнайы қорғау қаптамасына орау қажет.

Талшықты датчик (ТД) — екі жартылай шағылысатын параллель айналардан тұратын оптикалық резонатор. Бұл резонаторда жоғары шағылыстыратын айналар қолданылатындықтан, құрылғы жоғары дәлдікпен ерекшеленеді. Резонатордың шағылысу қасиеті спектрлік селективтілікке ие болып, кедергілерді сүзуге арналған элемент ретінде де қызмет атқарады.

ТБТ және ТД технологиялары деформацияны жергілікті түрде өлшеуді электрлік тензометриялық сенсорлар сияқты қамтамасыз етеді. Бұл сенсорлар жоғары сезімталдық пен дәлдікке ие болғанымен, жарықтар мен кең ауқымды деформацияларды анықтауға жарамсыз. Себебі олардың өлшемдері жол төсемінің өлшемдерімен салыстырғанда өте шағын. Жарықшаларды тек сенсор орналасқан аймаққа жақын жерде ғана анықтауға болады. Мұндай жағдайларда Бриллюен немесе Рэлей шашырауына негізделген талшықты-оптикалық зондтау әдістерін қолдану тиімді [7].

Жол жамылғысын бақылау — оны зерттеудің ажырамас бөлігі және жол төсемі жүйелерінде маңызды рөл атқарады [8]. Асфальт жабынының нақты механикалық қасиеттерін дәл анықтауға арналған тиімді әдіс әзірлеу — күрделі мәселе. Жол төсемін бақылауға арналған түрлі өлшеу құралдары мен датчиктер жасалғанымен, олардың көптеген параметрлерге жоғары сезімталдығы дәстүрлі жүк дефлектометрия балама ретінде нақты уақыттағы деформация деректерін алу мүмкіндігін шектейді [9]. Соңғы онжылдықта оптикалық талшықты датчиктер (ОТД) жол жамылғысын бақылауда белсенді қолданылып келеді. Дегенмен, ОТД-ны асфальт өндіру технологиясында пайдалану шектеулі, себебі сенсорлар жоғары температураға, ылғалдылыққа, тығыздағыштың үлкен қысымына және қайталанатын ауыр жүктемелерге төтеп беруі тиіс. Бұған қоса, ОТД жүйесін орнату көп уақыт пен мұқияттылықты талап етеді. Соған қарамастан, ОТД — нақты көлік жүктемелері кезінде жол төсеміндегі деформацияларды орнында өлшеудің перспективалы және тиімді құралы ретінде танылды. Алайда, жол төсемі қабаттарының есептелген деформациялары (жүк дефлектометр деректеріне негізделген) мен ОТД арқылы тіркелген нақты кернеу өлшемдері арасында айырмашылықтар байқалғандықтан, қосымша эксперименттік зерттеулер қажет болды.

Әдістер

Зерттеу жұмысында талшықты-оптикалық датчиктерді асфальт жабындарында қолдандудың эксперименттік әдістері сипатталған. Бұл әдіс негізінен екі негізгі кезеңнен тұрады: жол төсеміне ОТД орнату және алынған мәліметтерді талдау.

1. Талшықты-оптикалық датчиктердің орнатылуы:

Талшықты-оптикалық датчиктер асфальтбетон қабаттарының төменгі және жоғарғы бөліктеріне орнатылды. Орнату кезінде әрбір датчик екі параллельді оптикалық талшықтан құралған және олар арқылы өтетін жарық сигналдарының интерференциясы өлшенді. Бұл сенсорлар жүктеме әсерінен пайда болатын деформацияларды анықтауға мүмкіндік береді.

2. Далалық сынақтар және өлшеулер:

Далалық сынақтар Лаваль университеті мен IFSTTAR зертханаларында жүргізілді. Сынақтар барысында әртүрлі температура мен жүктеме параметрлері әсерінен асфальт қабаттарындағы созылу кернеулері мен деформациялар өлшенді. Алынған деректер талшықты-оптикалық сенсорлар мен салмақ дефлектометрiнiң нәтижелерiне негiзделген модельдер арқылы өңделді.

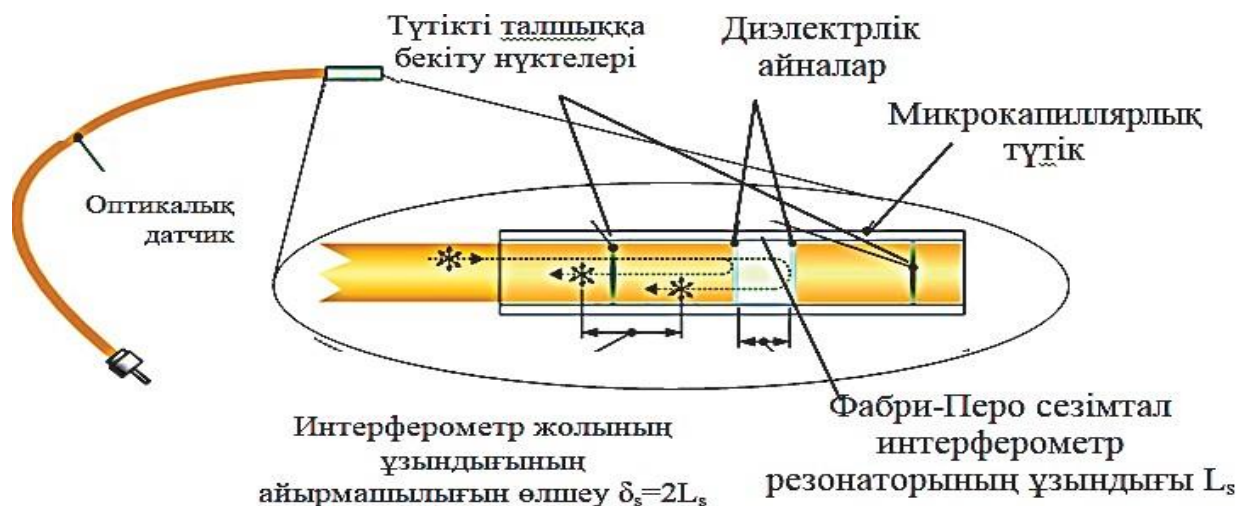
3. Модельдеу:

Модельдеудің кері тәсілі қолданылды, бұл әдіс арқылы салмақ дефлектометрi мен ОТД нәтижелері арасындағы сәйкестіктер тексерілді. Осы модель арқылы әртүрлі жүктемелер мен температуралардың асфальт қабаттарына әсері зерттелді.

Бұл шолу бөлімінде ТСА (тұрақты салмақ астындағы) стандартталған әдістемесі және оның баламасы ретінде асфальтбетон жабынында оптикалық талшықты датчиктерді (ОТД) қолдану тәжірибелері сипатталады. Атап айтқанда, асфальт қабатының төменгі жағындағы созылу деформацияларын анықтауға бағытталған әдістер қарастырылады.

Төменде асфальтбетон жабындарында ОТД қолданудың бірнеше нақты жағдайлары егжей-тегжейлі талданады.

Зерттеліп отырған сенсор микрокапиллярлық түтікке дәл орналастырылған екі оптикалық талшықтан тұрады және олар Фабри-Перо (ФП) интерферометріне сезімтал оптикалық интерферометрді құрайды. Мұндай тензометриялық сенсор электромагниттік кедергілерге мүлдем сезімтал емес. Сонымен қатар, Брэгг торына негізделген оптикалық талшықты сенсорлардан ерекшелігі — бұл сенсор көлденең деформациялар мен температура әсеріне дерлік жауап бермейді.



Сурет 1. Фабри – Перо интерферометріне негізделген жүктеме ұяшығы (ФП) [10]

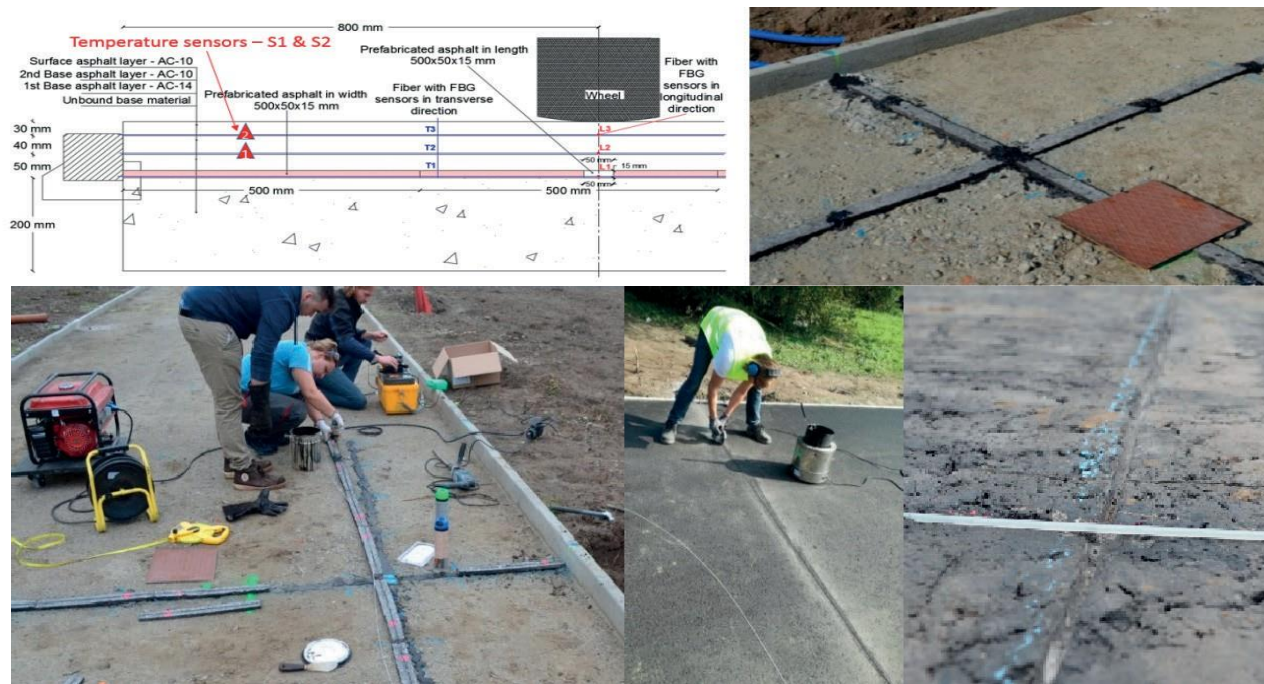
Келесі суретте (Сурет 2) әрбір сынақ бөлімі қозғалыс бағытына перпендикуляр орналасқан бір бақылау тақтасымен жабдықталғаны көрсетілген [13]. Әр тақта полифениленсульфидтен (ПФС) жасалған, оның ішіне 24 талшықты-оптикалық жүктеме ұяшығы орнатылған. Бұл сенсорлар тікбұрышты жұқа корпуста орналасып, эпоксидті шайырмен бекітілген.



Сурет 2. Атлантик-Ситидегі, Нью-Джерсидегі, АҚШ-тағы Федералды авиация әкімшілігінің (FAA) (NAPTF) Ұлттық әуежайының сынақ полигонында бақылау тақтасын орнату [13]

Талшықты-оптикалық тензометриялық датчиктердің жұмыс принципі ақ жарықтың поляризациялық интерферометрия технологиясына (ИФТ) негізделген. ИФТ әдісі екі диэлектрлік айнамен шектелген резонаторы бар Фабри-Перо интерферометріндегі (ФП) оптикалық жол ұзындығының айырмасын анықтау үшін сигнал пішіндегіш құрылғыны қолданады [15].

Дұрыс калибрлеу жағдайында оптикалық жол ұзындығының айырмашылығы орын ауыстыру, кернеу және деформация сияқты техникалық параметрлерге тәуелді болуы мүмкін. Бір пластинадағы 24 сенсордан деректерді жинау үшін 8 арнадан тұратын үш сигнал пішіндегіш (сигнал процессоры) қолданылды. Бұл құрылғы жарық сигналын жібереді және қабылдайды, ал арнайы бағдарламалық жасақтама қабылданған сигналдарды физикалық шамаларға түрлендіреді және түсіндіреді. Түрлендірілген деректер 500 Гц жиілікте мәтіндік файл ретінде сақталады. Асфальт қабаттарындағы көлденең және бойлық бағытта орналастырылған оптикалық талшықты Брэгг торлары (ОТБ) үш түрлі қабаттың төменгі жағына орнатылған. Сенсорлардың бұл конфигурациясы 3-суретте көрсетілген.



Сурет 3. ОТБ бақылау жүйесінің сенсорлық конфигурациясы асфальттың үш қабатында, датчикті велосипед жолындағы алдын ала дайындалған үлгілер мен ойықтарға салынған [8-9]

Асфальт төсемесінің барлық үш қабатына орнатылған ОТБ датчиктері жол төсемін салу процесі кезінде толық сақталды. Бұл жол төсемі ішінде сенсорлардың нақты қалай жұмыс істейтінін бақылауға мүмкіндік берді [8–9]. Талшықтың шығу нүктелері жол жабынының бүйір жағынан сыртқа шығарылуы үшін орналастырылды. Сенсор жүйесі екі жақтағы сымдардың керілуін өлшеуге мүмкіндік беретін брондау арқылы қорғалған.

ОТБ жүйесінің мониторингі жол төсемі төселген сәттен бастап тұрақты түрде жүргізіліп келеді. Барлық сезімтал талшықтар ғимарат ішінен үздіксіз бақылау жүргізу үшін магистральдық бірмодалы көп талшықты кабельге (КТК) қосылған. Бұл конфигурация ОТБ жүйесін жол төсемін ұзақ мерзімді бақылау құралы ретінде пайдалануға мүмкіндік береді және оны, мысалы, құрылыс кезінде жоғары жүктеме түсетін жол учаскелерінде қолдануға болады.

Грелле және басқа зерттеушілердің мақсаты [12], Лаваль университеті (Квебек, Канада) мен IFSTTAR (Нант, Франция) арасындағы бірлескен жоба аясында асфальт төсеміндегі крекингтің екі түрін түсіну және болжау болды. Бұл мақсатқа жету үшін тұтқыр серпімді қасиеттерді асфальт төсеу моделіне біріктіру қажеттілігі туындады. Қазіргі таңда асфальт қабатындағы жарықтардың пайда болу механизмдері екі негізгі типке бөлінеді:

Асфальт қабатының төменгі жағында басталып, бетіне қарай таралатын жарықтар (жарықтар төменнен жоғары).

Жол төсемінің бетіне жақын жерден басталып, байланысқан қабаттар арқылы төменге қарай таралатын жарықтар (жарықтар жоғарыдан төменге).

Далалық сынақтар IFSTTAR-дың жеделдетілген жол жамылғысы сынақ полигонында және Лаваль университетінің жол эксперименттік полигонында, Серулда жүргізілді. Бұл зерттеулердің нәтижелері талшықты-оптикалық датчиктер қабаттар ішінде пайда болатын деформацияларды сипаттап, жүктеме конфигурацияларының әсерін бағалауға мүмкіндік беретініне куә болды [11].

Грелле және басқа зерттеушілердің жұмысы [12] асфальт қабаттарының механикалық әрекетін және олардың интерфейсін тұтқыр серпімді қасиеттерді қолдана отырып модельдеуге қол жеткізуге мүмкіндік береді деген қорытындыға келді. Тұтқыр серпімді қабаты бар жабысқақ жабынды модельдеу кернеулер мен деформациялардың қабаттар бойынша таралуын өзгертеді, сондай-ақ жол жабынының пайдалану сипаттамаларын болжаудағы тәсілді жаңартуға ықпал етеді. Созылу кернеулері жер бетіне жақын жерде пайда болып, жоғарыдан төменге қарай сызаттардың пайда болуына әкелуі мүмкін. Тұтқыр серпімді интерфейстің интеграциясы кернеулердің қабаттар бойынша қайта таралуына әсер етеді. Нәтижесінде, созылу кернеулері бетке жақын және интерфейске жақын аймақтарда ұлғаяды, ал қабаттардың төменгі бөліктерінде олар азаяды. Алайда, интерфейсті ескергенде, кернеулердің деңгейі жоғары болып қалады.

Жоғары созылу деформациялары (250 мк-ден жоғары) жүктеме түсірілгеннен кейін, деформациялардың баяу нөлге оралуы жоғары температурада (30°C) жұқа жол төсемінің битум құрылымының төменгі қабатында өлшенген.

Тозатын қабаттың төменгі бөлігінде жоғары температурада байқалатын жоғары созылу кернеулері, төменгі қабаттардың интерфейсі толық байланысқан деп санауға болмайтынын және тозған қабат пен негізгі қабат арасында осы созылу кернеулерін тудыратын кейбір сырғулар болатынын көрсетеді. Басқаша айтқанда, бұл интерфейстің адгезия дәрежесінің температураға байланысты өзгеретінін білдіреді.

Бұл өзгерістер битум эмульсиясының интерфейсте адгезияның сапасына байланысты болуы мүмкін; жоғары температурада бұл эмульсия төмен қаттылыққа ие болады, нәтижесінде интерфейстің жылжу төзімділігі төмендейді [14]. Осыған орай, ең маңызды жағдайларды анықтау үшін бірнеше температура мен жүктеме параметрлерін бағалау қажет.

Температураның жоғарылауы битум қабаттарының төменгі бөлігінде созылу кернеулерін арттырады, бұл стандартты құрылымдық есептеулерден гөрі жоғары деформация-

ларға әкелуі мүмкін. Қосылған қабаттардың осындай әсері нәтижесінде шаршау зақымдануы болжанғаннан да жоғары болуы мүмкін.

Нәтижелер

1. Деформациялар мен кернеулердің таралуы:

Өлшеулердің нәтижелері асфальт қабаттарында температураның жоғарылауы кезінде кернеулер мен деформациялардың таралуын көрсетті. Тұтқыр серпімді қасиеттері бар асфальтбетон жабындары жоғары температурада төменгі қабаттарында жарықшақтардың пайда болуына әкелетін созылу кернеулерін көрсетті.

2. ОТД сенсорларының тиімділігі:

Талшықты-оптикалық датчиктердің көмегімен нақты уақыт режимінде деформациялар мен кернеулер өлшеніп, олардың жол төсемінде таралуы туралы толық ақпарат алынды. Бұл сенсорлар ұзақ мерзімді бақылау үшін тиімді құрал болып табылды және құрылымның бұзылуы немесе ақаулары туралы ерте ескерту береді.

3. Тұтқыр серпімді қабаттар:

Тұтқыр серпімді қабаттардың жоғары температурада төзімділік қасиеттері төмендегені анықталды. Бұл қабаттар арасында сызаттардың пайда болуына әкелетін сырғулар байқалды, бұл қабаттардың толық бекітілген деп қарастырылуын қиындатты.

4. Деформациялардың жиілігі:

Жоғары температурада асфальт қабаттарындағы деформациялар баяу нөлге оралуы байқалды, бұл битум құрылымының төменгі қабатындағы тозу процестерін көрсетеді.

Талқылау

Зерттеу нәтижелері асфальт жабынын бақылаудың жаңа тәсілдерін ұсынды, оның ішінде талшықты-оптикалық датчиктерді қолдану тиімді екені анықталды. Бұл датчиктер жоғары сезімталдыққа ие, олар асфальт қабаттарындағы деформацияларды және кернеулерді нақты уақыт режимінде өлшеуге мүмкіндік береді. Осылайша, жол жамылғысының жағдайын бақылаудың тиімділігін арттырады.

1. Температура мен жүктеменің әсері:

Зерттеулер көрсеткендей, жоғары температура асфальт қабаттарындағы деформациялардың деңгейін арттырады. Бұл температураның әсері жол төсемінің беріктігіне айтарлықтай ықпал етеді. Әсіресе, жоғары температурада сызаттардың пайда болуы мен беткі қабаттардың жүктемелерге төзімділігінің төмендеуі анықталды.

2. ОТД қолданудың мүмкіндіктері мен шектеулері:

ОТД қолдану, әсіресе ұзақ мерзімді мониторинг кезінде, өте тиімді болып табылады. Бірақ бұл әдістің кейбір шектеулері де бар: жоғары температура мен ылғалдылық жағдайлары датчиктердің дәлдігіне әсер етуі мүмкін. Бұл шектеулерді ескере отырып, сенсорлардың жұмыс істеуін максимизациялау үшін белгілі бір қорғау әдістері мен жүйелерін енгізу қажет.

3. Болашақ зерттеулер:

Алынған деректерге негізделген модельдер мен мониторинг жүйелері асфальт жабынын жобалаудағы және жол құрылысында пайдалану үшін пайдалы құрал бола алады. Болашақ зерттеулер асфальт қабаттарының әртүрлі температура және жүктеме жағдайларындағы мінез-құлқын толық түсінуге бағытталуы тиіс. Сонымен қатар, сенсорлардың сезімталдығын жақсарту және олардың жұмысына әсер ететін сыртқы факторларды зерттеу қажет.

Қорытынды

Мақалада соңғы онжылдықта асфальт жабындарында талшықты-оптикалық датчиктерді қолдану арқылы жүргізілген эксперименттік өлшеулердің маңызды нәтижелері

қарастырылды. Кейбір негізгі тұжырымдарды келесідей қорытындылауға болады:

1. Жол жабынына талшықты-оптикалық датчиктерді орнату ақпаратты негізінде қолжетімді әрі тиімді әдіс болып табылады.

2. ОТД орнату бірнеше зерттеулердің техникалық деректерін ұсынды, бұл датчиктерді ұзақ мерзімді жол төсемінде бақылау мүмкіндігін көрсетті.

3. Бұл тәсіл тек жол жабынын бақылап қана қоймай, сонымен қатар эксперименттік өлшеулерді де қамтиды.

4. Салмақ дефлектометр және талшықты-оптикалық датчиктердің нәтижелері негізінде модельдеудің кері тәсілін тексеру үшін бірнеше ұсынылған шешімдер берілді.

ОТД асфальтобетон жабынында қолдану нәтижелері:

1. Асфальтбетон қабаттарының төменгі жағында нақты көлік жүктемесі кезінде орнында деформацияларды өлшеу үшін ОТД пайдалы әрі перспективалы құрал болып табылады.

2. Жол жабынының құрылымын бөлудің шекараларын анықтау кезінде, әсіресе жоғары температурада, қабаттардың толық бекітілген деп қарастырылуы мүмкін емес.

Мүдделер қақтығысы. Корреспондент автор мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Осы мақалаға сілтеме: Оразбаева ДА, Кашаганова ГБ, Сағыбекова АО. Асфальтталған жол жабынындағы талшықты-оптикалық датчиктер. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5), 29-40. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-03>

Cite this article as: Orazbayeva D.A., Kashaganova G.B., Sagybekova A.O. Asfal'talğan zhol zhabynyndagy talshyqty-optikal'nyy datchikter [Fiber optic sensors on paved road surface]. Vestnik Kazhaskogo avtomobil'no-dorozhnogo instituta = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5), 29-40. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-03>

Литература

- [1] Read J, Whiteoak D, Hunter RN. The Shell Bitumen Handbook. London. Thomas Telford. 2003, 463.
- [2] Van Gurp CAPM. Characterization of Seasonal Influences on Asphalt Pavements with the Use of Falling Weight Deflectometers. Ph.D. Thesis, TU Delft, Delft, The Netherlands, 1995. Available online: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:596d5b28-308d-4c74-a3b8-cad632a93619?collection=research> (accessed on 12 May 2019).
- [3] Sun L. Structural Behavior of Asphalt Pavements. Oxford. Butterworth-Heinemann; 2016.
- [4] Dong Z, Li S, Wen J, Chen H. Asphalt pavement structural health monitoring utilizing FBG sensors. Advanced Engineering Forum. Trans Tech Publications Ltd. 2012; 5:339-344. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AEF.5.339>
- [5] Bock WJ, Gannot I, Tanev S. Optical Waveguide Sensing and Imaging, NATO Science for Peace and Security Series-B: Physics and Biophysics; Springer: Dordrecht, The Netherlands; 2008.
- [6] Imai M, Igarashi Y, Shibata M, Miura S. Experimental study on strain and deformation monitoring of asphalt structures using embedded fiber optic sensor. J. Civ. Struct. Health Monit. 2014; 4:209-220. <https://doi.org/10.1007/s13349-014-0077-4>
- [7] Chapeleau X, Blanc J, Hornych P, Gautier J-L, Carroget J. Assessment of cracks detection in pavement by a distributed fiber optic sensing technology. J. Civ. Struct. Health Monit. 2017; 7:459-470. <https://doi.org/10.1007/s13349-017-0236-5>
- [8] Kara De Maeijer P, Van den bergh W, Vuye C. Case study on the technique of installation of fiber Bragg gratings sensors in three asphalt layers. In Proceedings of the 13th ISAP Conference on Asphalt Pavements, 19–21 June; Fortaleza, Brazil. 2018, 1-7.
- [9] Kara De Maeijer P, Van den bergh W, Vuye C, Vanlanduit S, Braspeninckx J, Stevens N, Voet E, Luyckx G, De Wolf J. Inverse modelling approach-fiber Bragg grating (FBG) meas-

- urements in comparison to falling weight deflectometer (FWD) measurements: Review. Proceedings of the 7th International Conference Bituminous Mixtures and Pavements, 12–14 June; Thessaloniki, Greece. 2019, 211.
- [10] OpSens Solutions White-Light Polarization Interferometry Technology. Available online: <https://opsens-solutions.com/wp-content/uploads/sites/4/2015/04/IMP0002-WLPI-REV2.5.pdf> (accessed on 17 June 2019).
- [11] Grellet D, Dore G, Bilodeau JP, Gauliard T. Wide-base single-tire and dual-tire assemblies: Comparison based on experimental pavement response and predicted damage. Transportation Research Record. Journal of the Transportation Research Board. 2013; 2369(1):47-56. <https://doi.org/10.3141/2369-06>
- [12] Grellet D, Dore G, Chupin O, Piau J-M. Experimental evidence of the viscoelastic behavior of interfaces in bituminous pavements - An explanation to top-down cracking? In 8th RILEM International Conference on Mechanisms of Cracking and Debonding in Pavements, 7-9 June; Dordrecht, The Netherlands. 2016, 575–580.
- [13] Garg N, Bilodeau J-P, Dore G. Experimental study of asphalt concrete strain distribution in flexible pavements at the national airport pavement test facility. Proceedings of the 2014 FAA Worldwide Airport Technology Transfer Conference, 5–7 August; Galloway, NJ, USA. 2014, 14.
- [14] Prismus P, Peterfalvi J, Marko G, Toth C. Effect of pavement stiffness on the shape of deflection bowl. Acta Silv. Lign. Hung. 2015; 11:39-54. doi: 10.1515/aslh-2015-0003
- [15] Dore G, Duplain G, Pierre P. Monitoring mechanical response of in service pavements using retrofitted fibre optic sensors. Proc of the Intern. Conf. on the Advanced Charact. of Pavement and Soil Eng. Materials, 20–22 June; Athens, Greece. 2007, 883-891.
- [16] Калижанова АУ, Кашаганова ГБ, Козбакова АХ, Едилхан Д, Амиргалиева ЖЕ. Анализ и исследование существующего опыта проектирования и использования различных современных волоконно-оптических датчиков для контроля состояния механических и строительных конструкций. Вестник КазАТК. 2021; 118(3):112-123.

References

- [1] Read J, Whiteoak D, Hunter RN. The Shell Bitumen Handbook. London. Thomas Telford; 2003.
- [2] Van Gurp CAPM. Characterization of Seasonal Influences on Asphalt Pavements with the Use of Falling Weight Deflectometers. Ph.D. Thesis, TU Delft, Delft, The Netherlands, 1995. Available online: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:596d5b28-308d-4c74-a3b8-cad632a93619?collection=research> (accessed on 12 May 2019).
- [3] Sun L. Structural Behavior of Asphalt Pavements. Oxford. Butterworth-Heinemann; 2016.
- [4] Dong Z, Li S, Wen J, Chen H. Asphalt pavement structural health monitoring utilizing FBG sensors. Advanced Engineering Forum. Trans Tech Publications Ltd. 2012; 5:339-344. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AEF.5.339>
- [5] Bock WJ, Gannot I, Tanev S. Optical Waveguide Sensing and Imaging, NATO Science for Peace and Security Series-B: Physics and Biophysics; Springer: Dordrecht, The Netherlands; 2008.
- [6] Imai M, Igarashi Y, Shibata M, Miura S. Experimental study on strain and deformation monitoring of asphalt structures using embedded fiber optic sensor. J. Civ. Struct. Health Monit. 2014; 4:209-220. <https://doi.org/10.1007/s13349-014-0077-4>
- [7] Chapeleau X, Blanc J, Horny P, Gautier J-L, Carroget J. Assessment of cracks detection in pavement by a distributed fiber optic sensing technology. J. Civ. Struct. Health Monit. 2017; 7:459-470. <https://doi.org/10.1007/s13349-017-0236-5>

- [8] Kara De Maeijer P, Van den bergh W, Vuye C. Case study on the technique of installation of fiber Bragg gratings sensors in three asphalt layers. Proceedings of the 13th ISAP Conference on Asphalt Pavements, 19–21 June; Fortaleza, Brazil. 2018, 1-7.
- [9] Kara De Maeijer P, Van den bergh W, Vuye C, Vanlanduit S, Braspenninckx J, Stevens N, Voet E, Luyckx G, De Wolf J. Inverse modelling approach-fiber Bragg grating (FBG) measurements in comparison to falling weight deflectometer (FWD) measurements: Review. Proceedings of the 7th International Conference Bituminous Mixtures and Pavements 12–14 June; Thessaloniki, Greece. 2019, 211.
- [10] OpSens Solutions White-Light Polarization Interferometry Technology. Available online: <https://opsens-solutions.com/wp-content/uploads/sites/4/2015/04/IMP0002-WLPI-REV2.5.pdf> (accessed on 17 June 2019). (in Eng.).
- [11] Grellet D, Dore G, Bilodeau JP, Gauliard T. Wide-base single-tire and dual-tire assemblies: Comparison based on experimental pavement response and predicted damage. Transportation Research Record. Journal of the Transportation Research Board. 2013; 2369(1):47-56. <https://doi.org/10.3141/2369-06>
- [12] Grellet D, Dore G, Chupin O, Piau J-M. Experimental evidence of the viscoelastic behavior of interfaces in bituminous pavements - An explanation to top-down cracking? In 8th RILEM International Conference on Mechanisms of Cracking and Debonding in Pavements, 7-9 June; Dordrecht, The Netherlands. 2016, 575–580.
- [13] Garg N, Bilodeau J-P, Dore G. Experimental study of asphalt concrete strain distribution in flexible pavements at the national airport pavement test facility. Proceedings of the 2014 FAA Worldwide Airport Technology Transfer Conferenc, 7-9 June; Dordrecht, The Netherlands. 2016, 575–580.
- [14] Prismusz P, Peterfalvi J, Marko G, Toth C. Effect of pavement stiffness on the shape of deflection bowl. Acta Silv. Lign. Hung. 2015; 11:39-54. doi: 10.1515/aslh-2015-0003
- [15] Dore G, Duplain G, Pierre P. Monitoring mechanical response of in service pavements using retrofitted fibre optic sensors. Proc of the Intern. Conf. on the Advanced Charact. of Pavement and Soil Eng. Materials, 20–22 June; Athens, Greece. 2007, 883-891.
- [16] Kalizhanova AU, Kashaganova GB, Kozbakova AH, Edilhan D, Amirgalieva ZhE. Analiz i issledovanie sushchestvuyushchego opyta proektirovaniya i ispol'zovaniya razlichnyh sovremennyh volokonno-opticheskikh datchikov dlya kontrolya sostoyaniya mekhanicheskikh i stroitel'nykh konstrukcij [Analysis and research of existing experience in the design and use of various modern fiber-optic sensors for monitoring the condition of mechanical and building structures]. Vestnik KazATK = Bulletin of KazATK. 2021; 118(3):112-123. (in Russ.) <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2021-118-3-112-123>

Технические науки. Архитектура и строительство

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-04>

УДК: 624.131

МРНТИ: 73.29.11

Исследование параметров прочности грунтов при статическом и динамическом воздействиях***¹Сагыбекова А.О., ¹Сартаев Д.Т., ¹Азанбеков О.А., ¹Азербает А.А.**¹Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г.Алматы, Казахстан*Автор-корреспондент email: sao-81@mail.ru**Аннотация**

Статья посвящена исследованию эффективности применения сдвиговых устройств для определения механических свойств грунтов, которые играют решающую роль при проектировании и строительстве инженерных сооружений. Рассматриваются различные конструкции сдвиговых приборов, особенности их применения в лабораторных и полевых условиях, а также методы регистрации и обработки полученных данных. Особое внимание уделяется влиянию параметров испытаний — таких как тип и влажность грунта, уплотнение, нагрузка — на точность результатов. Рассматривается значимость результатов сдвиговых испытаний для анализа устойчивости и надёжности геотехнических конструкций: фундаментов, насыпей, откосов, подпорных стен. Также затрагивается вопрос практической интерпретации полученных характеристик при инженерных расчётах и численном моделировании. Представленные в статье выводы подтверждают важность применения современных сдвиговых устройств как инструмента для комплексной оценки прочностных и деформационных характеристик грунтов. Полученные данные могут быть использованы при принятии проектных решений и обеспечении безопасной эксплуатации строительных объектов в различных инженерно-геологических условиях.

Ключевые слова: свойства почвы, испытания на сдвиг, суглинок, влага, прочность, нагрузка.

Поступила:

27 ноября 2023

Рецензирование:

05 февраля 2024

Принята в печать:

26 февраля 2024

Сагыбекова А.О.	Информация об авторах: Кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Транспортное строительство и производство строительных материалов», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5679-5816 , E-mail: sao-81@mail.ru
Сартаев Д.Т.	магистрант образовательной программы 7М07314 – «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», кафедра «Транспортное строительство и производство строительных материалов», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2817-0955 , E-mail: sardt@mail.ru
Азанбеков О.А.	магистрант образовательной программы 7М07314 – «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», кафедра «Транспортное строительство и производство строительных материалов», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5429-1809 , E-mail: azanbekov06@mail.ru
Азербает А.А.	магистрант образовательной программы 7М07314 – «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», кафедра «Транспортное строительство и производство строительных материалов», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7878-7972 , E-mail: azzz_08202@mail.ru

Техникалық ғылымдар. Сәулет және құрылыс

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-04>

ӨОЖ: 624.131

ГТАМР: 73.29.11

Статикалық және динамикалық әсер ету кезінде топырақ беріктігінің параметрлерін зерттеу***¹Сағыбекова А.О., ¹Сартаев Д.Т., ¹Азанбеков О.А., ¹Азербает А.А.**¹Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: sao-81@mail.ru

Мақала келді:
27 қараша 2023
Сараптамадан өтті:
05 ақпан 2024
Қабылданды:
26 ақпан 2024

Түйіндеме

Мақала инженерлік құрылымдарды жобалау мен салуда шешуші рөл атқаратын топырақтың механикалық қасиеттерін анықтау үшін ығысу құрылғыларын қолданудың тиімділігін зерттеуге арналған. Жылжымалы құрылғылардың әртүрлі конструкциялары, оларды зертханалық және далалық жағдайларда қолдану ерекшеліктері, сондай-ақ алынған деректерді тіркеу және өңдеу әдістері қарастырылады. Сынақ параметрлерінің — топырақтың түрі мен ылғалдылығы, тығыздау, жүктеме сияқты — нәтижелердің дәлдігіне әсеріне ерекше назар аударылады. Геотехникалық құрылымдардың: Іргетастардың, үйінділердің, беткейлердің, тіреу қабырғаларының тұрақтылығы мен сенімділігін талдау үшін сдысу сынақтары нәтижелерінің маңыздылығы қарастырылады. Инженерлік есептеулер мен сандық модельдеу кезінде алынған сипаттамаларды практикалық түсіндіру мәселесі де қозғалады. Мақалада келтірілген тұжырымдар топырақтың беріктігі мен деформациялық сипаттамаларын кешенді бағалау құралы ретінде заманауи ығысу құрылғыларын қолданудың маңыздылығын растайды. Алынған деректер жобалау шешімдерін қабылдау және әртүрлі инженерлік-геологиялық жағдайларда құрылыс объектілерін қауіпсіз пайдалануды қамтамасыз ету кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: топырақтың қасиеттері, ығысу сынақтары, саздақ, ылғал, беріктік, жүктеме.

Сағыбекова А.О.	Авторлар туралы ақпарат: Техника ғылымдарының кандидаты, "Көлік құрылысы және құрылыс материалдарын өндіру" кафедрасының қауымдастырылған профессоры. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5679-5816 . e-mail: sao-81@mail.ru
Сартаев Д.Т.	Л. Б. Гончаров аты материалдарын өндіру» кафедрасы 7М07314 – «Автомобиль жолдары мен аэродромдар құрылысы» білім беру бағдарламасының магистранты, Алматы қ., Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2817-0955 . E-mail: sardt@mail.ru
Азанбеков О.А.	Л. Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты «Көлік құрылысы және құрылыс материалдарын өндіру» кафедрасы 7М07314 – «Автомобиль жолдары мен аэродромдар құрылысы» білім беру бағдарламасының магистранты, Алматы қ., Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5429-1809 . E-mail: azanbekov06@mail.ru
Азербает А.А.	Л. Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты «Көлік құрылысы және құрылыс материалдарын өндіру» кафедрасының магистранты, Алматы қ., Қазақстан Республикасы. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7878-7972 . E-mail: azzz_08202@mail.ru

Investigation of soil strength parameters under static and dynamic influences***¹Sagybekova A.O., ¹Sartaev D.T., ¹Azanbekov O.A., ¹Azerbaev A.A.**¹Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: sao-81@mail.ru

Received:
27 November 2024
Peer-reviewed:
05 February 2024
Accepted:
26 February 2024

Abstract

The article is devoted to the study of the effectiveness of the use of water devices to determine the mechanical properties of soils, which play a decisive role in the design and construction of engineering structures. Various designs of mobile devices, the features of their use in laboratory and field conditions, as well as methods of recording and processing the received data are considered. Particular attention is paid to the influence of test parameters — such as soil type and moisture, compaction, load — on the accuracy of the results. The importance of the results of water tests for the analysis of the stability and reliability of geotechnical structures: foundations, rubble, slopes, retaining walls is considered. The problem of practical interpretation of the characteristics obtained in engineering calculations and numerical modeling is also touched upon. The conclusions presented in the article confirm the importance of the use of modern water devices as a means of a comprehensive assessment of the strength and deformation characteristics of soils. The data obtained can be used when making design decisions and ensuring the safe operation of construction objects in various engineering and geological conditions.

Keywords: soil properties, shear tests, clay, moisture, strength, load.

Sagybekova A.O.**Information about authors:**

Candidate of Technical Sciences, Senior lecturer of the Department "Transport Construction and Production of Building materials", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5679-5816>. E-mail: sao-81@mail.ru

Sartaev D.T.

Master's student of the educational program 7M07314 – "Construction of highways and airfields", Department of "Transport Construction and production of building materials", KAZADI named after L.B.Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9976-4320>. E-mail: sardt@mail.ru

Azanbekov O.A.

Master's student of the educational program 7M07314 – "Construction of highways and airfields", Department of "Transport Construction and production of building materials", KAZADI named after L.B.Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5429-180>. E-mail: azanbekov06@mail.ru

Azerbaev A.A.

Master's student of the educational program 7M07314 – "Construction of highways and airfields", Department of "Transport Construction and production of building materials", KAZADI named after L.B.Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7878-7972>. E-mail: azzz_08202@mail.ru

Введение

Исследование механических свойств грунтов является важным этапом геотехнических изысканий, направленных на обеспечение надёжности и устойчивости строительных объектов. Одной из ключевых задач экспериментальных исследований является получение точных и достоверных данных, характеризующих поведение грунтов под воздействием различных нагрузок. Среди множества методов определения прочностных характеристик грунтов особое место занимают сдвиговые испытания. Эти испытания считаются одними из наиболее простых в реализации и одновременно соответствуют требованиям действующих нормативных документов. Сдвиговые испытания позволяют получить информацию о сдвиговых характеристиках грунта, что имеет принципиальное значение при проектировании и строительстве различных инженерных сооружений. Цель настоящего исследования — анализ эффективности сдвиговых испытаний с использованием срезных приборов для получения достоверных данных о механических свойствах грунтов. В рамках работы рассматриваются различные конструкции приборов, условия их применения, а также влияние полученных результатов на обеспечение устойчивости геотехнических конструкций.

Методы

Сдвиговые приборы широко применяются для изучения свойств грунтов при вибродинамических и циклических испытаниях. Для исследований используются разнообразные конструкции сдвиговых приборов. В них динамическая нагрузка прикладывается, как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. Однако большинство этих приборов не имеют измерительных устройств, контролирующих фактически действующее напряжение в грунте. В то же время очень важно при обработке экспериментальных данных использовать не предполагаемые, а фактически действующие напряжения в образце. Следует отметить, что подобные приборы обладают и целым рядом недостатков. Наиболее характерными из них являются: неоднородность напряженного состояния по высоте образца, трение образца грунта по стенкам прибора, трение грунта по торцам обойм прибора в процессе сдвига, наличие конструктивного зазора между сдвигаемыми обоймами, незначительная абсолютная деформация грунта из-за тонкой стенки обойм прибора и др.

Прибор производит сдвиг образца грунта по кинематической схеме деформирования. При этом скорость сдвига может изменяться от 0,5 до 0,01 мм/мин. В опытах, представленных ниже, скорость равнялась 0,15 мм/мин. Конструкция обойм сдвигового прибора позволяет получать величину относительной деформации образца до 27%. Характерной особенностью прибора является возможность выполнять сдвиг образца грунта несколько раз при постоянном значении нормального напряжения σ_n . После сдвига, без изменения вертикальной нагрузки, обойма прибора принудительно возвращается в начальное положение, и сдвиг образца повторяется заново. Это позволяет наиболее точно определить значение остаточного сопротивления сдвигу, а, следовательно, и остаточной прочности грунта. Работа прибора организована в статическом и динамическом режимах нагружения. Вибродинамическое воздействие на образец грунта передается за счет наложения на нормальное напряжение вертикальной составляющей от действия вращательного вибратора. Изменение нормального напряжения в приведенных в данной работе опытах составляло следующие значения: при 100 кПа – 25кПа, при 200кПа – 20кПа, при 300кПа – 15кПа. Фактически действующее значение нормального напряжения σ_n регистрировалось мессдозой, встроенной в штамп нижней обоймы. Работа прибора происходила в автоматическом режиме.

Экспериментальные исследования влияния изменения нормального напряжения $\Delta\sigma_n$ на сопротивление сдвигу проведены с двумя видами суглинка. Образцы грунта были взяты с горы Кок-Тюбе (Заилийский Алатау, Алматы). Суглинок мягкопластичный (№20-24) с глубины 22 метра, делювиального происхождения с естественной влажностью $W=0,138$, числом

пластичности $JP=0,098$, границей раскатывания $WP=0,205$, границей текучести $WL=0,303$, коэффициентом консистенции (показателем текучести) $JL=-0,68$, плотностью твердых частиц $\rho S=2,7 \text{ г/см}^3$, плотностью $\rho=1,55 \text{ г/см}^3$. При обработке экспериментальных данных использовались представления критерия прочности Кулона. В условиях динамического нагружения за основу принята гипотеза, что для параметров, соответствующих остаточной прочности грунтов, угол внутреннего трения – есть величина постоянная, независящая от вида нагружения. Полученные экспериментальные данные позволяют выяснить условия применимости принятой гипотезы. При обработке результатов определение значения действующего при сдвиге нормального напряжения выполнялось из условия:

$$\sigma_n = \sigma_{n.c.p} - \alpha \Delta \sigma_n, (1)$$

Здесь в качестве параметра, характеризующего запаздывание изменения внутренних связей в грунте при динамике, введен коэффициент α , который может изменяться от -1 до $+1$. Физический смысл данного коэффициента в том, что действие вибрации накладывает дополнительное влияние на напряженное состояние образца грунта и приводит к изменению напряжений по высоте образца. Представляется, что периодически повторяющееся вибрационное воздействие формирует в образце грунта напряжения, которые за период вибронагружения по величине отличаются от среднего. Поэтому при обработке данных эксперимента очень важно правильно и точно установить значение нормального напряжения, действующего в образце грунта при вибрации. Значение коэффициента также определяется видом и состоянием грунта. Считается, что при динамическом воздействии в песке практически нет потери напряжений по высоте образца. Песок маловлажный и прилипание по стенкам прибора почти не происходит. При испытании глинистого грунта пластичное состояние обеспечивает частичное прилипание к стенкам прибора. Это приводит к тому, что образец грунта несколько меняет свою начальную плотность, увеличиваются силы трения по боковой поверхности обойм прибора, происходит концентрация касательных напряжений и потеря части нормального напряжения в плоскости сдвига.

Результаты

Результаты испытаний суглинков, проведенных для сравнения в статическом и динамическом режимах нагружения, включают все данные сопротивления сдвигу при первичном и последующем воздействии, соответствующем остаточной прочности грунта. Изначально полученные данные кажутся противоречивыми. Например, испытания грунта с маркировкой 20-24 показали, что динамическое воздействие приводит к увеличению сопротивления сдвигу (рис.1).

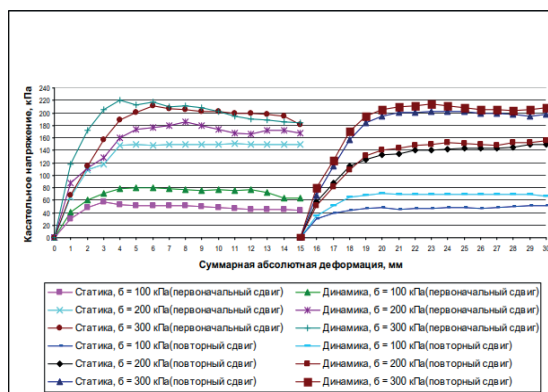


Рисунок 1. Диаграммы сопротивления сдвигу грунта №1 при статическом

и динамическом нагружениях [материал автора]

Этот эффект подтвержден при последующем воздействии. В то же время влияние динамической нагрузки оказывается несколько меньше, чем при первичном воздействии. Интерпретация результатов испытания при статике в смысле представлений закона трения Кулона устанавливает для грунта значения угла внутреннего трения $\varphi_{ст}=33,5^\circ$ и сцепления $c_{ст}=0,3 \text{ кПа}$. Испытания при динамике с учетом изменения напряженного состояния по условию (1) с коэффициентом $\alpha = -1$ устанавливают для грунта значения угла внутреннего трения $\varphi_{дин}=29^\circ$ и сцепления $c_{дин}=2 \text{ кПа}$.

Например, для грунта 20-24 влажность составляет 13,8. Вероятно, именно уровень влажности играет ключевую роль в особенностях поведения суглинка при динамическом воздействии, вызывая изменения в минералогическом составе грунта. Для всех испытаний вырисовывается общая закономерность, связанная с незначительным уменьшением угла внутреннего трения и повышением связности грунта.

Диаграмма предельного состояния приведена на рисунке 2.

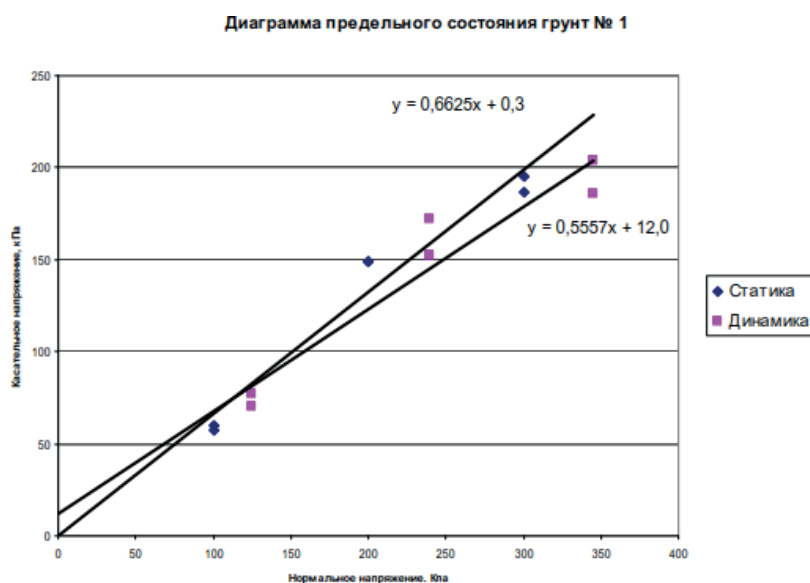


Рисунок 2. Диаграмма предельного состояния грунта №1 Изученные грунты преимущественно различаются по уровню влажности [материал автора]

Обсуждение

Результаты показывают, что влияние вибрации на прочность глинистых грунтов проявляется комплексно. Уменьшение угла внутреннего трения связано с изменением напряженного состояния и перераспределением касательных напряжений. Повышение сцепления может быть обусловлено микроструктурной перестройкой и временным уплотнением под действием вибрации. Коэффициент α , отражающий потерю или накопление нормального напряжения, оказался значимым фактором в интерпретации динамических испытаний. Он зависит от влажности и структуры грунта. При испытаниях влажного суглинка наблюдалось большее прилипание к стенкам прибора, что увеличивало трение и снижало достоверность распределения напряжений по высоте.

Таким образом, представленные методы и полученные данные подтверждают целесообразность использования сдвиговых приборов с возможностью фиксации фактических напряжений, особенно при динамическом нагружении. Результаты позволяют уточнить условия применимости гипотезы постоянного угла внутреннего трения для оценки остаточной прочности грунтов при вибрационном воздействии.

Выводы

Испытания в сдвиговых приборах позволяют определить фактическое значение оста - точной прочности для всех видов нескальных грунтов. Проведение повторных сдвигов даёт возможность зафиксировать площадку скольжения, которая не всегда формируется при первичном сдвиге. На сформированной площадке сопротивление сдвигу соответствует длительной прочности грунта.

Для глинистых грунтов изменение сопротивления сдвигу под действием вибрации достаточно точно объясняется изменением напряжённого состояния в грунте и зависит от его влажности.

Воздействие вибрационной нагрузки на глинистые грунты проявляется в незначительном снижении угла внутреннего трения и увеличении связности.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Сагыбекова АО, Сартаев ДТ, Азанбеков ОА, Азербаев АА. Исследование параметров прочности грунтов при статическом и динамическом воздействиях. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5),41-47. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-04>

Cite this article as: Sagybekova AO, Sartaev DT, Azanbekov OA, Azerbaev AA. Issledovanie parametrov prochnosti gruntov pri staticheskom i dinamicheskom vozdeystviyah [Investigation of soil strength parameters under static and dynamic influences]. Vestnik Kazakhskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstitutu= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5),41-47. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-04>

Литература

- [1] Ухов С.Б. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты: Учеб. пособие для строит. спец. вузов. Москва: Высшая школа. 2002, 566.
- [2] Хомяков В.А., Исаханов Е.А., Квашнин М.Я. Некоторые особенности проведения испытаний грунтов в срезных приборах. Труды Международного геотехнического симпозиума «Фундаментостроение в сложных инженерно-геологических условиях». Санкт-Петербург, Россия. 2003, 235-237.
- [3] Исаханов Е.А. Реологические свойства плотных глинистых грунтов и расчеты сооружений. Алматы, Казахстан. 2000, 144.

References

- [1] Uhov SB i dr. Mekhanika gruntov, osnovaniya i fundamenti: Ucheb. posobie dlya stroit. spec. vuzov [Mechanics of soils, foundations and foundations: A textbook for builders. special universities]. Moscow: Vysshaya shkola. 2002, 566. (in Russ.).
- [2] Homyakov VA, Isahanov EA, Kvashnin MYa. Nekotorye osobennosti provedeniya ispytaniy gruntov v sreznyh priborah [Some features of soil testing in cutting devices]. Trudy Mezhduнародного geotekhnicheskogo simpoziuma «Fundamentostroenie v slozhnyh inzhenerno- geologicheskikh usloviyah» [Proceedings of the International Geotechnical Symposium «Foundation Construction in difficult engineering and geological conditions»]. Saint-Petersburg, Russia. 2003, 235-237. (in Russ.).
- [3] Isahanov EA. Reologicheskie svojstva plotnyh glinistykh gruntov i raschety sooruzhenij [Rheological properties of dense clay soils and calculations of structures]. Almaty, Kazakhstan. 2000, 144. (in Russ.).

Транспортные услуги. Инженерия и инженерное дело

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-05>

УДК: 62-182.52

МНРТИ: 75.31.19

К вопросу внедрения водосберегающих технологий на СТО и автомойках***¹Елемес Д.Е.**¹Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г.Алматы, Казахстан*Автор-корреспондент email: elemes-darkhan@yandex.ru**Аннотация**

Настоящая статья посвящена вопросам применения систем оборотного водоснабжения на предприятиях автосервиса в целях соблюдения требований водного законодательства Республики Казахстан. В связи с ростом числа автомоек и увеличением объёмов потребляемой воды, а также в условиях ужесточения природоохранных норм, становится особенно актуальной задача рационального использования водных ресурсов и снижения негативного воздействия на окружающую среду. В статье подробно рассматриваются существующие схемы очистки сточных вод, образующихся в результате мойки автотранспорта, включая многоступенчатые технологии механической, физико-химической и биологической очистки. Проведен анализ эффективности различных методов в контексте их применимости к условиям конкретных автосервисных предприятий с учётом производственных масштабов, состава сточных вод и экономических показателей. Особое внимание уделено технико-экономическому обоснованию внедрения систем замкнутого водооборота, позволяющих значительно сократить потребление пресной воды и минимизировать объёмы сброса загрязнённых стоков. Отдельно рассмотрены вопросы нормативного регулирования, включая санитарные и экологические стандарты, действующие на территории Казахстана. Сделан вывод о необходимости индивидуального подхода при выборе схем водоочистки, учитывающего как особенности производственного процесса, так и требования природоохранного законодательства. Полученные результаты могут быть использованы в практической деятельности специалистов в области водоснабжения, экологии и инженерного проектирования для разработки эффективных и экологически безопасных решений в сфере автосервиса.

Ключевые слова: водосберегающие технологии, оборудование для очистки, очистка воды, схема очистки воды, мойка автомобилей.

Поступила:

11 февраля 2024

Рецензирование:

29 февраля 2024

Принята в печать:

04 марта 2024

Елемес Д.Е.**Информация об авторах:**

Кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Транспортная техника и организация перевозок», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-5645-1481>. E-mail: elemes-darkhan@yandex.ru

Көлік қызметі. Инженерлік іс және инженерия

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-05>

ӨОЖ: 62-182.52

FTAMP: 75.31.19

ТҚҚ және автокөлік жуу орындарында су үнемдеу технологияларын енгізу мәселесі***¹Елемес Д.Е.**¹Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: elemes-darkhan@yandex.ru

Мақала келді:
11 ақпан 2024
Сараптамадан өтті:
29 ақпан 2024
Қабылданды:
04 наурыз 2024

Түйіндеме

Осы бап Қазақстан Республикасының су заңнамасының талаптарын сақтау мақсатында Автосервис кәсіпорындарында айналымды сумен жабдықтау жүйелерін қолдану мәселелеріне арналған. Автокөлік жуу санының өсуіне және тұтынылатын су көлемінің ұлғаюына байланысты, сондай-ақ табиғатты қорғау нормаларын қатаңдату жағдайында су ресурстарын ұтымды пайдалану және қоршаған ортаға теріс әсерді азайту міндеті ерекше өзекті болып отыр. Мақалада механикалық, физика-химиялық және биологиялық тазартудың көп сатылы технологияларын қоса алғанда, автокөлікті жуу нәтижесінде пайда болатын Ағынды суларды тазартудың қолданыстағы схемалары егжей-тегжейлі қарастырылады. Өндірістік масштабты, сарқынды сулардың құрамын және экономикалық көрсеткіштерді ескере отырып, нақты автосервистік кәсіпорындардың жағдайларына қолданылуы тұрғысынан әртүрлі әдістердің тиімділігіне талдау жүргізілді. Тұщы суды тұтынуды едәуір қысқартуға және ластанған ағындардың төгу көлемін барынша азайтуға мүмкіндік беретін тұйық су айналымы жүйелерін енгізудің техникалық-экономикалық негіздемесіне ерекше назар аударылды. Қазақстан аумағында қолданылатын санитарлық және экологиялық стандарттарды қоса алғанда, нормативтік реттеу мәселелері жеке қаралды. Өндірістік процестің ерекшеліктерін де, табиғатты қорғау заңнамасының талаптарын да ескеретін суды тазарту схемаларын таңдауда жеке көзқарас қажет деген қорытынды жасалды. Алынған нәтижелер Автосервис саласындағы тиімді және экологиялық қауіпсіз шешімдерді әзірлеу үшін сумен жабдықтау, экология және инженерлік жобалау саласындағы мамандардың практикалық қызметінде пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: суды үнемдеу технологиялары, тазарту жабдықтары, суды тазарту, суды тазарту схемасы, көлік жуу

Елемес Д.Е.**Авторлар туралы ақпарат:**

Техника ғылымдарының кандидаты, «Көлік технологиясы және тасымалдауды ұйымдастыру» кафедрасының қауымдастырылған профессоры. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-5645-1481>. E-mail: elemes-darkhan@yandex.ru

Transportation Services. Engineering

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-05>

UDC: 62-182.52

IRSTI: 75.31.19

On the issue of introducing water-saving technologies at service stations and car washes***¹Yelemes D.E.**¹Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: elemes-darkhan@yandex.ru

Received:
11 February 2024
Peer-reviewed:
29 February 2024
Accepted:
04 March 2024

Abstract

This article is devoted to the use of water supply systems at car service enterprises in order to comply with the requirements of the water legislation of the Republic of Kazakhstan. Due to the increase in the number of car washes and the increase in the volume of water consumed, as well as in conditions of tightening environmental protection standards, the task of rational use of water resources and reducing the negative impact on the environment is becoming especially urgent. The article details the existing schemes for the treatment of wastewater generated as a result of washing vehicles, including multi-stage technologies for mechanical, physicochemical and biological treatment. The effectiveness of various methods was analyzed in the context of their applicability to the conditions of specific car service enterprises, taking into account the production scale, composition of wastewater and economic indicators. Particular attention is paid to the feasibility study of the introduction of closed circulation systems, which can significantly reduce fresh water consumption and minimize the volume of contaminated wastewater discharge. The issues of regulatory regulation, including sanitary and environmental standards in force in Kazakhstan, were considered separately. It was concluded that an individual approach is necessary when choosing water treatment schemes, taking into account both the peculiarities of the production process and the requirements of environmental legislation. The results obtained can be used in the practical activities of specialists in the field of water supply, ecology and engineering design to develop effective and environmentally friendly solutions in the field of car service.

Keywords: soft soils, deep soil mixing, soil-cement columns, highways, subgrade, subgrade base.

Yelemes D.E.**Information about authors:**

Candidate of Technical Sciences, associate professor of the Department "Transport technology and organization of Transportation", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-5645-1481>. E-mail: elemes-darkhan@yandex.ru

u

Введение

В Послании народу Казахстана Президент Касым-Жомарт Токаев отметил: «Актуальной остается проблема доступности и качества водных ресурсов. С учетом тенденции роста населения и экономики к 2040 году дефицит воды в Казахстане может достичь 12–15 миллиардов кубических метров важно рачительно относиться к внутренним водным ресурсам. Процесс внедрения водосберегающих технологий идет крайне медленно, отсутствует культура ответственного водопотребления... Сверхнормативное потребление воды будет равно повышенному тарифу. Одним словом, нужно всячески экономить воду...» [1].

Во исполнение поручения Главы государства Министерством водных ресурсов и ирригации был разработан проект Концепции развития системы управления водными ресурсами Республики Казахстан на 2024–2030 годы [2].

Министр водных ресурсов и ирригации Нуржан Нуржигитов на пресс-конференции в правительстве 30 января 2024 года сообщил о предстоящих поправках в Водный кодекс, согласно которым на станциях технического обслуживания (СТО) и автомойках будет введено обязательное требование по установке оборудования для очистки воды. Министр отметил, что из общего объема водных ресурсов на питьевые нужды Казахстан использует лишь около 1,3 % (порядка 1,3 миллиарда кубометров воды в год), из которых около 200 миллионов кубометров расходуется на мойку автомобилей. В связи с этим предлагается закрепить в законодательстве норму, обязывающую автосервисы, использующие питьевую воду, внедрять системы оборотного водоснабжения для повторного использования технической воды [3].

С учетом темпов урбанизации и ежегодного увеличения автопарка, СТО и автомойки оказывают всё большее влияние на экологическое состояние городов. Деятельность таких объектов сопровождается образованием значительного объема сточных вод, загрязняющих компоненты городской среды. Эти сточные воды — результат изменения физико-химических свойств воды после её использования в технологическом процессе. Как правило, они содержат взвешенные вещества, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и нефтепродукты в концентрациях, превышающих допустимые нормы для сброса в городскую канализацию [4].

В условиях новых законодательных инициатив и в свете заявлений официальных лиц актуализируется вопрос внедрения водосберегающих технологий и повторного использования технической воды. Предполагается ужесточение требований к составу сточных вод, поступающих в канализационные системы, что делает необходимой установку локальных очистных сооружений на автотранспортных предприятиях, оснащённых автомойками. Такие меры позволят обеспечить соответствие нормативам и снизить нагрузку на водные ресурсы.

Методы

Раздел методов охватывает описание технологий и процессов очистки сточных вод:

- Методы очистки: механические, химические и физико-химические (флотация, реагентная обработка, сорбционные и фильтрационные методы).
- Подробное описание оборудования и фильтров: магистральные фильтры, ионообменные фильтры, системы обратного осмоса.
- Схемы очистных сооружений: по проектам Гипроавтотранса, МосводоканалНИИ-проект, Союзводоканалпроект.
- Принципы действия оборотных систем водоснабжения.

Результаты

Подбор очистного оборудования проводится с целью соблюдения водного законодательства РК, а также экономии водного ресурса путем использования оборотной системы водоснабжения. Расчет потребления воды автотранспортным предприятием проводится исходя

из количества автомобилей, обслуживаемых автомойкой, а также действующих норм водопотребления.

Если объем фактического количества сточных вод, образующихся в результате мойки автотранспорта, превышает допустимый объем сброса, то необходимо использовать систему оборотного водоснабжения.

Нормативные требования к качеству воды, используемой для мытья легковых автомобилей по утвержденным санитарным правилам приведены в таблице 1 [5].

Одним из наиболее экономически эффективных способов является повторное использование сточной воды в технологическом цикле. Подбор установки оборотного водоснабжения и отчистки сточных вод зависит от количества моющих постов и числа автомобилей, которые обслуживаются. Необходимая степень отчистки сточной воды для повторного использования в процессе мойки автотранспорта:

1. Взвешенные вещества, не более 40 мг/л;
2. Нефтепродукты, не более 15 мг/л;
3. Вода не должна иметь на поверхности пленку нефтепродуктов и масел;
4. Вода не должна оставлять солевых пятен на поверхности автомобиля после обдува вентилятором с целью сушки корпуса;
5. Вода не должна содержать абразивных веществ, вызывающих повреждение лакокрасочного покрытия автомобиля и стекол.

Таблица 1. Нормативные требования к качеству воды

Показатели	Ед.из.	Вода, используемая для мойки
Температура	°С	Не нормируется
Взвешенные вещества	мг/л	40
Эфирорастворимое	мг/л	15
Запах	балл	до 3
рН	-	7.2-8.5
Жесткость карбонатная	мг-экв/л	-
Щелочность общая	мг-экв/л	до 10
Вещества, выделяющиеся при нагревании с образованием огня взрывоопасных смесей. Сухой остаток	мг/л	до 2000
С1 (хлориды)	мг/л	до 350
SO ₄ ²⁻ (сульфаты)	мг/л	до 500
Fe _{общ.}	мг/л	до 4
Окисляемость перманганатная	мг О ₂ /л	до 15
БПК _{полн}	мг О ₂ /л	до 20
Биогенные элементы	мг/л	не нормируется
Мешающие, токсичные, возгораемые	-	не допускаются

Отчистка отработанной воды может проводиться с помощью механических, химических или физико-химических методов. К ним относятся флотация, реагентная обработка, сорбционные и фильтрационные методы [6].

Этапы очистки воды для автомойки - для качественной подготовки жидкости, которая используется на автомобильных мойках, нужно предпринять меры по устранению двух типов загрязнений – механических включений и солей жесткости.

Процесс мытья машины состоит из трех этапов: первичное смачивание; нанесение автошампуня; ополаскивание.

Для проведения первого этапа нужна вода, очищенная от механических примесей и частиц. Для этого можно использовать магистральные фильтры, которые монтируются пря-

мо в подающую трубу и пропускают через себя большие объемы жидкости без снижения качества потока. В качестве фильтрующего элемента в них используется мешочный картридж, изделие из полипропилена или металлическая сетка. Каждый из этих вариантов может применяться при водоподготовке на автомойке.

Для двух других этапов – нанесения моющего средства и финишного ополаскивания – потребуется оборудование, которое будет смягчать воду. Оптимальным вариантом для этого станет монтаж ионообменного фильтра. Принцип его работы состоит в том, что водопроводная вода проходит через слой полимерной смолы, отдавая «вредные» ионы кальция и магния и получая взамен «безопасные» ионы натрия. Когда емкость ионообменной смолы будет исчерпана, необходимо провести восстановление ее рабочих качеств – обычно для этого используется таблетированная поваренная соль [7].

Кроме ионного обмена, применяются и другие способы смягчения воды на автомойках: термический - заключается в нагревании, дистилляции или вымораживании жидкости; реагентный - специальные химические вещества вводятся в жидкую среду и связывают ионы кальция и магния между собой, которые впоследствии осаждаются и отделяются механическими фильтрами; комбинированный - сочетает в себе несколько вышеперечисленных способов смягчения воды.

Также применяются более эффективные системы водоочистки, работающие по технологии обратного осмоса. В установках такого типа главным конструктивным элементом является мембрана, которая задерживает почти 100% загрязнений. В результате из моечного аппарата выходит чистейшая, полностью деминерализованная вода. Это гарантирует высокое качество мытья авто без разводов и пятен [8].

Автомобильная мойка потребляет много воды. Это ставит не только проблему очистки жидкости, но и ее экономии. Оптимальным вариантом станет повторное использование воды, которая прошла несколько ступеней очистки и может использоваться для начального этапа мытья машин, то есть для смачивания.

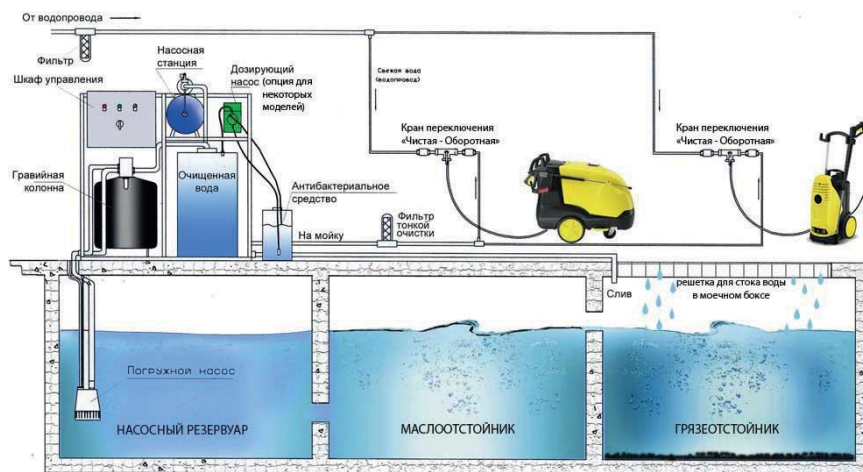


Рисунок 1. Система отчистки сточных вод [материал автора]

Оборотные системы могут иметь как простую конструкцию, так и сложное исполнение. Простые «оборотки» представляют собой моноблоки, в которые поступает сточная вода и подвергается комбинированной очистке от остатков нефтепродуктов, масел, жиров и взвешенных частиц, а затем возвращается в систему для повторного использования (рис.1).

Сложная оборотная система устроена иначе: стоки поступают в грязевик-отстойник, который имеет несколько емкостей. В первом баке жидкая среда отстаивается, освобождаясь от механических включений, во втором происходит отделение от воды масел, жиров и нефтепродуктов с помощью специальных щитов-уловителей, а из последнего жидкость с помощью погружного насоса поднимается в накопительную ёмкость, из которой будет проис-

ходить ее забор для мытья машин. В этой емкости вода, как правило, дополнительно подвергается фильтрации для удаления оставшихся частиц и загрязнений. Выходной насос создает избыточное давление на выходе, что нужно для нормальной работы аппарата ручного давления. Такой цикл очистки сточных вод позволяет существенно сэконо- номить на водопотреблении. Стоит повторить, что жидкость из оборотной системы может использоваться только для первого этапа мытья авто, то есть смачивания[9].

Рассмотрим схемы сооружений для очистки сточных вод после мойки автомобилей с оборотным водоснабжением, распространение на предприятиях обслуживания автотранспорта [10].

1. Очистные сооружения, построенные по типовому проекту Гипроавтотранса (ТП 902-2-416 86) (рис.2).

Технологическая схема включает в себя: горизонтальный отстойник с установкой в нем блока тонкослойного отстаивания, щелевой перегородки, бадьи для сбора осадка, поворотного масло-сборного устройств, шибера; фильтры двухступенчатые; водозаборная камера; резервуар для сбора масла; контейнер для нефтепродуктов; электроталь; насос.



Рисунок 2. Схема очистных сооружений по типовому проекту Гипроавтотранса (ТП 902-2-416 86) [материал автора]

Для задержания основной массы взвешенных веществ и нефтепродуктов сточные воды после мытья автомобилей поступают в горизонтальный отстойник с установленным в нем блоком тонкослойного отстаивания. Равномерное распределение стоков по площади поперечного сечения отстойника достигается с помощью распределительного лотка и щелевой перегородки. Далее стоки поступают в отстойную часть, где выделяется основное количество осадка и нефтепродуктов. Осадок из отстойника накапливается в бадью с дальнейшим удалением по мере необходимости. Сбор всплывших нефтепродуктов производится поворотной трубой. Для доочистки сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов используются двухступенчатые безнапорные фильтры. Для сбора очищенной воды после фильтров предусмотрена водозаборная камера, из которой происходит подача воды на моечные установки.

2. Мосводоканал НИИ проект разработал проект очистных сооружений, основанных на методе напорной флотации (рис.3).

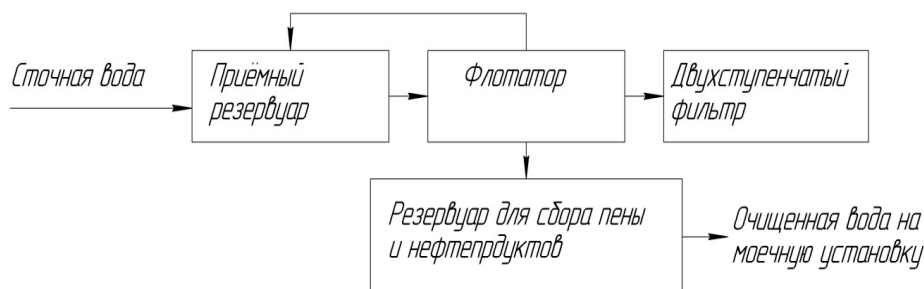


Рисунок 3. Схема очистных сооружений Мосводоканал НИИ проект, основанный на методе напорной флотации [материал автора]

В состав сооружений вошли: приемный резервуар; насосы; флотатор; пеносборник; фильтр доочистки; резервуар очищенной воды; водовоздушный насос; сатуратор; сборник нефтепродуктов. Из приемного резервуара грязной воды сток насосом подается на флотатор, который представляет собой емкость, разделенную на четыре последовательно расположенные камер. Флотация в этих камерах осуществляется благодаря введению в зону смешения рециркуляционного потока по дырчатым распределительным трубам. Насыщение воды воздухом происходит при помощи эжектора и сатуратора. Часть воды, очищенной во флотаторе (до 30%), подается на рециркуляцию, остальная отправляется в камеру доочистки. Доочистка производится на фильтрах с сипроновой загрузкой. После доочистки очищенные воды подаются на моечную установку.

3. Для автомойки небольших АТП Союзводоканалпроект разработан проект очистных сооружений, который следует признать одним из наиболее удачных [11]. Очистные сооружения (рис.4.) включают в себя: приёмный резервуар; насос; напорный гидроциклон; тонкослойный отстойник; промежуточный насос; напорный песчаный фильтр; резервуар очищенной воды; моечный насос.

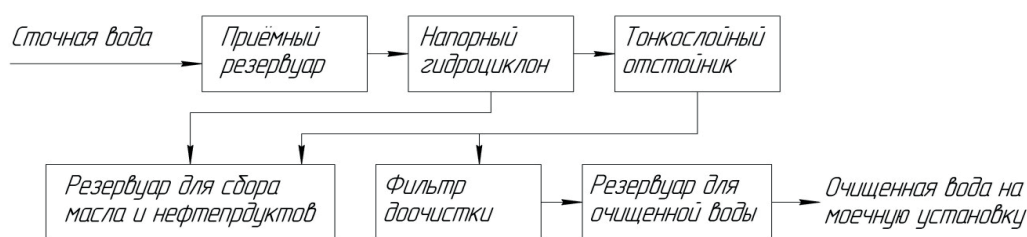


Рисунок 4. Схема очистных сооружений Союзводоканалпроект [материал автора]

Вода после мойки автомобилей поступает в приемный резервуар, из которого насосом подается на напорные гидроциклоны. Осветленная вода под достаточным напором поступает на тонкослойный отстойник. Для доочистки используется напорный песчаный фильтр. После доочистки очищенные воды подаются на моечную установку.

Обсуждение

Полученные данные подтверждают актуальность внедрения систем оборотного водоснабжения на предприятиях автосервиса и автомоек в условиях ужесточения экологического законодательства Республики Казахстан. Как показывает анализ, в настоящее время значительное количество автомоек продолжает использовать питьевую воду без последующего очищения и повторного применения, что приводит к увеличению нагрузки на коммунальные ресурсы и загрязнению окружающей среды. В связи с этим особую важность приобретает переход к замкнутым циклам водопользования.

Применение локальных очистных сооружений и систем повторного водоснабжения обеспечивает не только соответствие сточных вод установленным санитарным и экологическим нормативам, но и способствует снижению общего водопотребления. Это особенно важно на фоне официальных прогнозов дефицита водных ресурсов в Казахстане, как указано в Послании Президента и заявлениях Министерства водных ресурсов и ирригации. Планируемые поправки в Водный кодекс, предусматривающие обязательную установку оборудования для очистки воды на автомойках и СТО, свидетельствуют о необходимости адаптации автотранспортных предприятий к новым требованиям.

Также следует отметить, что выбор конкретной схемы очистки должен осуществляться с учетом индивидуальных особенностей предприятия: объема сточных вод, уровня загрязнения, имеющейся площади, экономических возможностей, а также требований к качеству очищенной воды. Использование универсальных решений может быть неэффективным, осо-

бенно для небольших частных автомоек, где важно найти компромисс между затратами и достижением нормативных показателей.

Кроме того, важно учитывать не только технологические, но и организационно-правовые аспекты внедрения таких систем. Необходима государственная поддержка — в форме субсидирования или налоговых льгот — для стимулирования перехода предприятий на экологически безопасные методы водоочистки. Это позволит ускорить процесс модернизации отрасли и достичь устойчивого водопользования в условиях дефицита водных ресурсов.

Таким образом, интеграция систем очистки сточных вод и повторного водоснабжения представляет собой не только способ соблюдения норм законодательства, но и важный шаг на пути к устойчивому развитию и экологической ответственности бизнеса.

Выводы

Исходя из анализа существующих схем очистки сточных вод, образующихся в результате мойки автотранспорта, можно сделать вывод о необходимости индивидуального подхода к выбору оптимальных методов очистки. При этом следует учитывать особенности конкретного предприятия (автосервис, автомойка, автозаправочная станция), а также возможность внедрения системы оборотного водоснабжения, от которой во многом зависит требуемая степень очистки сточных вод.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Елемес Д.Е. К вопросу внедрения водосберегающих технологий на СТО и автомойках. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyynyn Khabarshysy. 2024; 1(5),48-57. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-05>

Cite this article as: Elemes D.E. K voprosu vnedreniya vodosberegayushchih tekhnologij na STO i avtomojkah [On the issue of introducing water-saving technologies at service stations and car washes]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):48-57. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-05>

Литература

- [1] Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана от 1.09.2023г. URL:https://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-1-sentyabrya-2020-g (дата обращения 5.11.23)
- [2] Постановление Правительства РК от 5 февраля 2024 года №66 - «Об утверждении Концепции развития системы управления водными ресурсами РК на 2024-2030 годы». URL:https://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=157887 (дата обращения 07.02.24)
- [3] Пресс-конференция министра водных ресурсов и ирригации по ходу выполнения поручений Главы государства Касым-Жомарта Токаева по предотвращению в Казахстане дефицита водных ресурсов и обеспечению водной безопасности страны. Повторное использование воды автомойками. 2024. URL:<https://www.akorda.kz/ru/glava-gosudarstva-prinyal-uchastie-v-rabote-one-water-summit-3114938> (дата обращения 6.02.24)
- [4] ОНТП-01-91 «Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта». Москва: Росавтотранс. 2002, 76.
- [5] Приказ Министра здравоохранения РК от 20 февраля. 2023 г. №26 «Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологич. требования к водоемостикам, ...». URL:<https://adilet.zan.kz/rus/archive/docs/V2300031934/20.02.2023> (дата обращения 9.12.23)
- [6] Шалай В.В., Макушев Ю.П. Проектирование и эксплуатация нефтебаз и АЗС: монография. Павлодар: Кереку. 2012, 338.
- [7] Филатов М.И. Технология и оборудование уборочно-моечных работ. Оренберг: ОГУ. 2018, 33.

- [8] Degremont T. Технический справочник по обработке воды. Новый журнал. 2007, 878.
- [9] Водоподготовка для автомойки. URL: <https://filter-nn.ru/blog/vodopodgotovka-dlya-avtomoyki/> (дата обращения 20.12.23)
- [10] Кропивенко А. В. Исследование и разработка установки для очистки нефтесодержащих сточных вод предприятий сервиса и коммунального хозяйства. 2001 диссер. На соискание ученой степени:к.т.н. 134с.

References

- [1] Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-ZHomarta Tokaeva narodu Kazahstana [President Kassym-Jomart Tokayev's message to the people of Kazakhstan] (from 1.09.2023). URL:https://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-1-sentyabrya-2020-g (accessed on November 5, 2023). (in Russ.).
- [2] Postanovlenie Pravitel'stva RK ot 5 fevralya 2024 goda №66 - «Ob utverzhdenii Konceptii razvitiya sistemy upravleniya vodnymi resursami RK na 2024-2030 gody». [Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated February 5, 2024 №66 – «On approval of the Concept of Development of the Water Resources Management System of the Republic of Kazakhstan for 2024-2030»] URL:https://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=157887 (accessed on February 7, 2024). (in Russ.).
- [3] Press-konferenciya ministra vodnyh resursov i irrigacii po hodу vypolneniya poruchenij Glavy gosudarstva Kasym-ZHomarta Tokaeva po predotvrashcheniyu v Kazahstane deficita vodnyh resursov i obespecheniyu vodnoj bezopasnosti strany. Povtornoё ispol'zovanie vody avtomojkami [Press conference of the Minister of Water Resources and Irrigation on the implementation of the instructions of the Head of State Kassym-Jomart Tokayev on preventing water scarcity in Kazakhstan and ensuring the country's water security. Reuse of water by car washes]. 2024. URL:<https://www.akorda.kz/ru/glava-gosudarstva-prinyal-uchastie-v-rabote-one-water-summit-3114938> (accessed on February 6, 2024). (in Russ.).
- [4] ONTP-01-91 «Obshchesoyuznye normy tekhnologicheskogo proektirovaniya predpriyatij avtomobil'nogo transporta» [ONTP-01-91 "All-Union standards of technological design of automobile transport enterprises"]. Moscow: Rosavtotrans. 2002, 76. (in Russ.).
- [5] Prikaz Ministra zdravooohraneniya RK ot 20 fevralya. 2023 g. №26 «Ob utverzhdenii Sanitarnykh pravil «Sanitarno-epidemiologich. trebovaniya k vodoistochnikam, ...». [The order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated February 20. 2023 №26 «On approval of Sanitary rules "Sanitary and epidemiological requirements for water sources, ...».] URL:<https://adilet.zan.kz/rus/archive/docs/V2300031934/20.02.2023> (accessed on December 9, 2023). (in Russ.).
- [6] SHalaj VV, Makushev YuP. Proektirovanie i ekspluatatsiya neftebaz i AZS [Design and operation of oil depots and gas stations]. Pavlodar: Kereku. 2012, 338. (in Russ.).
- [7] Filatov MI. Tekhnologiya i oborudovanie uborochno-moechnykh rabot [Technology and equipment of cleaning and washing operations]. Orenberg: OGU. 2018, 33. (in Russ.).
- [8] Degremont T. Tekhnicheskij spravochnik po obrabotke vody [Technical guide for water treatment]. Saint-Petersburg: Novyj zhurnal. 2007, 878. (in Russ.).
- [9] Vodopodgotovka dlya avtomojki [Water treatment for car wash]. (Electronresource) URL: <https://filter-nn.ru/blog/vodopodgotovka-dlya-avtomoyki/> (accessed on February 6, 2024). (in Russ.).
- [10] Kropivenko AV. Issledovanie i razrabotka ustanovki dlya ochistki neftesoderzhashchih stochnykh vod predpriyatij servisa i kommunal'nogo hozyajstva [Research and development of an oil-containing wastewater treatment plant for service and municipal enterprises]. 2001. Dissertatsiya = Dissertation. 134. (in Russ.).

Транспортные услуги. Инженерия и инженерное дело

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-06>

УДК: 656/625.855

МРНТИ: 62.01.29/52.29.29

Особенности функционирования транспортно-экспедиционных предприятий в современных условиях

^{*1}Жатканбаева Э.А.¹Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г.Алматы, Казахстан*Автор-корреспондент email: elmira_alimzhan@mail.ru

Поступила:

3 декабря 2023

Рецензирование:

24 февраля 2024

Принята в печать:

27 февраля 2024

Аннотация

В статье рассматриваются ключевые выгоды, которые получают компании, прибегающие к услугам транспортно-экспедиционных предприятий. Автор подчеркивает, что эффективная система транспортно-логистического обслуживания способствует не только увеличению объемов продаж, но и улучшению качества обслуживания потребителей. Особое внимание уделяется роли транспортно-экспедиционных компаний в сокращении сроков поставки, повышении надежности логистических процессов и снижении издержек на физическое распределение продукции. Эффективность системы доставки продукции напрямую влияет на конкурентоспособность компаний, особенно в условиях удаленных рынков и растущей глобализации. Кроме того, в статье подробно освещаются проблемы функционирования транспортно-экспедиционных предприятий в Республике Казахстан. Отмечаются такие барьеры, как несовершенство нормативно-правовой базы, противоречия в законодательстве, чрезмерное налоговое давление и административные преграды со стороны государственных органов. Особо выделена проблема коррумпированности и бюрократических процедур, мешающих предпринимательской деятельности. Рассматриваются также вопросы недостаточной государственной поддержки, в том числе в финансово-кредитной сфере, что сдерживает развитие малых и средних предприятий в данной отрасли. Таким образом, в статье подчеркивается необходимость комплексного подхода к реформированию системы транспортно-экспедиционного обслуживания и создания благоприятных условий для его развития в Казахстане.

Ключевые слова: логистика, транспорт, перевозка, грузовая, транспортно-экспедиционная деятельность.

Жатканбаева Э.А.

Информация об авторах:

Кандидат технических наук, доктор PhD, профессор кафедры «Транспортная техника и организация перевозок», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1773-2764>. E-mail: elmira_alimzhan@mail.ru

Көлік қызметі. Инженерлік іс және инженерия

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-06>

ӨОЖ: 656/625.855

GTAMP: 62.01.29/52.29.29

Қазіргі жағдайда көлік-экспедициялық кәсіпорындардың жұмыс істеу ерекшеліктері***¹Жатканбаева Э.А.**¹Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: elmira_alimzhan@mail.ru

Мақала келді:
3 қантар 2023
Сараптамадан өтті:
24 ақпан 2024
Қабылданды:
27 ақпан 2024

Түйіндеме

Мақалада экспедициялық кәсіпорындардың қызметіне жүгінетін компаниялар алатын негізгі артықшылықтар қарастырылады. Автор көліктік-логистикалық қызмет көрсетудің тиімді жүйесі сату көлемін ұлғайтуға ғана емес, сонымен қатар тұтынушыларға қызмет көрсету сапасын жақсартуға ықпал ететінін атап көрсетеді. Жеткізу мерзімдерін қысқартуда, логистикалық процестердің сенімділігін арттыруда және өнімді физикалық бөлу шығындарын азайтуда көлік-экспедициялық компаниялардың рөліне ерекше назар аударылады. Өнімді жеткізу жүйесінің тиімділігі компаниялардың бәсекеге қабілеттілігіне тікелей әсер етеді, әсіресе алыс нарықтар мен жаһандандудың өсуі жағдайында. Сонымен қатар, мақалада Қазақстан Республикасындағы көлік-экспедициялық кәсіпорындардың жұмыс істеу мәселелері егжей-тегжейлі баяндалады. Нормативтік-құқықтық базаның жетілмегендігі, заңнамадағы Қайшылықтар, шамадан тыс салық қысымы және мемлекеттік органдар тарапынан әкімшілік кедергілер сияқты кедергілер атап өтіледі. Кәсіпкерлік қызметке кедергі келтіретін сыбайлас жемқорлық және бюрократиялық рәсімдер мәселесі ерекше атап өтілді. Сондай-ақ, мемлекеттік қолдаудың жеткіліксіздігі, оның ішінде қаржы-кредит саласындағы мәселелер қарастырылуда, бұл осы саладағы шағын және орта кәсіпорындардың дамуын тежейді. Осылайша, мақалада көліктік-экспедициялық қызмет көрсету жүйесін реформалауға және оның Қазақстанда дамуы үшін қолайлы жағдайлар жасауға кешенді көзқарастың қажеттілігі атап көрсетілген.

Түйін сөздер: логистика, көлік, тасымалдау, жүк, көлік-экспедициялық қызмет

Жатканбаева Э.А.**Авторлар туралы ақпарат:**

Техника ғылымдарының кандидаты, PhD докторы, «Көлік технологиясы және тасымалдауды ұйымдастыру» кафедрасының профессоры. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1773-2764>. E-mail: elmira_alimzhan@mail.ru

Transportation Services. Engineering

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-06>

UDC: 656/625.855

IRSTI: 62.01.29/52.29.29

Features of the functioning of freight forwarding companies in modern conditions***¹Zhatkanbayeva E.A.**¹Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: elmira_alimzhan@mail.ru

Received:

3 January 2024

Peer-reviewed:

24 February 2024

Accepted:

27 February 2024

Abstract

The article examines the key benefits that companies receive by resorting to the services of freight forwarding companies. The author emphasizes that an effective system of transport and logistics services contributes not only to an increase in sales volumes, but also to an improvement in the quality of customer service. Special attention is paid to the role of freight forwarding companies in reducing delivery times, improving the reliability of logistics processes and reducing the cost of physical distribution of products. The effectiveness of the product delivery system directly affects the competitiveness of companies, especially in remote markets and growing globalization. In addition, the article highlights in detail the problems of the functioning of freight forwarding companies in the Republic of Kazakhstan. Barriers such as imperfection of the regulatory framework, contradictions in legislation, excessive tax pressure and administrative obstacles on the part of government agencies are noted. The problem of corruption and bureaucratic procedures that hinder entrepreneurial activity is highlighted. The issues of insufficient state support, including in the financial and credit sphere, are also being considered, which hinders the development of small and medium-sized enterprises in this industry. Thus, the article highlights the need for an integrated approach to reforming the freight forwarding service system and creating favorable conditions for its development in Kazakhstan.

Keywords: logistics, transport, transportation, cargo, freight forwarding activities.

Zhatkanbayeva E.A.**Information about authors:**

Candidate of Technical Sciences, Doctor of PhD, Professor of the Department of Transport Engineering and Organization of Transportation, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1773-2764>, E-mail: elmira_alimzhan@mail.ru

Введение

В условиях глобализации мировой экономики транспортная логистика приобретает всё более важное значение. Эффективная логистическая инфраструктура становится необходимым условием обеспечения устойчивого развития, повышения конкурентоспособности и интеграции в международные торговые отношения. Центральное место в этой системе занимает транспортно-экспедиционное обслуживание (ТЭО), представляющее собой совокупность услуг, направленных на организацию доставки, оформление сопроводительных документов, складирование, страхование и выполнение других операций, обеспечивающих перемещение грузов от производителя к конечному потребителю. Современная экономика требует высокого уровня организации логистических процессов, минимизации времени и затрат на транспортировку. В этих условиях возрастают требования к качеству экспедиторских услуг. Страны с развитой системой ТЭО демонстрируют более высокую устойчивость в условиях рыночных колебаний, так как эффективно обеспечивают логистическое сопровождение внутреннего и внешнего товарооборота. Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью совершенствования системы ТЭО в Республике Казахстан, которая сталкивается с рядом системных проблем. Недостаточное развитие логистических центров, несовершенство нормативно-правовой базы, ограниченные финансовые ресурсы, слабая цифровизация — все это снижает конкурентоспособность отрасли и ограничивает её потенциал. Целью данной статьи является комплексный анализ современного состояния транспортно-экспедиционного обслуживания в Казахстане, выявление основных проблем и выработка предложений по их устранению.

Методы

В процессе подготовки статьи был использован комплексный аналитический подход. Проведен теоретический анализ научных публикаций, нормативно-правовых актов и статистических данных, касающихся состояния и тенденций развития транспортно-экспедиционного сектора. Использовались методы систематизации и классификации, позволяющие представить структуру ТЭО и выделить его ключевые функции. Особое внимание уделено анализу действующего законодательства, регулирующего деятельность экспедиторских компаний. Кроме того, в работе использовались элементы сравнительного анализа — сопоставление отечественной практики с опытом ведущих логистических систем других стран. Также применялись дедуктивный метод (переход от общих положений к анализу конкретных проблем) и индуктивный (формулирование обобщений на основе анализа частных примеров из казахстанской практики).

Результаты

Анализ показал, что транспортно-экспедиционное обслуживание включает в себя широкий спектр функций, среди которых можно выделить следующие:

- организация перевозок;
- организация экспедиционного обслуживания;
- организация работ по контролю над выполнением перевозки;
- организация и предоставление терминальных и складских услуг;
- организация страхования грузов;
- организация вооруженного сопровождения грузов;
- организация таможенно - брокерского обслуживания;
- организация приема / передачи и погрузки / разгрузки груза;
- оформление перевозочных, товаросопроводительных и таможенных документов;
- организация маркировки и пакетирования груза;
- предоставление консалтинговых услуг; оформляются договорами, в которых устанавливаются:

- обязательства сторон;
- виды, объемы и характер выполняемых транспортно-экспедиционных работ;
- условия расчетов;
- ответственность за невыполнение договорных обязательств [1].

Выгоды, получаемые компаниями, воспользовавшимися услугами транспортно-экспедиционных предприятий:

1. Достигается двоякая цель: увеличение объема продаж и обеспечение более высокого уровня обслуживания потребителя (определяемого, главным образом с точки зрения «доступности продукции»).

2. Получение системы (комплекса) транспортно-экспедиционных услуг, способной: быстро реагировать на изменение рыночной ситуации, в том числе и на требования потребителей; а также обеспечить сокращение «цикла обслуживания потребителя» (времени между подачей заявки и доставкой продукции) и, следовательно, снижение запасов у потребителя. В результате компания-поставщик получает серьезное преимущество перед конкурентами в борьбе за долю рынка.

3. Упрочение и закрепление связей поставщика с потребителями путем интеграции средств доставки продукции поставщика со средствами, связанными с ее получением у потребителя, при помощи хорошо спроектированной системы доставки грузов.

4. Существенная экономия издержек благодаря разработке более эффективных методов «физического распределения». Эту экономию можно распространить и на потребителя, например, в форме скидок с оплаты за доставку продукции.

5. Использование эффективной системы доставки грузов позволяет компании успешнее и прибыльнее конкурировать на отдаленных рынках.

6. Эффективная система реализации продукции, для управления которой призывается деятельность транспортно-экспедиционного предприятия, позволяет подразделениям по маркетингу и сбыту продукции сконцентрироваться на основной для них сфере деятельности — формировании и стимулировании спроса, что способствует успешному достижению компанией стратегических целей.

Как известно, внешняя торговля во многом помогает успешному развитию национальных экономик, особенно развивающихся стран. Основными требованиями на рынке становятся условия поставки товара: в нужное время, в нужном месте, с определенными потребительскими характеристиками, в необходимых количествах. Эти задачи решаются хорошо отработанной (слаженной) системой транспортно-экспедиционного обслуживания и выбором оптимального способа доставки продукции [2]. Эффективная система реализации продукции при посреднических услугах транспортно-экспедиционного предприятия – ключевой элемент конкурентной рыночной стратегии компании, направленной на обеспечение конкурентного преимущества. Для транспортно-экспедиционного предприятия главным вопросом выступает выбор оптимального перевозчика, так как именно на этой основе строится весь комплекс экспедиционных работ. Чтобы обеспечить эффективное и приемлемое транспортно-экспедиционное обслуживание необходимо спроектировать систему доставки груза, учитывая возможные и оптимальные способы его доставки. Основные проблемы функционирования транспортно-экспедиционных предприятий.

В настоящее время значение транспортно-экспедиционных предприятий для развития экономики общепринятая точка зрения, тем не менее, критика государственной власти в отношении слабой эффективности экономической политики не прекращается. Государство не уделяет должного внимания этой важной проблеме. Система государственной поддержки транспортно-экспедиционных предприятий в экономике продумана явно недостаточно, ее эффективность оставляет желать лучшего. Большинство владельцев транспортно-экспедиционных предприятий оценивают государственную поддержку на современном этапе как декларативную, не обеспеченную реальными обязательствами. Недостатками действующей в РК нормативно-правовой базы в отношении транспортно-экспедиционной деятельности являются:

- 1) отставание действующего законодательства от практики;

- 2) нестыковка различных законодательных и нормативных актов в области транспортной и транспортно-экспедиционной деятельности;
- 3) возможность разного толкования законодательных положений;
- 4) низкий уровень информационного обеспечения предприятий отрасли о принимаемых законах.

Другая серьезная проблема законодательной сферы – неэффективность системы налогообложения, ведущая к чрезмерно завышенным налогам в отношении транспортно-экспедиционной деятельности и, как следствие - создание стимула для развития теневого сектора экономики. По некоторым данным, в настоящее время в РК не регистрируются до половины малых фирм; реальная занятость в малом бизнесе выше официальной примерно на 70%; реальный фонд заработной платы превышает официальные показатели на 90%, а оборот занижается в среднем на 70%. В результате малые предприятия недоплачивают в бюджеты различных уровней примерно в 2 раза больше тех сумм, которые они туда перечисляют. Помимо общей непродуманности Налогового кодекса в отношении транспортно-экспедиционной деятельности и предпринимательства, отметим непрофессиональное применение на местах единого налога на вмененный доход [3]. Еще одна проблема отечественных транспортно-экспедиционных фирм, возникающая со стороны государства – неоправданные административные барьеры, создаваемые государственными ведомствами в сфере регулирования предпринимательской деятельности, лицензирования и сертификации. Усугубляет положение избыточный контроль со стороны многочисленных государственных органов. Для создания собственного дела предпринимателю необходимо получение огромного количества различных регистрационных документов, к этому процессу подключено множество инстанций. Вкупе с проблемой сомнительной добропорядочности многих чиновников этот процесс превращается в серьезное препятствие для развития транспортно-экспедиционных фирм. Коррупционированность государственных структур ставит под угрозу одно из важнейших правил эффективной рыночной экономики - равноправие всех хозяйствующих субъектов. Транспортно-экспедиционной деятельности необходима защита от административного произвола. Огромное число проверок и проверяющих инстанций отнимают массу сил и времени у предпринимателей, снижает эффективность функционирования. Кроме того, в существующих условиях такой чрезмерный контроль полностью утрачивает свое прямое назначение, а также функцию помощи субъектам транспортно-экспедиционной деятельности [4]. К числу значимых проблем следует отнести финансово-кредитное обеспечение транспортно-экспедиционной деятельности. Текущее положение дел в сфере государственной финансовой поддержки бизнеса весьма плачевное. Отсюда нерешенность вопросов кредитно-финансовой поддержки транспортно-экспедиционной деятельности, отсутствие соответствующих ассигнований из государственного бюджета, без которых нельзя реализовать прогрессивные финансово-кредитные схемы и технологии с использованием заемных ресурсов.

Обсуждение

Несмотря на положительные стороны и высокий потенциал транспортно-экспедиционного обслуживания, в Казахстане развитие данной отрасли сталкивается с рядом серьезных препятствий.

1. Нормативно-правовые проблемы.

Действующее законодательство не всегда соответствует реалиям современного логистического рынка. Нередко встречаются противоречивые или устаревшие нормы, отсутствует четкая регламентация деятельности экспедиторских компаний, особенно в сфере цифровых решений и электронных перевозочных документов.

2. Административные барьеры.

Регистрация экспедиторских предприятий, получение лицензий и разрешений сопровождаются бюрократическими сложностями. Часто на пути бизнеса стоят многочисленные

согласования с контролирующими органами, что снижает инвестиционную привлекательность отрасли.

3. Высокая налоговая нагрузка.

Налоговая политика в транспортно-экспедиционной сфере требует доработки. Высокие налоги стимулируют уход части предприятий в теневой сектор, где контроль минимален, но при этом снижается качество услуг и уровень ответственности перед клиентами.

4. Ограниченный доступ к финансированию.

Для расширения логистических мощностей, цифровизации и внедрения инноваций необходимы инвестиции. Однако доступ к финансовым ресурсам для представителей МСБ в логистике затруднён: банки неохотно кредитуют сектор, а государственные программы поддержки ограничены по объёму.

5. Кадровый дефицит. Нехватка квалифицированных специалистов, владеющих навыками международной логистики, знанием ВЭД и современных информационных систем, замедляет развитие ТЭО. Система профессионального образования пока не удовлетворяет требованиям отрасли.

Выводы

Для эффективного развития системы транспортно-экспедиционного обслуживания в Казахстане необходимо проведение последовательной государственной политики, направленной на устранение выявленных барьеров. В частности, целесообразно реализовать следующие меры:

- совершенствование законодательства — актуализация правовой базы с учетом международных стандартов, внедрение электронного документооборота, упрощение таможенных процедур.

- упрощение административных процедур — сокращение времени и количества согласований, необходимых для регистрации и получения лицензий.

- налоговые стимулы — снижение налоговой нагрузки для добросовестных участников рынка, особенно в сегменте МСБ.

- финансовая поддержка — разработка специализированных кредитных программ, субсидирование процентных ставок, предоставление гарантий.

- развитие человеческого капитала — формирование системы профессионального образования, включая обучение по международным стандартам логистики, стажировки, повышение квалификации.

Реализация данных направлений позволит сформировать устойчивую, конкурентоспособную и интегрированную в глобальные цепочки поставок систему транспортно-экспедиционного обслуживания, способную стать драйвером развития экономики Казахстана.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Жатканбаева Э.А., Досжанов Р.М. Особенности функционирования транспортно-экспедиционных предприятий в современных условиях. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):58-65. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-06>

Cite this article as: Zhatkanbayeva E.A., Doszhanov R.M. Osobennosti funkcionirovaniya transportno-ekspeditsionnyh predpriyatij v sovremennyh usloviyah [Features of the functioning of freight forwarding companies in modern conditions]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstitutu= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):58-65. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-06>

Литература

- [1] Вельможин А.В., Гудков В.А. Основы технологии, организации и управления автомобильными перевозками. Волгоград: ВолгГТУ. 1998, 103.
- [2] Пиринилов К.И. Транспортно-экспедиционное обслуживание. Москва: АСМАП. 1996, 65.

- [3] Плужников К.И., Чунтомова Ю.А. Транспортное экспедирование. Москва: АСМАП. 1996, 350.
- [4] Резер С.М. Логистика экспедирования грузовых перевозок. Москва: ВИНТИ РАН, 2002, 472.

References

- [1] Vel'mozhin AV, Gudkov VA. Osnovy tekhnologii, organizacii i upravleniya avtomobil'nyimi perevozkami: uchebnoe posobie [Fundamentals of technology, organization and management of road transport]. Volgograd: VolgGTU. 1998, 103. (in Russ.).
- [2] Pirinilov KI. Transportno-ekspedicionnoe obsluzhivanie [Transportno-ekspedicionnoe obsluzhivanie]. Moscow: ASMAP. 1996, 65. (in Russ.).
- [3] Pluzhnikov KI. Transportnoe ekspedirovanie [Transportation forwarding]. Moscow: ASMAP. 2006. (in Russ.).
- [4] Rezer SM. Logistika ekspedirovaniya gruzovyh perevozok [Logistics of freight forwarding]. Moscow: VINITI RAN. 2002, 472. (in Russ.).

Транспортные услуги. Инженерия и инженерное дело

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-07>

УДС: 656.22

МРНТИ: 63.37.29

Модели и элементы транспортно-логистической инфраструктуры**¹Калходжаев Р.Б., *¹Жатканбаева Э.А.**¹Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан*Автор-корреспондент email: elmira_alimzhan@mail.ru

Поступила: 11 января 2024 Рецензирование: 19 февраля 2024 Принята в печать: 10 марта 2024	Аннотация В условиях усиливающейся глобализации, цифровой трансформации экономики и расширения международной торговли значительно возрастают требования к эффективности логистических процессов и совершенствованию транспортной инфраструктуры. В представленной статье проведён комплексный анализ современных моделей и ключевых элементов транспортно-логистической системы. Рассматривается классификация логистических операторов по уровням сервиса (от 1PL до 5PL), определяются их функции и степень вовлечённости в логистическую цепь. Особое внимание уделено мультимодальным перевозкам, как более гибкому и эффективному способу доставки грузов, обеспечивающему сокращение издержек, повышение надёжности и скорости доставки. Проведён сравнительный анализ традиционного подхода к транспортировке, основанного на фрагментарном управлении, и логистического подхода, предполагающего централизованное управление единого оператора. На основе анализа выявлены ключевые различия и преимущества логистической модели. Также рассматриваются особенности функционирования транспортно-логистического сектора в Республике Казахстан, в том числе специализация участников, развитие мультимодальных схем и необходимость цифровизации процессов. Подчёркивается значимость системного подхода, цифровых решений и нормативной базы для повышения конкурентоспособности логистики. Представленные выводы могут быть полезны при формировании эффективных решений в управлении логистикой на различных уровнях. Ключевые слова: товародвижение, транспортная сеть, груз, услуга, перевозки, логистика, транспорт.
Жатканбаева Э.А.	Информация об авторах: Кандидат технических наук, доктор PhD, профессор кафедры «Транспортная техника и организация перевозок», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1773-2764, E-mail: elmira_alimzhan@mail.ru
Калходжаев Р.Б.	магистрант ОП 7М07104 «Транспорт, транспортная техника и технологии», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-4221-1144, E-mail: rkal19@mail.ru

Көлік қызметі. Инженерлік іс және инженерия

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-07>

ӨОЖ: 656.22

ГТАМР: 63.37.29

Қазіргі жағдайда көлік-экспедициялық кәсіпорындардың жұмыс істеу ерекшеліктері**¹Калходжаев Р.Б., ^{*1}Жатканбаева Э.А.**¹Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: elmira_alimzhan@mail.ru

Мақала келді: 11 қантар 2024 Сараптамадан өтті: 19 ақпан 2024 Қабылданды: 10 наурыз 2024	Түйіндеме Жаһандану, экономиканың цифрлық трансформациясы және халықаралық сауданың кеңеюі жағдайында логистикалық процестердің тиімділігіне және көлік инфрақұрылымын жетілдіруге қойылатын талаптар едәуір артады. Ұсынылған мақалада көлік-логистикалық жүйенің заманауи модельдері мен негізгі элементтеріне кешенді талдау жасалды. Логистикалық операторлардың қызмет деңгейлері бойынша жіктелуі қарастырылады (1рl-ден 5PL-ге дейін), олардың функциялары және логистикалық тізбекке қатысу дәрежесі анықталады. Шығындарды азайтуды, сенімділік пен жеткізу жылдамдығын арттыруды қамтамасыз ететін жүктерді жеткізудің неғұрлым икемді және тиімді тәсілі ретінде мультимодальды тасымалдауға ерекше назар аударылады. Фрагментті басқаруға негізделген тасымалдаудың дәстүрлі тәсіліне және бірыңғай операторды орталықтандырылған басқаруды көздейтін логистикалық тәсілге салыстырмалы талдау жүргізілді. Талдау негізінде логистикалық модельдің негізгі айырмашылықтары мен артықшылықтары анықталды. Сондай-ақ, Қазақстан Республикасында көлік-логистикалық сектордың жұмыс істеу ерекшеліктері, оның ішінде қатысушылардың мамандануы, мультимодальды схемаларды дамыту және процестерді цифрландыру қажеттілігі қарастырылады. Логистиканың бәсекеге қабілеттілігін арттыру үшін жүйелік тәсілдің, цифрлық шешімдердің және нормативтік базаның маңыздылығы атап өтіледі. Ұсынылған тұжырымдар әртүрлі деңгейлерде логистиканы басқаруда тиімді шешімдерді қалыптастыруда пайдалы болуы мүмкін. Түйін сөздер: тауар қозғалысы, көлікжелісі, жүк, қызметкөрсету, тасымалдау, логистика, көлік.
Жатканбаева Э.А.	Авторлар туралы ақпарат: Техника ғылымдарының кандидаты, PhD докторы, «Көлік технологиясы және тасымалдауды ұйымдастыру» кафедрасының профессоры. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1773-2764. E-mail: elmira_alimzhan@mail.ru
Калходжаев Р.Б.	7M07104 «Көлік, көлік техникасы және технологиясы» білім беру бағдарламасының магистранты, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-4221-1144. E-mail: rkal19@mail.ru

Transportation Services. Engineering

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-07>

UDC: 656.22

IRSTI: 63.37.29

Models and elements of transport and logistics infrastructure**¹Kalkhodzhaev R.B., *¹Zhatkanbayeva E.A.**¹Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: elmira_alimzhan@mail.ru

Received:
11 January 2024
Peer-reviewed:
19 February 2024
Accepted:
20 March 2024

Abstract

In the context of increasing globalization, the digital transformation of the economy and the expansion of international trade, the requirements for the efficiency of logistics processes and the improvement of transport infrastructure are significantly increasing. The presented article provides a comprehensive analysis of modern models and key elements of the transport and logistics system. The classification of logistics operators by service levels (from 1PL to 5PL) is considered, their functions and the degree of involvement in the logistics chain are determined. Particular attention is paid to multimodal transportation as a more flexible and efficient way of delivering goods, reducing costs, increasing reliability and speed of delivery. A comparative analysis of the traditional approach to transportation based on fragmented management and the logistics approach involving centralized management by a single operator is carried out. Based on the analysis, the key differences and advantages of the logistics model are revealed. The specifics of the functioning of the transport and logistics sector in the Republic of Kazakhstan are also considered, including the specialization of participants, the development of multimodal schemes and the need for digitalization of processes. The importance of a systematic approach, digital solutions and a regulatory framework for increasing the competitiveness of logistics is emphasized. The presented conclusions can be useful in forming effective solutions in logistics management at various levels.

Keywords: commodity movement, transport network, cargo, service, transportation, logistics, transport.

Zhatkanbayeva E.A.**Information about authors:**

Candidate of Technical Sciences, Doctor of PhD, Professor of the Department of Transport Engineering and Organization of Transportation, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1773-2764>. E-mail: elmira_alimzhan@mail.ru

Kalkhodzhaev R.B.

Master's student of the OP 7M07104 - "Transport, transport equipment and technologies", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-4221-1144>. E-mail: rkal19@mail.ru

Введение

Современные условия глобализации, цифровизации и роста международной торговли предъявляют повышенные требования к организации логистических процессов. В этой связи логистика становится ключевым фактором устойчивости и конкурентоспособности, как отдельных компаний, так и национальных экономик. Эффективное управление потоками материальных ресурсов — от источника сырья до конечного потребителя — требует согласованной работы всех звеньев логистической цепи и применения современных организационно-технических решений.

Процесс товародвижения охватывает не только физическое перемещение продукции, но и широкий спектр вспомогательных операций, включая складирование, упаковку, документооборот, а также мониторинг и контроль выполнения поставок. Центральным элементом логистической инфраструктуры является транспортная система, обеспечивающая пространственное перемещение товаров и требующая комплексного подхода к выбору маршрутов, видов транспорта и моделей взаимодействия участников.

Наиболее важным на сегодняшний день становится выбор между традиционным подходом к организации транспортировки, предполагающим разобщённость действий участников, и логистическим подходом, основанным на централизованном управлении мультимодальными перевозками. Правильный выбор логистической модели позволяет существенно снизить издержки, повысить надёжность доставки и адаптивность к изменениям внешней среды.

Цель данной статьи — провести сравнительный анализ традиционного и логистического подходов в организации транспортного процесса, выявить их ключевые особенности и определить перспективные направления развития логистических решений в контексте современных требований рынка.

Методы

Методологической основой настоящего исследования является системный и структурно-функциональный подход к анализу логистических процессов, реализуемых в сфере товародвижения. В работе использованы как теоретические, так и эмпирические методы, обеспечивающие комплексное рассмотрение транспортно-логистических моделей и механизмов их функционирования.

Анализ логистической инфраструктуры был осуществлён с использованием классификационного метода, что позволило структурировать элементы системы по видам транспорта, видам участников, функциональному назначению и уровням логистических посредников (1PL–5PL). Для оценки состава и функций субъектов логистической деятельности применён метод типологического обобщения, с помощью которого систематизированы ключевые участники транспортного процесса: перевозчики, экспедиторы, склады, брокеры и логистические операторы.

Сравнительный анализ традиционного и логистического подходов к организации транспортного процесса выполнен с применением метода сопоставления по ряду критериев: наличие единого оператора, схема взаимодействия участников, наличие сквозной ставки на перевозку и степень централизации управления. Эмпирической базой для анализа выступили табличные данные (табл. 3), отражающие ключевые различия между подходами.

Кроме того, в исследовании использованы элементы моделирования, представленные в виде схем (рис. 1–7), иллюстрирующих развитие логистических систем, классификацию посредников, моделей управления и факторов, влияющих на выбор логистических решений. Эти схемы опираются на общепринятые концепции управления цепями поставок и адаптированы к условиям транспортного сектора Республики Казахстан.

Таким образом, применённый комплекс методов позволяет не только структурировать объект исследования, но и выявить существующие тенденции и противоречия в развитии транспортно-логистических систем на макро и микроуровне.

Результаты

В международной практике участники логистического рынка классифицируются в зависимости от комплексности предоставляемых услуг и степени интеграции с клиентом. Так, различают логистических операторов первого (1PL), второго (2PL), третьего (3PL), четвёртого (4PL) и пятого (5PL) уровней. Эта классификация позволяет оценить уровень развития логистических решений и степень ответственности оператора в логистической цепочке (см. рис. 1) [1].



Рисунок 1. Классификация участников рынка транспортно-логистических услуг [материал автора]

Сегодня для характеристики системы расширяющегося логистического взаимодействия участников доставки грузов разработана модель, представленная на рисунке 2.

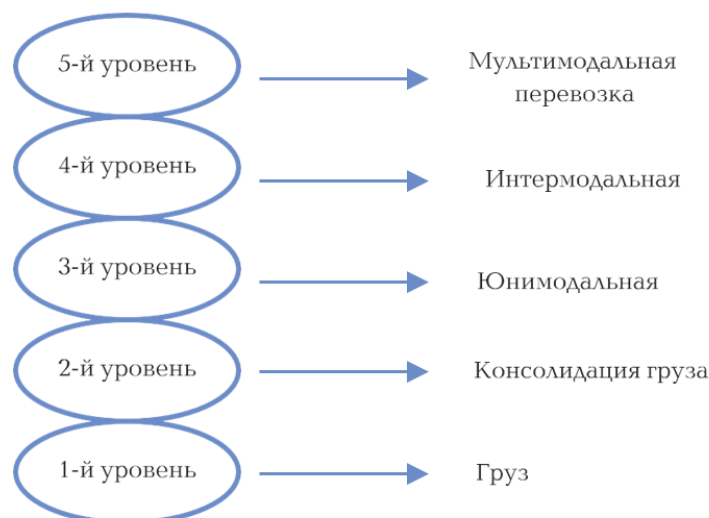


Рисунок 2. Модель расширяющегося логистического взаимодействия [материал автора]

В настоящее время в Республике Казахстан достаточно активно развивается специализация участников транспортного рынка. Разделение транспортной деятельности на перевозочную и транспортно-экспедиторскую обусловлено переходом к рыночной модели экономики. Одной из характерных особенностей казахстанского транспортного сектора является устойчивая ориентация транспортно-экспедиторских компаний на определённый вид транспорта.

Тем не менее, наблюдается тенденция к росту числа организаций, предоставляющих услуги грузоотправителям, использующим смешанные (мультимодальные) схемы доставки грузов [2].

В таблице 2 перечислены основные участники системы доставки — перевозчики, экспедиторы, склады и другие субъекты логистического процесса. Сопоставление участников транспортного рынка и их функций, представленных в таблицах 1 и 2, позволяет сделать вывод, что тенденции развития транспортных рынков имеют общие черты, несмотря на национальные особенности.

Таблица 1. Основные участники транспортного рынка США и их функции

Участники	Функции
Обычные компании-перевозчики	Перевозят продукцию между двумя пунктами для любого заказчика по единому тарифу. Обычно выполняют разовые заказы на стандартных транспортных средствах.
Компании, осуществляющие смешанные перевозки	Предлагают более широкий ассортимент услуг, включая перевозку различными типами транспорта. Осуществляют все аспекты перевозки между двумя пунктами.
Перевозчики, работающие по контракту	Оказывают транспортные услуги на длительный срок, берут на себя большую часть задач. Заключают соглашения, предусматривающие выделение мощностей под нужды конкретного заказчика.
Терминалы	Обеспечивают перегрузку продукции с одного транспорта на другой или от одного перевозчика другому. Выполняют сортировку, разгрузку, комплектование партий, подготовку к доставке.
Грузовые экспедиторы	Собирают небольшие грузы и объединяют в крупные партии. Занимаются административными вопросами (документы, таможня, страхование и т.д.).
Брокеры	Посредники между заказчиком и перевозчиком. Ищут лучшие маршруты, готовят документы, помогают с таможенными вопросами.
Агенты	Работают на местах, помогают клиенту с выбором перевозчика, маршрута, подготовкой информации и документации.

Таблица 2. Основные участники системы доставки

Участники	Функции
Перевозчики	- Доставка грузов со складов грузоотправителей на перевалочные склады магистрального транспорта (на ж/д станциях, в морских и речных портах, на таможенные склады). - Перемещение грузов между складами магистрального транспорта. - Доставка грузов из перевалочных складов в регионах до ж/д станций, портов, автотранспортных терминалов или непосредственно до грузополучателей. - Перевозка грузов по принципу "от двери до двери".

Операторы железнодорожного подвижного состава	Предоставляют в аренду подвижной состав для перевозки грузов и оказывают транспортно-экспедиторские услуги.
Склады	- Склады играют важную роль, особенно в торговом и техническом аспектах. - Осуществляют хранение грузов на собственных или арендованных площадях. - Погрузочно-разгрузочные работы. - Комиссионная приёмка и переработка грузов.
Экспедиторы: - курьеры; - агенты (брокеры); - смешанные операторы перевозки грузов	- Юридическое или физическое лицо, выполняющее перевозку от имени заказчика. - Обеспечивают согласование условий и выбор оптимального маршрута. - Содействуют таможенному оформлению, контролируют отгрузку и доставку, решают вопросы, возникающие в пути следования. - Могут являться собственными перевозчиками или посредниками.
Организатор транспортного процесса	- Организует взаимодействие всех участников транспортно-логистической цепочки. - Заключает договоры, координирует маршруты. - Обеспечивает контроль за процессом и решает возникающие логистические проблемы.

Одним из ключевых вопросов, возникающих на начальной стадии организации товародвижения, является выбор между использованием собственного транспорта и привлечением стороннего перевозчика.

Согласно Д. Уотерсу, такой выбор должен осуществляться с учётом ряда факторов, представленных на рисунке 3. Наиболее часто применяемым подходом является комбинированная модель: использование как собственного автопарка, так и услуг внешних перевозчиков (3PL-провайдеров). В случаях, когда организация способна самостоятельно осуществлять основные логистические функции, затраты на доставку уменьшаются. В то же время, сторонние перевозчики, как правило, привлекаются в периоды пиковых нагрузок либо при внезапном увеличении спроса.

Рост объёмов международных перевозок, требующих соответствия международным стандартам и внедрения передовых технологий, способствовал повышению интереса отечественных производителей к экспедиторским услугам.

Наличие и расширение логистических функций в структуре экспедиторской деятельности может рассматриваться как индикатор становления и развития логистических систем, а также как фактор устойчивости и надёжности таких систем [3].

Классификация транспортно-логистической деятельности, представленная на рисунке 4, охватывает основные виды транспортно-логистических услуг. Однако перечень может быть дополнен и детализирован с учётом следующих факторов:

- специфика перевозимых грузов;
- характеристики используемого вида транспорта и подвижного состава;
- особенности формирования парка судов, автомобилей, поездов, самолётов, обеспечивающих качественное транспортное обслуживание, а также графики их движения. Выделяют также следующую классификацию транспортно-логистических субъектов системы товародвижения, обеспечивающих в настоящее время основные модели продвижения грузопотоков (рис. 5).

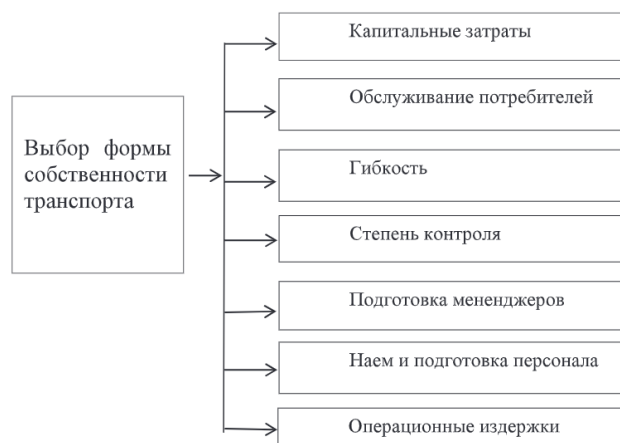


Рисунок 3. Основные факторы, влияющие на выбор формы собственности транспорта [материал автора]



Рисунок 4. Классификация транспортно-логистической деятельности [материал автора]



Рисунок 5. Классификация транспортно-логистических посредников [материал автора]

Зарубежные специалисты сходятся в мнении, что применение услуг логистических посредников становится эффективным способом экономии финансовых и материальных ресурсов в процессе товародвижения.

В целом, перевозочный процесс можно представить в виде определенной системы. «Перевозочные операции» неоднородны и разные по продолжительности.

Выделяют два подхода к организации транспортного процесса: традиционный; логистический с участием оператора мультимодальной перевозки (табл. 3).

Таблица 3. Результаты сравнительного анализа традиционного и логистического подхода

Традиционный подход (прямая и смешанная перевозка)	Логистический подход (мультимодальная перевозка)
Два и более вида транспорта	Два и более вида транспорта
Отсутствие единого оператора перевозки	Наличие единого оператора перевозки
Отсутствие сквозной ставки на перевозку	Единая сквозная ставка на транспортировку
Последовательная схема взаимодействия участников	Последовательно-центральная схема взаимодействия участников

Оптимальная организация транспортного процесса возможна только на основе сбалансированного решения, на основе анализа и синтеза всех принципов и факторов, что требует использования определенных методов и моделей.

Отдельные концепции, показанные на рис.6, применяются в управлении цепями поставок как специальные инструменты, например, сценарное планирование, или как логистические технологии, например, точно в срок.



Рисунок 6. Концепции менеджмента – составляющая научной базы методологии логистики и управления цепями поставок [материал автора]

Классификация моделей и методов логистики, представленная на рисунке 7.

В соответствии данной классификацией модели разделены на три класса:

- в первый класс (I) включены модели и методы, предназначенные для решения задач в условиях определенности, без ограничений со стороны внешней среды;

- во второй класс (II) – в условиях риска и неопределенности; в третий класс
- модели и методы решения логистических задач в условиях конкуренции [4].

III класс: с учетом ограничений (конкуренция)		
II класс: в условиях риска и неопределенности		
I класс: без ограничений со стороны внешней среды, в условиях определенности		
Виды	Группы	
	А	Б
1. Модели, охватывающие отдельные логистические операции и/или функции	1А. Без оптимизации	1Б. С использованием оптимизационных процедур
2. Модели, охватывающие две или более логистических операций и/или функций	2А. Однокритериальные задачи	2Б. Многокритериальные задачи
3. Модели логистических систем (каналов, сетей)	3А. Анализ систем; оценка эффективности	3Б. Синтез (проектирование)

а) Модели и методы, предназначенные для решения задач логистики в условиях определенности

II класс: в условиях риска и неопределенности			
Виды	Группы		
	А	Б	
1. Модели, охватывающие отдельные логистические операции и/или функции	1А. Статическая оценка риска и неопределенности	1Б. Динамическая оценка риска и неопределенности	
2. Модели, охватывающие две или более логистических операций и/или функций	2А. Оценка совокупности рисков	2Б. Оценка взаимосвязи рисков или нескольких случайных величин, характеризующих неопределенность	
3. Модели логистических систем (каналов, сетей) и цепей поставок	3А. Принятие тактических решений	3Б. Принятие стратегических решений	
	в условиях риска	в условиях неопределенности	в условиях неопределенности

Рисунок 7. Классификация методов и моделей логистики [материал автора]

В целом, выбор вида транспортировки, типа транспорта и логистических посредников осуществляется на основе системы критериев, к числу которых относятся: минимальные затраты на транспортировку; заданное время транзита (доставки груза); максимальная надёжность и безопасность перевозки; минимальные потери и издержки, связанные с запасами в пути; пропускная способность и доступность вида транспорта; а также возможность эффективной дифференциации логистических услуг.

Обсуждение

Полученные результаты позволяют утверждать, что выбор подхода к организации транспортного процесса оказывает существенное влияние на эффективность всей логистической системы. Традиционный подход, при котором каждый этап перевозки осуществляется отдельными участниками, характерен высокой степенью фрагментации, отсутствием координации и единых стандартов взаимодействия. Это приводит к увеличению времени доставки, росту транзакционных издержек и снижению прозрачности логистических операций.

В противоположность этому, логистический (мультимодальный) подход с участием единого оператора обеспечивает централизованное управление всеми этапами доставки, единые тарифные условия и интеграцию информационных потоков. Такой подход позволяет значительно повысить надёжность, предсказуемость и гибкость логистической системы, особенно в условиях многократной смены видов транспорта и необходимости международного взаимодействия.

Кроме того, на практике выбор между этими моделями зависит от совокупности факторов, включая стоимость, сроки доставки, характеристики груза, уровень доступности инфраструктуры и надёжность партнёров. Как показано в рисунке 3, эти критерии образуют базу для принятия логистических решений. Использование логистических посредников — особенно на уровне 3PL и 4PL — становится всё более востребованным способом повышения устойчивости и адаптивности логистических цепей.

Отдельное внимание следует уделить текущим тенденциям на казахстанском транспортно-логистическом рынке. Хотя сохраняется ориентация участников на определённые виды транспорта, растёт интерес к мультимодальным схемам доставки и интеграции сервисов, что свидетельствует о постепенном переходе к более зрелым моделям логистического управления. Это требует дальнейшего развития нормативно-правовой базы, цифровизации логистики и расширения логистической инфраструктуры.

Выводы

Сравнительный анализ традиционного и логистического подходов к организации транспортного процесса показал, что мультимодальная модель с участием единого оператора обладает значительными преимуществами в аспектах эффективности, надёжности и управляемости доставки. Логистический подход позволяет сократить количество посредников, унифицировать тарифы и процедуры, а также осуществлять централизованный контроль над всей цепочкой поставок.

В современных условиях возрастающей конкуренции и требований к скорости и качеству логистических услуг предприятиям необходимо отходить от фрагментарного управления транспортом в пользу комплексных логистических решений, включая привлечение 3PL и 4PL-провайдеров. На казахстанском рынке наблюдается положительная тенденция к развитию мультимодальных перевозок и интеграции логистических сервисов, однако для устойчивого прогресса требуется модернизация инфраструктуры, цифровизация процессов и унификация логистических стандартов.

Оптимизация логистических процессов невозможна без системного подхода к выбору вида транспортировки, основанного на комплексной оценке таких факторов, как стоимость, сроки доставки, надёжность, риски, а также потенциал логистических посредников. Логистический подход к организации перевозок в наибольшей степени соответствует современным требованиям и обеспечивает долгосрочные конкурентные преимущества.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Жатканбаева Э.А., Калходжаев Р.Б. Модели и элементы транспортно-логистической инфраструктуры. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5): 66-77. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-07>

Cite this article as: Zhatkanbaeva E.A., Kalhodzhaev R.B. Modeli i elementy transportno-logisticheskoy infrastruktury [Models and elements of transport and logistics infrastructure]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):66-77. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-07>

Литература

- [1] Управление цепями поставок. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Москва: Проспект. 2020, 224.
- [2] Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Москва: Проспект. 2016, 224.
- [3] Миротин Л.Б., Лебедев Е.А. Транспортно-логистическая услуга и толкование основных процессов транспортного производства. Интегрированная логистика. 2018; 1:28-34.
- [4] Мордовченков Н.В. Транспортно-логистическая инфраструктура сферы услуг в условиях рынка. Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты сборник научных трудов по материалам Международной научно- практической конференции. 15 июня; Тамбов, Россия. 2015, 77-79.

References

- [1] Upravlenie cepyami postavok. Logistika i upravlenie cepyami postavok. Teoriya i praktika [Supply chain management. Logistics and supply chain management. Theory and practice]. Moscow: Prospekt. 2020, 224. (in Russ.).
- [2] Logistika i upravlenie cepyami postavok. Teoriya i praktika [Logistics and supply chain management. Theory and practice]. Moscow: Prospekt. 2016, 224. (in Russ.).
- [3] Mirotin L.B., Lebedev E.A. Transportno-logisticheskaya usluga i tolkovanie osnovnyh processov transportnogo proizvodstva [Transport and logistics services and interpretation of the main processes of transport production]. Integrirovannaya logistika = Integrated logistics. 2018; 1:28-34. (in Russ.).
- [4] Mordovchenkov N.V. Transportno-logisticheskaya infrastruktura sfery uslug v usloviyah rynka [Transport and logistics infrastructure of the service sector in market conditions]. Voprosy obrazovaniya i nauki: teoreticheskij i metodicheskij aspekty sbornik nauchnyh trudov po materialam Mezhdunarodnoj nauchno- prakticheskoy konferencii [Issues of education and science: theoretical and methodological aspects collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific and Practical Conference], June 15; Tambov, Russia. 2015, 77-79. (in Russ.).

Транспортные услуги. Инженерия и инженерное дело

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-08>

УДК: 621.43.004.64

МРНТИ: 53.31.35

Формирование структуры эксплуатационно-ремонтного цикла силовых агрегатов КАМАЗ***¹Мурзахметова У.А., ¹Жұмакешов Ә.Н., ¹Борамбай Е.С.**¹Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г.Алматы, Казахстан*Автор-корреспондент email: u_murzakhmetova@mail.ru

Поступила: 04 декабря 2024 Рецензирование: 16 января 2024 Принята в печать: 23 февраля 2024	Аннотация В данной статье изложены результаты научного исследования, направленного на формирование и обоснование рациональной структуры эксплуатационно-ремонтного цикла (ЭРЦ) силовых агрегатов автомобилей КАМАЗ. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения надёжности, ремонтпригодности и экономической эффективности технического обслуживания и восстановления двигателей в условиях интенсивной эксплуатации. Предложен системный подход к выбору оптимальных сроков замены быстроизнашиваемых элементов (вкладышей, поршневых колец) без необходимости проведения полного капитального ремонта, что позволяет снизить затраты и увеличить межремонтный ресурс. Проведён сравнительный анализ моделей двигателей КАМАЗ серий Euro, показаны изменения в их конструктивных характеристиках, влияющие на показатели долговечности и эффективности. Особое внимание уделено методам электроосаждения железа как инновационной технологии восстановления поверхности деталей. Приведены результаты лабораторных исследований, включая микроструктурный анализ покрытий, их адгезионные и прочностные характеристики при различных режимах осаждения. Установлены оптимальные параметры технологического процесса, обеспечивающие наилучшее качество восстановленных поверхностей. Полученные данные доказывают целесообразность внедрения разработанной методики в систему технической эксплуатации автотранспортных средств, позволяя сократить затраты на ремонт до 25%, снизить простоев технику и повысить ресурс её ключевых узлов. Ключевые слова: цикл технического обслуживания и ремонта, силовые агрегаты, формирование структуры ЭРЦ, двигатели, серия Euro.
Мурзахметова У.А.	Информация об авторах: Кандидат технических наук, профессор кафедры «Транспортная техника и организация перевозок», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5429-023X , E-mail: u_murzakhmetova@mail.ru .
Жұмакешов Ә.Н.	магистрант ОП 7М07104 «Транспорт, транспортная техника и технологии», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-9904-5302 , E-mail: Alibizhumekehov@mail.ru
Борамбай Е.С.	магистрант ОП 7М07104 «Транспорт, транспортная техника и технологии», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-1160-3802 , E-mail: Borambai-elman@mail.ru

Көлік қызметі. Инженерлік іс және инженерия

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-08>

ЭОЖ: 621.43.004.64

GTAMP: 53.31.35

КАМАЗ қуат агрегаттарының пайдалану - жөндеу циклінің құрылымын қалыптастыру

*¹Мурзахметова У.А., ¹Жұмакешов Ә.Н., ¹Борамбай Е.С.¹Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: u_murzakhmetova@mail.ru.

Мақала келді:
04 желтоқсан 2024
Сараптамадан өтті:
16 ақпан 2024
Қабылданды:
23 ақпан 2024

Түйіндеме

Бұл мақалада КАМАЗ автомобильдерінің қуат агрегаттарының пайдалану-жөндеу циклінің (ЭРЦ) ұтымды құрылымын қалыптастыруға және негіздеуге бағытталған ғылыми зерттеу нәтижелері баяндалған. Тақырыптың өзектілігі қарқынды пайдалану жағдайында қозғалтқыштарға техникалық қызмет көрсету мен қалпына келтірудің сенімділігін, жөнделуін және экономикалық тиімділігін арттыру қажеттілігімен байланысты. Авторлар толық күрделі жөндеуді қажет етпестен тез тозатын элементтерді (кірістірулер, поршеньдік сакиналар) ауыстырудың оңтайлы мерзімдерін таңдауға жүйелі тәсілді ұсынды, бұл шығындарды азайтуға және жөндеу аралық ресурсты ұлғайтуға мүмкіндік береді. EURO сериялы КАМАЗ қозғалтқыштарының модельдеріне салыстырмалы талдау жүргізілді, олардың құрылымдық сипаттамаларында беріктік пен тиімділік көрсеткіштеріне әсер ететін өзгерістер көрсетілген. Бөлшектердің бетін қалпына келтірудің инновациялық технологиясы ретінде темірді электрмен тұндыру әдістеріне ерекше назар аударылады. Өр түрлі тұндыру режимдеріндегі жабындардың микроқұрылымдық талдауын, олардың адгезиялық және беріктік сипаттамаларын қоса алғанда, зертханалық зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Қалпына келтірілген беттердің ең жақсы сапасын қамтамасыз ететін технологиялық процестің оңтайлы параметрлері Орнатылған. Алынған деректер автокөлік құралдарын техникалық пайдалану жүйесіне әзірленген әдістемені енгізудің орындылығын дәлелдейді, бұл жөндеу шығындарын 25% - ға дейін қысқартуға, техниканың тоқтап қалуын азайтуға және оның негізгі тораптарының ресурсын арттыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: техникалық қызмет көрсету және жөндеу циклі, қуат блоктары, ERC құрылымын қалыптастыру, қозғалтқыштар, Euro сериясы

Мурзахметова У.А.	Авторлар туралы ақпарат: Техника ғылымдарының кандидаты, PhD докторы, «Көлік технологиясы және тасымалдауды ұйымдастыру» кафедрасының профессоры. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5429-023X , E-mail: u_murzakhmetova@mail.ru .
Жұмакешов Ә.Н.	Магистрант, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-9904-5302 , E-mail: Alibizhumekeshov@mail.ru
Борамбай Е.С.	Магистрант, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-1160-3802 , E-mail: Borambai-elman@mail.ru

Transportation Services. Engineering

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-08>

UDC: 621.43.004.64

IRSTI: 53.31.35

Formation of the structure of the operational and repair cycle of KAMAZ power units***¹Murzakhmetova U.A., ¹Zhumakeshov A.N., ¹Borambai E.S.**¹Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: u_murzakhmetova@mail.ru.

Received:
04 December 2024
Peer-reviewed:
16 February 2024
Accepted:
23 February 2024

Abstract

This article presents the results of a scientific study aimed at the formation and justification of a rational structure of the maintenance and repair cycle (ERC) of power units of KAMAZ vehicles. The relevance of the topic is due to the need to improve the reliability, maintainability and cost-effectiveness of engine maintenance and restoration in conditions of intensive operation. The authors propose a systematic approach to choosing the optimal replacement time for quick-wear elements (inserts, piston rings) without the need for a complete overhaul, which reduces costs and increases the inter-repair life. A comparative analysis of the KAMAZ Euro series engine models has been carried out, and changes in their design characteristics affecting durability and efficiency have been shown. Special attention is paid to the methods of electrodeposition of iron as an innovative technology for restoring the surface of parts. The results of laboratory studies, including microstructural analysis of coatings, their adhesion and strength characteristics under various deposition conditions are presented. The optimal parameters of the technological process have been established, ensuring the best quality of the restored surfaces. The data obtained prove the expediency of introducing the developed methodology into the system of technical operation of motor vehicles, allowing reducing repair costs by up to 25%, reducing equipment downtime and increasing the resource of its key components.

Keywords: maintenance and repair cycle, power units, formation of the ERC structure, engines, Euro series

Murzakhmetova U. A.	Information about authors: <i>Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport Engineering and Organization of Transportation, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5429-023X. E-mail: u_murzakhmetova@mail.ru.</i>
Zhumakeshov A. N.	<i>Master's student of the OP 7M07104 - "Transport, transport equipment and technologies", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-9904-5302. E-mail: Alibizhumekeshov@mail.ru</i>
Borambai E. S.	<i>Master's student of the OP 7M07104 - "Transport, transport equipment and technologies", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-1160-3802. E-mail: Borambai-elman@mail.ru</i>

Введение

В современных условиях, когда автомобилестроение и эксплуатация автомобильных агрегатов становятся всё более сложными и высокотехнологичными, проблема повышения эффективности и качества функционирования этих агрегатов приобретает особую значимость. Одним из ключевых факторов, обеспечивающих успешную эксплуатацию автомобилей, является их ремонтпригодность — способность агрегатов и систем восстанавливать работоспособность после использования с минимальными затратами времени и средств. По мере увеличения срока службы автомобилей и их оборудования задача повышения ремонтпригодности становится всё более актуальной.

Усложнение конструкции автомобилей, рост требований к экологическим характеристикам, необходимость выполнения более сложных задач и повышение надёжности оборудования требуют разработки и внедрения новых методов обслуживания, диагностики и ремонта. В результате традиционные подходы становятся менее эффективными, а техническое обслуживание и восстановление элементов автомобилей требуют новых технологических решений.

Одной из приоритетных задач является разработка и совершенствование структуры эксплуатационно-ремонтного цикла (ЭРЦ) силовых агрегатов, таких как двигатели и трансмиссии. Эффективная реализация этой задачи требует комплексного подхода, включающего обновление технологий восстановления, внедрение новых материалов, а также методов диагностики и прогнозирования износа деталей.

Для рациональной организации ремонтного процесса необходимо учитывать множество факторов — от конструктивных особенностей двигателя до условий эксплуатации в различных климатических и дорожных зонах. Существенное значение имеет и экономическая обоснованность выполняемых ремонтных мероприятий, что позволяет оптимизировать затраты и повысить общую эффективность работы автотранспортных предприятий.

Целью настоящего исследования является анализ современных методов восстановления силовых агрегатов автомобилей КАМАЗ, особенно двигателей серии Euro-1, а также разработка подходов, направленных на повышение их ремонтпригодности, снижение эксплуатационных затрат и продление срока службы. Отдельное внимание уделено технологическим аспектам, включая анализ технико-экономических факторов, влияющих на процессы восстановления, и оценку эффективности применения различных методов и материалов.

Методы

В ходе исследования применялись:

- Анализ эксплуатационно-ремонтного цикла (ЭРЦ) — изучение взаимосвязей между техническим состоянием элементов агрегата и необходимостью выполнения предупредительных и капитальных ремонтов;
- Экономическое моделирование — расчет минимальных удельных затрат на замену дешевых деталей (вкладышей, поршневых колец) без замены дорогостоящих компонентов;
- Электрохимический анализ — исследование условий электроосаждения железа на восстановление деталей методом катодной поляризации в различных температурных и вакуумных режимах;
- Испытания в электрохимической ячейке ЯСЭ-2 — оценка качества покрытия, адгезии и микроструктуры на образцах из стали 45;
- Микроскопический анализ — изучение микроструктуры покрытий и механизмов роста кристаллов при различных плотностях тока.

Результаты

Для решения поставленных задач, как с теоретической, так и с практической точек зрения, проведено исследование, направленное на повышение ремонтпригодности и совершенствование методов восстановления силовых агрегатов. В качестве основы использована структура эксплуатационно-ремонтного цикла (ЭРЦ) агрегата или автомобиля в целом, предполагающая анализ ресурса его элементов, то есть их наработки до достижения предельного состояния. На этом этапе обязательно осуществляется либо предупредительный (ПР), либо капитальный ремонт (КР).

С целью разработки системы ПР элементов на основе закономерностей изменения их технического состояния в процессе эксплуатации, авторами предложена технико-экономическая методика обоснования ресурса элементов и объема выполняемых ПР. Установлено, что взаимное влияние технического состояния сопряжённых элементов свидетельствует об экономической целесообразности максимального использования ресурса дорогостоящих компонентов за счёт своевременной замены недорогих, но быстроизнашивающихся деталей. Это, в свою очередь, служит основой для формирования рациональной структуры обеспечения работоспособности агрегатных сопряжений [1, 2].

Для теоретического обоснования применена методика оценки предельного состояния и ресурса деталей основных сопряжений двигателя на основе экономического критерия, при котором предупредительный ремонт оказывается наиболее эффективным. Установлено, что технический ресурс шеек коленчатого вала и гильз цилиндров более чем в два раза превышает ресурс вкладышей и поршневых колец. Это подтверждает техническую целесообразность их замены без необходимости перешлифовки шеек коленчатого вала и замены гильз и поршней.

Однако окончательное решение о целесообразности подобной замены и частоте её проведения должно приниматься с учётом экономических расчётов. В данном контексте экономический критерий основан на минимизации суммарных удельных затрат на приобретение дорогостоящих деталей (коленчатый вал, гильзы, поршни) и поддержание их работоспособности путём своевременной замены более дешёвых и быстроизнашивающихся компонентов (вкладышей, поршневых колец).

Момент достижения оптимального экономического эффекта зависит от динамики изменения технического состояния сопряжённых деталей до и после замены дешёвых элементов. В основных сопряжениях двигателя можно выделить две группы компонентов, существенно различающихся по стоимости и ресурсу: в подшипниках коленчатого вала — это сам вал и вкладыши; в цилиндропоршневой группе — гильзы и поршни, а также компрессионные кольца. При этом интенсивность износа вкладышей в среднем в 3,5 раза выше, чем шеек коленчатого вала, а верхних компрессионных колец — в 4 раза выше, чем гильз цилиндров в зоне верхнего пояса.

Эти различия находят отражение в величинах технического ресурса: для шеек коленчатого вала и гильз он в среднем в два раза превышает ресурс вкладышей и поршневых колец. Существенная вариативность ресурса дешёвых деталей осложняет планирование ремонтов. В связи с этим рациональные интервалы замены таких компонентов до капитального ремонта рекомендуется определять на основе экономического критерия, минимизирующего совокупные затраты на содержание агрегата.

Система обеспечения работоспособности силовых агрегатов автомобилей базируется на выявленных закономерностях изменения их технического состояния в процессе эксплуатации. Эти закономерности формируются под воздействием совокупности факторов, классифицированных по функциональным группам [3] (см. рисунок 1).

Анализ схемы позволяет заключить, что ключевое влияние на эффективность технической эксплуатации автомобилей (ТЭА) оказывают конструктивно-технологические факторы. Именно они в значительной степени определяют качество изготавливаемых агрегатов и ав-

томобилей в целом. При этом в отечественном автомобилестроении сохраняется значительный потенциал для достижения уровня развитых стран, особенно в аспектах повышения долговечности и обеспечения экологической безопасности выпускаемой техники [4].

Достижение высоких показателей по экологическим нормам дизельных двигателей, а также по показателям их функционирования и долговечности, неразрывно связано с повышением качества изготовления деталей, их восстановления при ремонте, а также с применением новых технологий и материалов.



Рисунок 1. Схема факторов, определяющих эффективность технической эксплуатации автомобилей [материал автора]

Одним из ключевых элементов автомобиля, во многом определяющим его эффективность, является силовой агрегат (двигатель). В рамках индустриальной модернизации автомобилей КАМАЗ, ТОО «КАМАЗ» осуществляет разработку и выпуск модельного ряда современных двигателей, соответствующих экологическим стандартам ЕЭК ООН EURO-1, EURO-2, EURO-3 и EURO-4.

Модернизация началась с двигателя модели 740.10 (мощность — 210 л.с., номинальная частота вращения коленчатого вала — 2600 мин⁻¹, максимальный крутящий момент — 850 Н·м). В результате доработок был создан двигатель модели 740.11-240, соответствующий требованиям экологического стандарта EURO-1. Он обладает мощностью 240 л.с., номинальной частотой вращения 2200 мин⁻¹ и сохраняет прежний максимальный крутящий момент — 850 Нм.

Затем был налажен выпуск двигателей, соответствующих экологическим требованиям стандарта EURO-2. К ним относятся модели 740.30-260 и 740.50-360, созданные на базе двигателя 740.11-240.

Следующим этапом модернизации современного семейства двигателей стал выпуск силовых агрегатов, соответствующих требованиям EURO-4. При этом увеличение мощности двигателя более чем в 1,5 раза по сравнению с базовой моделью (см. таблицу 1) [8], без значительного изменения размеров его основных деталей (коленчатый вал, шатун, блок цилиндров и др.), положительно сказалось на долговечности и конкурентоспособности силового агрегата.

При этом всё более актуальным становится вопрос снижения издержек на протяжении всего жизненного цикла автомобиля, что побуждает к тщательному анализу зарубежного опыта в области проектирования, эксплуатации и обслуживания автотранспортной техники.

Формирование современного семейства силовых агрегатов автомобилей КАМАЗ, а также совершенствование их конструкции и технологий изготовления, значительно повлияли на повышение их надёжности.

Надёжность автомобиля является одним из ключевых комплексных показателей, отражающих изменение его качества в процессе эксплуатации. Анализ распределения отказов по элементам двигателя КАМАЗ позволяет выявить наименее надёжные узлы, определить направления их конструктивного и технологического совершенствования, обосновать потребность в запасных частях с учётом конкретных условий эксплуатации, а также установить рациональные нормативы технического обслуживания и ремонта (см. рисунок 2).

Таблица 1. Характеристика двигателей семейства КАМАЗ

Параметр	Ед. изм.	КамАЗ-740.10	КамАЗ-740.11-240	КамАЗ-740.13-260	КамАЗ-740.30	КамАЗ-740.50
Номинальная мощность	кВт (л.с.)	154 (210)	176 (240)	191 (260)	191 (260)	265 (360)
Давление масла	кПа (кгс/см ²)	195–388 (3.5–4)	392–539 (4–5.5)	392–539 (4–5.5)	392–539 (4–5.5)	392–539 (4–5.5)
Макс. крутящий момент	Н·м (кгс·м)	667 (68)	833 (85)	931 (95)	1079 (110)	1470 (150)
Диаметр цилиндра	мм	120	120	120	120	120
Ход поршня	мм	120	120	120	120	130

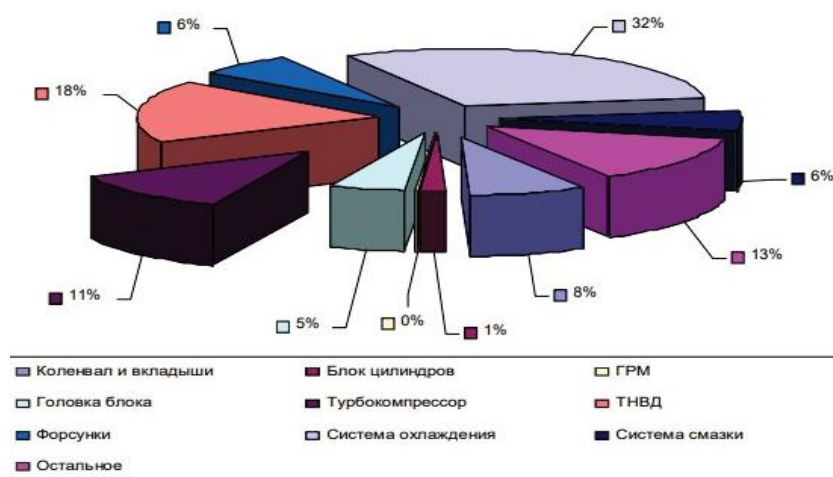


Рисунок 2. Распределение отказов по элементам двигателя КамАЗ за 2022-2023 гг., в условиях ТОО «Алматинский Автоцентр КамАЗ» [материал автора]

Качество автомобиля определяется не только его способностью выполнять заданные функции, но и, прежде всего, уровнем надёжности — способностью длительно сохранять, а при необходимости и восстанавливать работоспособность при минимальных затратах труда и средств.

В этом контексте долговечность выступает как характеристика качества, связанная со временем эксплуатации. Если в процессе использования агрегата происходит частичная или полная утрата его свойств, препятствующая выполнению им предусмотренных функций, это может привести к частичному либо полному выходу автомобиля из строя.

Снижение долговечности элементов и агрегатов обусловлено рядом факторов: конструктивные, производственные и монтажные ошибки, допущенные на этапах проектиров-

ния, изготовления или сборки. Такие дефекты, как правило, проявляются на ранних стадиях эксплуатации.

Постепенная утрата элементом или агрегатом функциональных свойств вследствие износа. Этот процесс носит закономерный характер: с увеличением времени эксплуатации автомобиля износ в рабочих сопряжениях нарастает. Он происходит под воздействием как случайных, так и детерминированных факторов. При этом завершение изнашивания в большинстве случаев имеет случайный характер, что затрудняет точное прогнозирование отказов.

Воздействия физического характера, способные вызвать внезапные отказы элементов и агрегатов даже при отсутствии видимых признаков ухудшения их функциональных свойств.

Все виды отказов и причины, их вызывающие, объединяет один общий признак — случайный характер возникновения, даже в тех случаях, когда им предшествует постепенное накопление физических изменений.

Учитывая вышеизложенное, при восстановлении поверхностей узлов и деталей необходимо определить условия формирования электролитических железных покрытий, обладающих высокой адгезией к основному материалу, а также равномерным распределением физико-механических свойств и толщины по всей поверхности.

Для оценки электрохимического состояния поверхности образца, а также влияния температуры и разреженной среды на кинетику электроосаждения железа в начальный период катодной поляризации был использован метод поляризационных измерений.

Исследования проводятся в стеклянной герметизированной электрохимической ячейке ЯСЭ-2. В качестве электрода сравнения используется насыщенный хлорсеребряный электрод ЭВЛ-1МЗ, а в качестве материала вспомогательного электрода — сталь 3 (ГОСТ 380–71).

Образцы (рабочий электрод) изготавливаются из стали 45 (ГОСТ 1050–74). Диаметр наружной цилиндрической поверхности образца составляет 12 мм, общая длина — 120 мм, а рабочая длина, на которую наносится электрическое железо, равна 100 мм, что соответствует площади поверхности 1,2 дм². Шероховатость поверхности соответствует 7-му классу ($R_a = 0,63$).

Конструкция исследуемого электрода соответствует общепринятым требованиям. Площадь исследуемой поверхности 0,5 дм² (относительная погрешность измерения 1%). Исследуемая поверхность рабочего электрода располагается вертикально. Поляризация рабочего электрода осуществляется с помощью потенциостата П-5827М в гальваностатическом режиме. Регистрация потенциала как функции от тока $\psi = f(I)$ осуществляется планшетным двухкоординатным потенциометром ПДП-4.

Скорость развертки потенциала $4 \cdot 10^{-3}$ В/с. Плотность тока катодной поляризации (D_k), А/дм²: 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5 (относительная погрешность измерения 5%). Величина плотности тока обусловлена исследованием катодного процесса в начальный период электролиза, начинающегося с постепенного, ступенчатого выхода на режим. Электрохимические исследования проводились при температуре (°C): 20; 55; 80. Постоянное значение температуры поддерживалось с помощью термостата Вобзера через водяную рубашку электрохимической ячейки. Погрешность установки температуры в термостате определялась с помощью контактного термометра (ГОСТ 9871–61) $\pm 0,2^\circ\text{C}$, температура в ячейке измерялась ртутным термометром (ГОСТ 215–73 ТЛ–2) с точностью $\pm 0,1^\circ\text{C}$. Герметичность ячейки обеспечивалась шлифованными соединениями с вакуумной смазкой. Разрежение в ячейке создавалось вакуумным насосом через редуктор-баллон. Степень разрежения контролировалась вакуумметром ГОСТ 6521–60. Величина разрежения устанавливалась: при температуре 20°C – $2,5 \cdot 10^3$ Па, при 55°C – $1,5 \cdot 10^4$ Па, при 80°C – $4,7 \cdot 10^4$ Па. При выбранных значениях величины степени разрежения давление над электролитом не достигает значения давления насыщенного пара, т.е. наблюдается кипение электролита.

Для исследования использовался электролит состава: хлористое железо ($\text{FeCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$) – 350 ± 1 г/л; кислота соляная – $1,5 \pm 1$ г/л.

Для приготовления электролита использовались реактивы марки «ч», хлористое железо ГОСТ 4149 – 65, соляная кислота ГОСТ 3118 – 68 и дистиллированная вода. Исследуемая

поверхность образца шлифуется и полируется до зеркального блеска пастой ГОИ, затем обезжиривается суспензией «венской извести», тщательно промывается проточной водой. Подготовленный образец анодно травится в 30 %-м растворе серной кислоты (ГОСТ 2184–67) при температуре 20 ± 2 °С, плотности тока 60 А/дм^2 , время обработки 60 секунд. Анодно обработанный образец промывается проточной водой, сушится фильтровальной бумагой и помещается в ячейку. После достижения равновесного потенциала в исследуемом растворе подается ток поляризации. Подача тока на ячейку и регистрация изменения потенциала в зависимости от тока проводятся в соответствии с инструкцией по эксплуатации потенциостата П–5827М.

Осаждение металла на катоде рассматривается как процесс, протекающий в две стадии: образование центров кристаллизации (зародышей) и рост этих центров. Размер образующихся кристаллов определяется соотношением скоростей указанных стадий, а также средним временем, необходимым для формирования кристалла — от образования зародыша до прекращения его роста.

При электрокристаллизации размер кристаллов становится меньше, если низка концентрация, температура и выше вязкость электролита, так как эти факторы влияют на диффузию.

Исследование явлений слоеобразования на гранях кристаллов при электроосаждении железа привело к ряду важных выводов:

Микроскопически видимые слои периодически распространяются по грани, часто образуясь у одного и того же края.

Толщина слоев изменяется в зависимости от условий роста кристаллов, варьируя от долей микрона до нескольких микрон (см. рисунок 3):

- скорость распространения слоя по грани также изменяется в соответствии с его толщиной;
- нередко на еще не завершеном слое возникают новые слои, рост грани при этом осуществляется путем одновременного распространения нескольких слоев;
- с увеличением размеров грани толщина слоя, измеренная вдоль его граней, оказывается неодинаковой.

Из этого видим, что могут быть использованы при помощи представлений о различии скоростях образования и роста кристаллов на основе явления пассивации. Объяснение локализации и периодичности возникновения «зародышей» толстых слоев заключается в концентрационных явлениях при движении электролита. Движение электролита в диффузном слое при процессе роста кристаллов играет фундаментальную роль, так как потребление ионов происходит локализованно — около фронта роста толстого слоя, периодически распространяющегося на грани кристаллов. Своеобразное потребление ионов в направлении, параллельном поверхности катода, вызывает возникновение тангенциального градиента концентрации. Этот градиент концентрации проявляется в непосредственной близости катода, к поверхности, т.е. в той области пограничного слоя, в которой при соответствующих условиях может возникнуть диффузный слой, характерный для рассмотренных явлений.

На фотографиях микроструктуры электролитического железа наблюдается столбчатая дендритообразная структура (рис. 4, а), при плотностях тока $8 \dots 10 \text{ А/дм}^2$ железо имеет характерную волокнистую структуру с волокнами, расположенными перпендикулярно поверхности покрытия, а при плотности более 10 А/дм^2 в железе наблюдаются трещины (рис. 4, б)

Исследование электрохимического состояния железоуглеродистого сплава показало, что перенапряжение выделения водорода в значительной степени снижается в зависимости от степени разреженности атмосферы над уровнем электролита. Так, в электролите, нагретом до 55°C , с разреженностью над зеркалом электролита 75%, величина снижения перенапряжения водорода соответствует перенапряжению водорода в электролите, нагретом до 80°C при нормальных условиях.

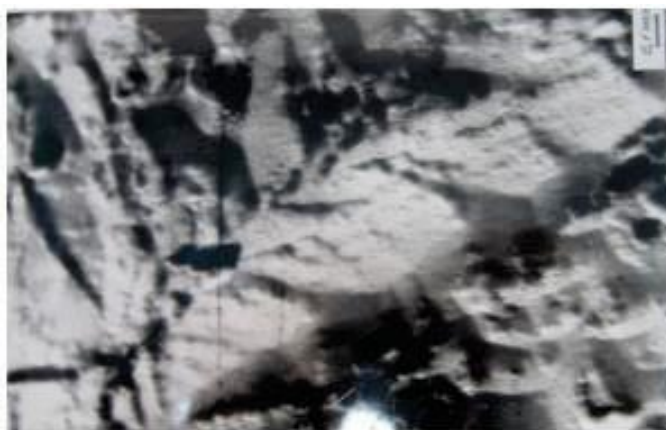


Рисунок 3. Трехмерные ступени (пакеты) роста твердого электролитического железного покрытия [материал автора]
а) полученного при плотностях б) появление трещин тока: $8...10 \text{ A / dm}^2$



Рисунок 4. Микроструктуры электролитического железа [материал автора]

В связи с этим появляется возможность произвольного увеличения или уменьшения количества выделяющегося водорода в зависимости от степени разреженности атмосферы, что особенно важно в первоначальный период формирования покрытий электролитического железа на поверхности. Исследование структурных преобразований в электролитическом железе, полученном в электролите, нагретом до 55°C , показало, что получение контактного слоя железа без наличия в нем трещин обеспечивается в тех случаях, когда выход железа по току равен не менее 15% и не более 30%.

Обсуждение

Практическая значимость предложенного подхода заключается в сокращении простоев техники, повышении ресурса дорогостоящих узлов и снижении затрат. Частичный ремонт без капитального вмешательства позволяет использовать ресурс двигателя более эффективно. С точки зрения надёжности, такая схема ЭРЦ способствует равномерному распределению нагрузок между элементами, устраняет преждевременный износ быстроизнашиваемых деталей и предотвращает их воздействие на более дорогостоящие компоненты.

Применение электроосаждения железа как метода восстановления позволяет устранить мелкие дефекты поверхностей, не прибегая к мехобработке или замене. Установленные оптимальные параметры обеспечивают наилучшее соотношение между скоростью осаждения, качеством покрытия и его эксплуатационными свойствами.

Технологические ограничения метода также выявлены: при превышении плотности тока в 10 А/дм² резко ухудшается качество покрытия. Это связано с нарушением равномерности осаждения и повышенным выделением водорода.

Экономический эффект от внедрения технологии электроосаждения и рационального ЭРЦ подтверждён расчётами и сопоставлением с традиционным капитальным ремонтом. Снижение затрат на ремонт до 20–25% делает технологию привлекательной для автотранспортных предприятий и сервисных центров.

Выводы

Проведённое исследование показало, что в процессе эксплуатации дизельных двигателей КамАЗ наиболее интенсивному износу подвергаются такие детали, как шатунные и коренные вкладыши, компрессионные и маслосъёмные кольца, клапаны, а также элементы газораспределительного механизма. Эти элементы часто выходят из строя до наступления расчетного срока капитального ремонта, что влечёт за собой увеличение простоев и эксплуатационных затрат.

Практика демонстрирует, что выполнение полного капитального ремонта при каждом снижении мощности или компрессии двигателя экономически нецелесообразно, особенно в условиях интенсивной эксплуатации. Вместо этого рекомендуется внедрение подхода селективного (частичного) ремонта, заключающегося в замене только тех узлов и деталей, которые реально утратили работоспособность.

Применение оптимизированного эксплуатационно-ремонтного цикла позволяет продлить общий срок службы двигателя без капитального вмешательства. Это достигается за счёт своевременной диагностики, технического обслуживания и точечной замены изношенных компонентов. Экономическая эффективность такого подхода подтверждена расчётами: снижение затрат на ремонт и обслуживание может достигать 20–25% по сравнению с традиционной схемой капитального ремонта.

Таким образом, подход к обслуживанию двигателей должен базироваться на данных технической диагностики и фактическом состоянии узлов, что позволяет обеспечить более надёжную и экономичную эксплуатацию автотракторной техники.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Мурзахметова У.А., Әлібекова М.К., Жұмакешов Ә.Н., Борамбай Е.С. Формирование структуры эксплуатационно-ремонтного цикла силовых агрегатов КАМАЗ. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):78-89. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-08>

Cite this article as: Murzahmetova U.A., Alibekova M.K., Zhumakeshov Ә.N., Borambaj E.S. Formirovanie struktury ekspluatacionno-remontnogo cikla silovyh agregatov KAMAZ [Formation of the structure of the operational and repair cycle of KAMAZ power units]. Vestnik Kazhskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):78-89. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-08>

Литература

- [5] Шаяхметов А.Б. Диагностика транспортной техники. Костанай:КГУ им. А. Байтурсынова. 2011, 102.
- [6] Жирнов А.Ю., Кириллов А.Г. Диагностическое обеспечение технической эксплуатации автомобилей. Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств: материалы XVIII Международной научно-практической конференции. Владимир, Россия. 2016, 126-130.
- [7] Денисов А.С. Основы формирования эксплуатационно-ремонтного цикла автомобилей. Саратов: СГТУ. 1999, 352.

- [8] Денисов А.С., Тугушев Б.Ф., Горшенина Е.Ю., Асоян А.Р. Анализ физико-механических свойств металла коленчатых валов, восстановленных нанесением наплавочных металлопокрытий. Автотранспортное предприятие. 2012;4:45-47.
- [9] Асоян А.Р. и др. Объемное моделирование и анализ деформации коренных опор двигателя КамАЗ– 740. Проблемы геометрического компьютерного моделирования в подготовке конструкторов для инновационного производства: сборник материалов Поволжской научно-методическая конференция. Саратов: Россия, 2010. 183- 188.

References

- [1] Shayahmetov AB. Diagnostika transportnoj tekhniki [Diagnostics of transport equipment]. Kostanaj: KGU im. A. Bajtursynova. 2011, 102. (in Russ.).
- [2] ZHirnov AYU, Kirillov AG. Diagnosticheskoe obespechenie tekhnicheskoy ekspluatatsii avtomobilej [Diagnostic support of technical operation of vehicles]. Aktual'nye problemy ekspluatatsii avtotransportnyh sredstv: materialy XVIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [Actual problems of motor vehicle operation: proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference]. Vladimir, Russia. 2016. 126-130. (in Russ.).
- [3] Denisov AS. Osnovy formirovaniya ekspluatacionno-remontnogo cikla avto-mobilej [Fundamentals of the formation of the maintenance and repair cycle of cars]. Saratov: SGTU. 1999, 352. (in Russ.).
- [4] Denisov AS, Tugushev BF, Gorshenina EYu, Asoyan AR. Analiz fiziko-mekhanicheskikh svojstv metalla kolenchatyh valov, vosstanovlennyh nanesseniem naplavochnyh metallopokrytij [Analysis of the physico-mechanical properties of the metal of crankshafts restored by applying surfacing metal coatings]. Avtotransportnoe predpriyatie = A trucking company. 2012; 4:45-47. (in Russ.).
- [5] Asoyan AR and others. Ob"emnoe modelirovanie i analiz deformatsii korenykh opor dvigatelya KamAZ– 740 [Volumetric modeling and analysis of the deformation of the main bearings of the KamAZ– 740 engine]. Problemy geometricheskogo komp'yuternogo modelirovaniya v podgotovke konstruktorov dlya innovacionnogo proizvodstva: sbornik materialov Povolzhskoj nauchno-metodicheskaya konferenciya [Problems of geometric computer modeling in the training of designers for innovative production: collection of materials of the Volga Scientific and Methodological Conference]. Saratov, Russia, 2010. 183-188. (in Russ.).

Көлік қызметі. Инженерлік іс және инженерия

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-09>

ЭОЖ: 625.7/8

ГТАМР: 67.13.69

Көше қиылыстарының өткізу қабілеттілігінің сипаттамасы және олардың тиімділігін бағалау

*¹Нохатов М.А.

¹Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан

*Автор-корреспондент email: totesht@mail.ru

Мақала келді:
12 желтоқсан 2024
Сараптамадан өтті:
25 желтоқсан 2024
Қабылданды:
05 наурыз 2024

Түйіндеме

Бұл мақалада қалалық көше қиылыстарының өткізу қабілеттілігін бағалау мәселелері қарастырылады. Жол қозғалысын ұйымдастырудың негізгі мақсаттарын – көлік құралдарының қауіпсіздігі мен қозғалыс жылдамдығын қамтамасыз етуді ескере отырып, қиылыстардың өткізу қабілетін нақтылау қажеттігі негізделеді. Автор көлік ағынының қозғалысы мен жол жағдайының нақты күйін ескеру арқылы "автомобиль – жүргізуші – жол" жүйесінің тиімділігін бағалаудың маңыздылығын көрсетеді. Өткізу қабілетіне әсер ететін факторлар ретінде көлік құралдарының техникалық сипаттамалары, жүргізушінің әрекет ету қабілеті, жол жамылғысының жағдайы, ауа райы мен геометриялық параметрлер атап көрсетіледі. Мақалада өткізу қабілетінің теориялық және факт жүзіндегі түрлері салыстырылады. Бағдаршаммен реттелетін қиылыстарда фазалар мен тактілерді ескере отырып есептеу әдістемесі ұсынылған. Жаңа тәсіл қиылысқа кіретін қозғалыс жолақтарының нақты ені мен көлік қанығу ағыны негізінде өткізгіштік қабілетті анықтауға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері бойынша, қиылыстардың өткізгіштік қабілетін 240 авт/сағ·м шамасында бағалауға болады. Ұсынылған әдіс жол қозғалысын басқаруда, интеллектуалды көлік жүйелерін әзірлеуде және қалалық жол инфрақұрылымының тиімділігін арттыруда практикалық маңызға ие. Мақала көлік ағындарын модельдеу және инженерлік есептеулер жүргізу үшін қолдануға болады.

Түйін сөздер: реттелетін қиылыс, өткізу қабілеті, көлік ағыны, бағдаршамның реттелуі, қанықтыру ағыны

Нохатов М.А.

Авторлар туралы ақпарат:

Техника ғылымдарының магистрі, "Көлік техникасы және тасымалдауды ұйымдастыру" кафедрасының аға оқытушысы. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-1581-3979>. E-mail: totesht@mail.ru

Transportation Services. Engineering

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-09>

UDC: 625.7/8

IRSTI: 67.13.69

Characteristics of the bandwidth of intersections and assessment of their effectiveness***¹Nokhatov M.A.**¹ Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan*Corresponding author email: totes@mail.ru

Received: 17 January 2024
 Peer-reviewed: 14 February 2024
 Accepted: 03 March 2024

Abstract

This article discusses the issues of assessing the bandwidth of urban street intersections. The need to clarify the capacity of intersections is substantiated, taking into account the main goals of the organization of road traffic – ensuring the safety of vehicles and speed of movement. The author emphasizes the importance of assessing the effectiveness of the "car – driver – road" system by taking into account the movement of the traffic flow and the actual state of the road situation. The technical characteristics of vehicles, the driver's ability to act, the condition of the road surface, weather and geometric parameters are highlighted as factors affecting throughput. The article compares the theoretical and factual types of bandwidth. At intersections regulated by traffic lights, a calculation methodology is proposed taking into account the phases and clocks. The new approach makes it possible to determine the carrying capacity based on the actual width of the traffic lanes entering the intersection and the transport saturation flow. According to the results of the study, the conductivity of intersections can be estimated at around 240 AVT/H•M. The proposed method is of practical importance in traffic management, the development of intelligent transport systems and improving the efficiency of urban road infrastructure. The article can be used to model transport flows and perform engineering calculations.

Keywords: regulated intersection, bandwidth, traffic flow, traffic light regulation, flow saturation

Nokhatov M.A.**Information about authors:**

Master of Technical Sciences, Senior lecturer of the Department "Transport equipment and transportation organization", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-1581-3979>. E-mail: totes@mail.ru

Транспортные услуги. Инженерия и инженерное дело

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-09>

УДК: 625.7/8

МРНТИ: 67.13.69

Характеристика пропускной способности перекрестков и оценка их эффективности

*¹Нохатов М.А.¹Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г.Алматы, Казахстан*Автор-корреспондент email: toteshe@mail.ru

Поступила:

12 декабря 2024

Рецензирование:

25 декабря 2024

Принята в печать:

05 марта 2025

Аннотация

В данной статье рассматриваются вопросы оценки пропускной способности городских перекрестков. Обосновывается необходимость уточнения пропускной способности перекрестков с учетом основных целей организации дорожного движения – обеспечения безопасности транспортных средств и скорости движения. Автор подчеркивает важность оценки эффективности системы "автомобиль – водитель – дорога" путем учета движения транспортного потока и фактического состояния дорожной обстановки. В качестве факторов, влияющих на пропускную способность, выделяются технические характеристики транспортных средств, способность водителя действовать, состояние дорожного покрытия, погодные и геометрические параметры. В статье сравниваются теоретические и фактические типы пропускной способности. Предложена методика расчета с учетом фаз и тактов на перекрестках, регулируемых светофором. Новый подход позволяет определить пропускную способность на основе фактической ширины полос движения, входящих в Перекресток, и транспортного потока насыщения. По результатам исследования проводимость пересечений можно оценить в пределах 240 авт / ч•м. Предлагаемый метод имеет практическое значение в управлении дорожным движением, разработке интеллектуальных транспортных систем и повышении эффективности городской дорожной инфраструктуры. Статья может быть использована для моделирования транспортных потоков и проведения инженерных расчетов.

Ключевые слова: регулируемый перекресток, пропускная способность, транспортный поток, светофорное регулирование, поток насыщения

Нохатов М.А.

Информация об авторах:

Магистр технических наук, старший преподаватель кафедры «Транспортная техника и организация перевозок», КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-1581-3979>, E-mail: toteshe@mail.ru

Кіріспе

Жол қозғалысын ұйымдастырудың негізгі мақсаттарын (жылдамдық пен қауіпсіздікті) ескере отырып, жолдың өткізу қабілеті туралы түсінікті тиісті шектеу шарттарымен толықтырып, оны тек бір қимада ғана емес, бүкіл қатынас жолының барлық учаскелерінде қарастыру қажет.

Берілген жылдамдық пен қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ете отырып, белгілі-бір уақыт аралығында жол қимасы (кесіндісі) арқылы өтіп үлгеретін автомобильдердің ең жоғарғы саны жолдың өткізу қабілеті болып табылады. Алайда қазіргі уақытқа дейін отандық және шетелдік ғалымдардың еңбектерінде, сондай-ақ ресми басылымдарда бұл көрсеткішті есептеу мен нақты тәжірибелік анықтау әдістемелері бір жүйеге келтірілмеген.

Қатынас жолдарының қызметін сипаттайтын маңызды көрсеткіштердің бірі – олардың өткізу қабілеті. Бұл ұғым автомобиль жолдарын жобалау теориясында және жол қозғалысын ұйымдастыру бойынша еңбектерде кеңінен қолданылады.

Өткізу қабілетінің қарапайым түсінігі – бұл белгілі-бір уақыт бірлігінде жол қимасы арқылы жүріп өтетін көлік құралдарының ең жоғары мүмкін болатын саны.

Алайда, көлік қозғалысын қарастырып, ағын қарқындылығының шекті шамаларын бағалағанда, біз шын мәнінде тек жолдың өзіне емес, «автомобиль – жүргізуші – жол-орта» жүйесінің нақты жұмыс жағдайына баға береміз. Себебі көлік құралының техникалық сипаттамалары мен жүргізушінің басқару қабілеті жол параметрлері секілді өткізу қабілетіне тікелей әсер етеді.

Мысалы, адам жүргізушіні автоматтандырылған басқару жүйесімен алмастырсақ, өткізу қабілеті 3–4 есе артуы мүмкін. Бұған қоса, ауа райы жағдайлары (жанбыр, тұман, қар, т.б.) да өткізу қабілетіне елеулі әсер етеді. Осындай қолайсыз метеожағдайларда өткізу қабілеті едәуір төмендейді.

Арнайы әдебиеттерде өткізу қабілеті ұғымының келесі түрлендірулері кездеседі: теориялық, қалыпты, тиімді, өзіндік, тәжірибелік, факт жүзіндегі және т.б.

Мұндай әртүрлілік кездейсоқ емес — ол әртүрлі әдістемелер мен нақты жол жағдайларындағы өткізу қабілетіне әсер ететін факторлардың алуан түрлілігін көрсетеді. Бұл факторлардың саны мен олардың әсерін бағалау дәлдігіне байланысты өткізу қабілетінің түрлі шамаларын алуға болады.

Өткізу қабілетінің түрлерін екі негізгі топқа бөлуге болады:

Есептік өткізу қабілеті (P_e) — теориялық формулалар арқылы анықталады. Бұл үшін көлік ағынының математикалық модельдері мен эмпирикалық формулалар қолданылады.

Факт жүзіндегі өткізу қабілеті — нақты жол жағдайларында өлшенеді және тәжірибелік тұрғыдан жоғары мәнге ие, себебі ол нақты қозғалыс жылдамдығы мен қауіпсіздік деңгейін ескере отырып бағаланады.

Факт жүзіндегі өткізу қабілетін «тәжірибелік» немесе «бақыланатын» өткізу қабілеті деп те атайды.

Оны анықтау үшін қолданылатын әдістеме негізді болуы керек. Зерттеу сапасы мен нәтижелердің дәлдігі бақылау орнының дұрыстығына, тіркелетін деректердің жеткіліктілігі мен нақтылығына және өлшеу құралдарының тиімділігіне тікелей байланысты.

Көлік ағындарын уақыт бойынша тиімді бөлу үшін бір деңгейдегі қиылыстарда бағдаршамдар орнатылады. Бағдаршам жұмысы келесі түсініктермен сипатталады: такт, фаза және реттеу циклі.

Әдістер

Зерттеу Алматы қаласының типтік көше қиылыстары негізінде жүргізілді. Негізгі әдістемелік құрал ретінде қиылыстардағы бағдаршамдық реттеудің циклдық құрылымы, қозғалыс жолақтарының ені, және қанығу ағыны көрсеткіштері қолданылды.

Бағдаршам жұмысының тәртібі тактілерге бөлінеді:

- Негізгі такт (жасыл және қызыл түстер) — көліктің жүрісіне рұқсат ету/тыйым салу.
- Аралық такт (сары түс) — қозғалыстың ауысу кезеңі.

Реттеу циклының жалпы ұзақтығы келесі формуламен анықталады:

$$T_{\text{ц}} = t_{n1} + t_{a1} + t_{n2} + t_{a2} + \dots + t_{nn} + t_{an} \quad (1)$$

мұнда, $T_{\text{ц}}$ – реттеу циклының ұзақтығы, с ;

t_n – негізгі тактілердің ұзақтығы, с ;

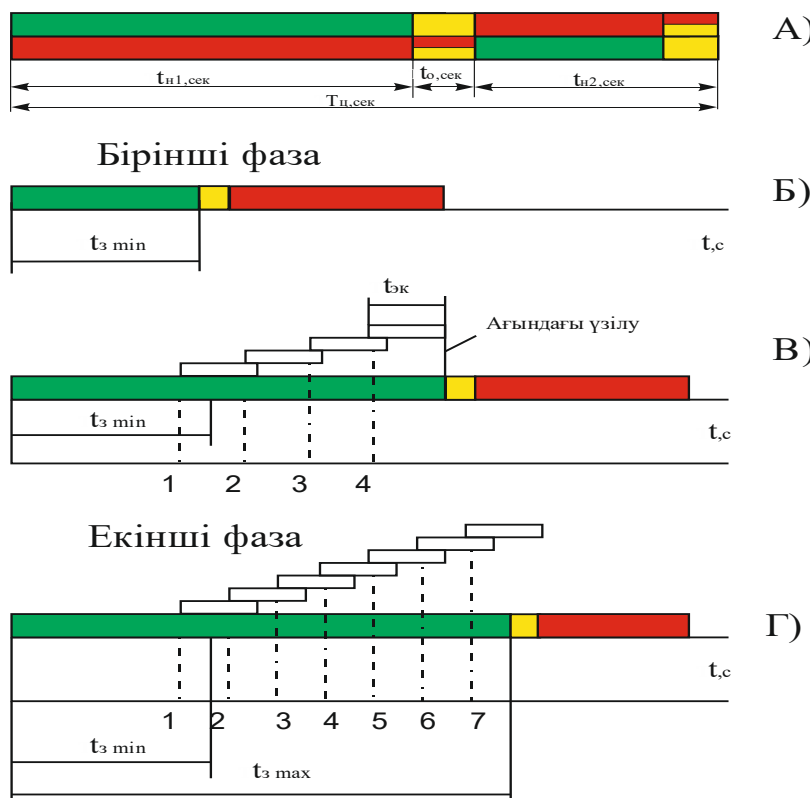
t_a – аралық тактілердің ұзақтығы, с.

Негізгі тактілер жасыл және қызыл түспен, яғни рұқсат етілетін және тыйым салатын бағдаршам белгілерімен сәйкестендірілген. Ал, аралық такт сары түспен белгіленеді (сурет 1-А).

Қазіргі кезде қаладағы көптеген көше қиылыстары екі фазалы бағдаршам циклдарымен реттеледі.

Қазіргі уақытта бағдаршаммен реттелетін қиылыстардың өткізгіштік қабілетін толығымен анықтау тәсілдері жоқ. Ал, тек сол қиылысқа енетін жеке жолдың өткізгіштік қабілетін анықтауға арналған тәсілдер бар. Ол қиылысқа енетін жеке жолдың әр жолағының қанығу ағынының қосындысы түрінде өрнектеледі.

Сонымен қатар, бағдаршаммен реттелетін көше қиылыстарының барлығы дерлік бағдаршамның рұқсатты белгісіне көлік ағындарын өткізіп үлгере алмайтыны тағы белгілі. Бұған біріншіден, рұқсатты белгінің қосылуында екі қиылыс аралығының ұзақтығынан, көлік құралдары құрамының әртүрлігі, қозғалыс жылдамдықтарының әркелкі тартымдылығы әсер етеді. Сондықтан реттеу циклының бір фазасында қиылысты кесіп өтуде көлік ағыны толық қатыса алмаса, келесі фазасында көлік ағыны үзіліп қалады және кейбір фазасында ғана үзіліссіз өтеді. (сурет 1-Б,В,Г).



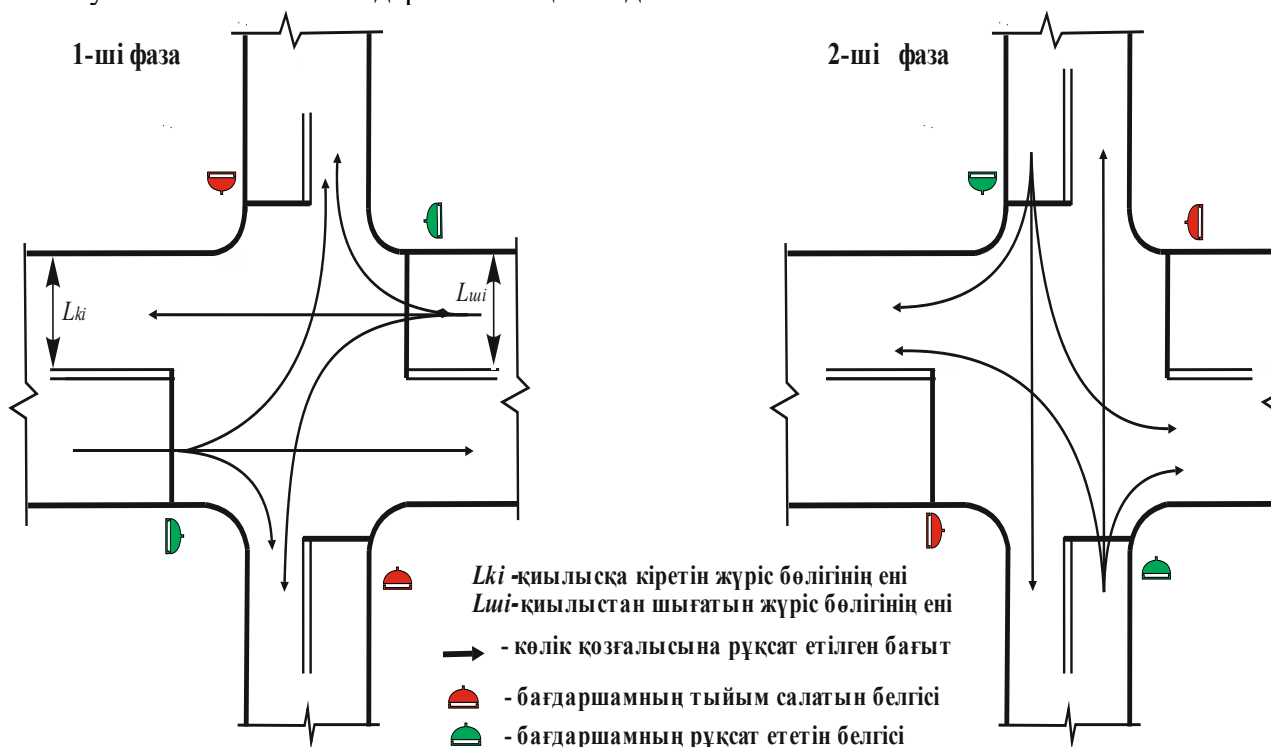
Сурет 1. Көше қиылыстары алдындағы көлік ағындарының үзілуі

- А) Бағдаршамдық цикл құрылымы; Б) $t_{3 \min}$ -аралығындағы автомобильдердің қатыспауы;
 В) $t_{3 \min}$ – аралығындағы көлік ағындарының үзілуі; Г) көлік ағынындағы үзілістің болмауы;
 1,2..., i -кезіндегі автомобильдердің белгілі -бір аймақтан жүріп өтуі

Екі, үш және көп жолақты жолдар енетін реттелетін қиылыстарда өткізгіштік қабілетін жолақтардың қанығу ағынының қосындысы түрінде анықтау қателіктерге соқтырады. Өйткені, мысалы ені 10,5 метр үш жолақты жолда үш қатардың орнына іс жүзінде 4-5 қатар орналасуы мүмкін. Сонымен қатар жолақ ені 2,5 метрден 3,75 метр аралығында өзгеріп отырады.

Сондықтан өткізу қабілеттілігі әрбір қозғалыс жағдайы үшін өту бөлігінің еніне қатысты метрмен анықтасақ, көлік құралдарының қарқындылығын нақты дәлдікпен алуға болады. Қозғалыс жолағының ені 2,5 метрден 3,75 метрге дейін ауытқуы мүмкін.

Реттелетін қиылыстардың өткізгіштік қабілетін толығымен (атына сәйкес) және нақтырақ анықтау үшін төмендегідей анықтама ұсынылады. Реттелетін қиылыстың өткізгіштік қабілеті - белгілі- бір уақыт ішінде қиылысқа енетін барлық жол арқылы өтіп кете алатын автомобильдердің ең үлкен саны. Ең кіші өлшем бірлігі 1 цикл ішінде қиылыс арқылы өтіп кеткен автомобильдердің ең үлкен саны. Яғни, жол бөлігінің 1 метріне қатысты 1 цикл ішінде өте алатын автомобиль саны авт/цикл•м, немесе бірл/цикл, ары қарай ұлғайтып авт/сағат, авт/ тәулік және т.б. өлшемдермен алсақ болады.



Сурет 2. Фаза бойынша көлік ағындарының таралу сызбасы

Есептеу үшін берілген көрсеткіштерге келесі формулаларды ұсынамыз:

$$P_k = \sum P_{ki} / L_{kp} \quad (2)$$

мұнда, P_{ki} – қиылысқа кіретін i -бағытының өткізу қабілеттілігі;
 L_{kp} – қиылысқа кіретін барлық қозғалыс жолақтарының өткізу бөлігінің ені.

$$P_{ki} = \sum M_{kij} \cdot y_i \quad (3)$$

мұнда, y_i – берілген реттеу фазасының есептелген фазалық коэффициенті.

Қиылысқа кіретін өту бөлігінің ені – бұл қиылысқа кіретін барлық өту бөлігі енінің қосындысы, яғни келесі түрде көрсетуге болады:

$$L_{kp} = \sum L_{ki} \quad (4)$$

мұнда, L_{ki} – қиылысқа кіретін i -бағытындағы өту бөлігінің ені.

Нәтижелер

Жүргізілген өлшеулер мен талдаулар нәтижесінде келесі тұжырымдарға қол жеткізілді:

Мысалы, бағдаршамның реттеу циклының мәні $T = 60$ с, $t_{н1} = 27$ секунд деп алғанда, көлік құралдарының орташа кідірісі $\Delta t = 16$ секунд болғанда қиылыс аралығының ұзақтығы 400 м және көлік ағынының жылдамдығы 60 км/сағатта жолдың өткізу қабілеті 49% төмендесе және 50 км/сағат жылдамдықта 55% төмендейді. Үздіксіз қозғалыс пен жылдамдық магистральдары үшін коэффициенті $\alpha = 1$.

Егер көліктің әрбір құрамына арнайы арналған қозғалыс жолақтары үшін өткізу қабілеті мен жүктеме деңгейін бөлек қарастыратын болсақ, бұл әрине басқа нәтиже көрсетеді.

Магистральдың барлық жол бөлігінің өткізу қабілеті әрбір көлік түріне бөлінген жолақтардың өткізу қабілетін ($\sum N_i$) қосу арқылы анықталады.

Реттелетін қиылыстардағы қозғалыс жолақтарының саны мен енінің нақты өлшемдері өткізу қабілетіне тікелей әсер етеді.

Жолақтар кең болған жағдайда бір бағытта 3 емес, 4–5 қатар көлік орналасуы мүмкін, бұл өткізу қабілетін арттырады. Осы себепті, түрлі зерттеулерде көлік ағынының шынайы немесе автоматты түрде зерттеулерінде көше қиылысын кесіп өткен көлік құралдарының саны әлдеқайда басым болып жатады. Бұл көбіне жол таңбаларының ескіріп немесе қар, мұз жамылғыларынан көрінбеу жағдайларында орын алады.

Ұсынылған әдістеме бойынша қиылыстың өткізу қабілеті орта есеппен 240 авт/сағ·м деңгейінде бағаланды.

Талқылау

Ұсынылып отырған әдіс дәстүрлі тәсілдерден ерекшеленеді. Бұрынғы әдістер жеке жолақтарды жеке қарастыратын болса, бұл тәсіл қиылыстың барлық кіреберіс бөлігін біртұтас жүйе ретінде қарастырады.

Сонымен қатар:

- Геометриялық параметрлер нақты есепке алынады;
- Бағдаршам фазаларының ұзақтығы мен құрылымы негізделген;
- Ауа райы, көлік тығыздығы, жүргізушілердің реакция уақыты сияқты сыртқы факторлардың әсері де есепке алынуы мүмкін;
- Жаңа формулалар қиылыстың толық өткізу мүмкіндігін сипаттауға мүмкіндік береді.

Тәжірибеде көлік ағындарының қарқындылығы туралы ақпаратты жинау мен өңдеудің әртүрлі әдістері мен тәсілдері бар.

Жол қозғалысын басқару мен көше-жол тораптары учаскелерін қайта құру бойынша нақты жобалық ұсыныстарды әзірлеу үрдісі, әдетте көлік ағынының қарқындылығы туралы ақпаратты жинаудан басталады.

Іс жүзінде ақпарат жинаудың мына әдістері қолданылды:

- шынайы әдіс түрінде;

-жартылай автоматты-яғни, ақпарат бүкіл зерттелетін қиылысқа түсіруге мүмкіндік беретін арнайы бейне жабдығы арқылы жиналып және жиналған ақпарат қолмен өңделеді;

Енді зерттеуіміздегі шынайы әдістің ерекшеліктерін талқыласақ.

1. Осы әдіспен қозғалысты есепке алуды зерттеуді жүргізуге арналған бір жолғы есепке алу (тіркеу) кіреді. Сонымен қатар, барлық есептеулерді әдістемелік нұсқаулықтармен, аумақтың карталарымен, толтыру бланкілерімен және қауіпсіздік құралдармен қамтамасыз етіледі.

2. Осы зерттеулерден жиналған мәліметтердің сапасын бағалау. Есептеу нәтижесіндегі қателер негізінен адами фактордан туындайды. Есептеулерде байқамай, шаршау немесе немқұрайлы жүргізілуі де мүмкін. Сондықтан алынған деректерді тексеру үшін (салыстыру) екінші әдіске жүгінеміз. Бұл өз кезегінде нақты деректерді анықтауда үлкен септігін тигізді.

Келесіде осы жартылай автоматты әдістерге талқылау береміз. Жартылай автоматты әдістерге фото және бейне түсірілімдер жатады. Олардың өңдеу нәтижесі келесі сипаттамалар болып табылады: қозғалыстағы көліктердің тығыздығы, көлік ағынының орташа кеңістік жылдамдығы, орташа қозғалыс жылдамдығы көлік құралының қарқындылығы мен құрамын, көліктік кідірістердің толық немесе уақытының дәлдігін және қозғалыстың бірқалыпсыздық деңгейін көрсетеді.

Қорытынды

Зерттеу нәтижесінде реттелетін көше қиылыстарының өткізу қабілетін бағалаудың тиімді, нақтыланған әдісі ұсынылды. Бұл әдіс көлік ағынының нақты параметрлерін ескеруге, қиылыстың геометриялық құрылымын толық қамтуға мүмкіндік береді.

Қозғалыс жүйесінің элементтерінің шамадан тыс жүктелуі жағдайында көлік ағынын басқару тиімділігі көлік ағыны параметрлері туралы деректердің өзектілігіне, олардың дәлдігі мен анық-қанығына, сондай -ақ қолданылатын басқару әдістерінің сапасына және оларды қабылдау жылдамдығына байланысты. Сыйымдылық резервтерінің, қозғалыс жүйесінің жекелеген элементтері бойынша көлік құралдары кезегі үшін бос алаңдардың болуын бағалай отырып, торап бойынша жүктемені қайта бөлу де қажет. Бағдаршам нысандарының уақыт режимінде көлік ағындарын үйлестіруге мүмкіндік беретін қалалық қозғалыс жүйесінің негізгі элементтері болып табылады, сондықтан қозғалыс жүйесін басқарудың теориясы мен тәжірибесін дамыта түсу қажет. Қалалық қозғалыстарда халықтың қозғалыс ұтқырлығына жүйелі әсер етудің перспективалы саласы көлік жүйесін басқару болып табылатыны анық. Шамадан тыс көліктік жүктеме кезінде қалалық қозғалыс жүйесінің тиімділігін арттырудың заманауи жаңашылдығы әлі де зерттеулерді қажет етеді.

Реттелетін көше қиылыстарында көлік ағынының үзілулері де үлкен әсерін береді. Бұл көбіне көше қиылыстарының ара қашықтығына тікелей байланысты болуымен сипатталады.

Жаңа әдістеме негізінде қиылыстың өткізу қабілетін 240 авт/сағ·м деп есептеуге болады. Бұл көрсеткіш көлік ағынын тиімді ұйымдастыру, жол қозғалысын жоспарлау және автоматтандырылған басқару жүйелерін енгізу үшін маңызды көрсеткіш бола алады. Себебі, қалалық көлік ағынының қарқындылық деңгейі әртүрлі зерттеулерде түрлі деректер келтіріледі. Оның басты себептерінің бірі, жоғарыда келтірген өту жолағының саны бойынша емес, ені бойынша өзгеріске ұшырауы. Қаланың көптеген көше-жол тораптарында жол таңбалары ұзақ уақытқа шыдас бермейтіні тағы белгілі. Бұл әсіресе, күз, қыс айларында анық байқалады. Сондықтан зерттеулердегі көше қиылыстарын кесіп өтудегі көлік ағыны қарқындылығын жалпы өту бөлігі еніне бөле отырып, нақты көрсеткіштерге анық қол жеткіземіз.

Мүдделер қақтығысы. Корреспондент автор мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Осы мақалаға сілтеме: Нохатов М.А. Көше қиылыстарының өткізу қабілеттілігінің сипаттамасы және олардың тиімділігін бағалау. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh

avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):90-98. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-09>

Cite this article as: Nohatov MA. Koshe kiylystarynyn otkizu kabilettiliginin sipattamasy zhane olardyn tiimdiligin bagalau [Characteristics of the bandwidth of intersections and assessment of their effectiveness]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):90-98 <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-09>

Литература

- [1] Решетова Е., Блинкин М. Безопасность дорожного движения. История вопроса, международный опыт, базовые институты. Москва: Litres. 2015, 240.
- [2] Волков В.С. Основы расчета систем автомобилей, обеспечивающих безопасность движения. Санкт-Петербург: Лань. 2015, 144.
- [3] Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения. Москва: Высшая школа. 2007, 383.
- [4] Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. Москва: Транспорт. 2012, 256.
- [5] Аземша С.А. и др. Технические средства организации дорожного движения. Практикум. УО «БелГУТ». 2018, 162.

References

- [1] Reshetova E, Blinkin M. Bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya. Istoriya voprosa, mezhdunarodnyj opyt, bazovye institucii [Road safety. Background, international experience, basic institutions]. Moscow: Litres. 2015, 240. (in Russ.).
- [2] Volkov VS. Osnovy rascheta sistem avtomobilej, obespechivayushchih bezopasnost' dvizheniya [Fundamentals of calculating vehicle safety systems]. Sankt-Peterburg: Lan'. 2015, 144. (in Russ.).
- [3] Konoplyanko VI. Organizaciya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya [Organization and safety of road traffic]. Moskva: Vysshaya shkola. 2007, 383. (in Russ.).
- [4] Kremenech YuA. Tekhnicheskie sredstva organizacii dorozhnogo dvizheniya [Technical means of traffic management]. Moskva: Transport. 2012, 256. (in Russ.).
- [5] Azemsha SA i dr. Tekhnicheskie sredstva organizacii dorozhnogo dvizheniya. Praktikum [Technical means of traffic management. Practical training]. UO «BelGUT». 2018, 162. (in Russ.).

Транспортные услуги. Инженерия и инженерное дело

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-10>

УДК: 656.13:004

МРНТИ: 73.29.35

Проблемы заторов в мегаполисе и методы их решения на основе интеллектуальных систем управления транспортными потоками***¹Рабат О.Ж., ¹Абсаметов Д.М., ¹Джунушев Д.А.**¹Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г.Алматы, Казахстан*Автор-корреспондент email: rabat747@mail.ru

Поступила: 17 января 2024 Рецензирование: 4 февраля 2024 Принята в печать: 02 марта 2024	Аннотация Статья посвящена одной из наиболее актуальных проблем современного городского хозяйства — заторам на дорогах мегаполисов. Дорожные заторы оказывают негативное влияние на транспортную эффективность, экологию и качество жизни горожан. Проанализированы основные традиционные подходы к решению этой проблемы, такие как строительство транспортных развязок, развитие общественного транспорта и административные меры (введение платы за въезд, ограничения по номерным знакам). Однако авторы отмечают ограниченность их эффективности в условиях стремительного роста числа транспортных средств и плотной городской застройки. Основное внимание в работе уделено применению интеллектуальных транспортных систем (ИТС), использующих современные методы моделирования и управления трафиком. Рассматриваются пять ключевых направлений: макроскопические и микроскопические модели движения, мультиагентные когнитивные системы, прогнозирование на основе нейронных сетей, а также регулирование светофоров с применением нечёткой логики. Представлены результаты исследований, свидетельствующие о возможности увеличения пропускной способности перекрёстков до 30 % и повышения адаптивности систем управления. В заключение подчёркивается, что ИТС являются эффективным инструментом управления дорожным движением, но не могут рассматриваться как универсальное решение. Для устойчивого результата требуется их интеграция в комплексную транспортную стратегию мегаполиса с учётом градостроительных и социальных факторов. Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, заторы, трафик, нейросети, нечёткая логика, модели движения, транспортная инфраструктура.
Рабат О.Ж.	Информация об авторах: Доктор технических наук, профессор кафедры «Транспортная техника и организация перевозок», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1758-6621, E-mail: rabat747@mail.ru
Абсаметов Д.М.	Магистр технических наук, старший преподаватель кафедры «Транспортная техника и организация перевозок», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7805-4058, E-mail: abs_damir@mail.ru
Джунушев Д.А.	магистрант ОП 7М07104 «Транспорт, транспортная техника и технологии», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-2026-9334, E-mail: dzoldoshbek@gmail.com

Көлік қызметі. Инженерлік іс және инженерия

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-10>

ӘОЖ: 656.13:004

ГТАМР: 73.29.35

Мегаполистегі кептеліс мәселелері және оларды көлік ағындарын басқарудың интеллектуалды жүйелеріне негізделген шешу әдістері***¹Рабат О.Ж., ¹Абсаметов Д.М., ¹Джунушев Д.А.**¹Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: rabat747@mail.ru

Мақала келді:
17 қаңтар 2024
Сараптамадан өтті
14 ақпан 2024
Қабылданды:
02 наурыз 2024

Түйіндеме

Мақала қазіргі заманғы қалалық экономиканың ең өзекті мәселелерінің бірі — мегаполис жолдарындағы кептелістерге арналған. Жол кептелісі көлік тиімділігіне, экологияға және қала тұрғындарының өмір сапасына теріс әсер етеді. Көлік айырбастарын салу, қоғамдық көлікті дамыту және әкімшілік шаралар (кіру ақысын енгізу, нөмірлік шектеулер) сияқты осы мәселені шешудің негізгі дәстүрлі тәсілдері талданады. Алайда, авторлар көлік құралдарының қарқынды өсуі мен тығыз қала құрылысы жағдайында олардың тиімділігінің шектеулі екендігін атап өтті. Жұмыста трафикті модельдеу мен басқарудың заманауи әдістерін қолданатын Интеллектуалды көлік жүйелерін (its) қолдануға баса назар аударылады. Бес негізгі бағыт қарастырылады: макроскопиялық және микроскопиялық қозғалыс үлгілері, көп агенттік когнитивті жүйелер, нейрондық желілерге негізделген болжау және анық емес логиканы қолдана отырып бағдаршамдарды реттеу. Қиылыстардың өткізу қабілетін 30% - ға дейін арттыру және басқару жүйелерінің бейімделуін арттыру мүмкіндігін көрсететін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Қорытындылай келе, its жол қозғалысын басқарудың тиімді құралы болып табылады, бірақ оны бір өлшемді шешім ретінде қарастыруға болмайды. Тұрақты нәтиже үшін оларды қала құрылысы және әлеуметтік факторларды ескере отырып, мегаполистің кешенді Көлік стратегиясына интеграциялау талап етіледі.

Түйін сөздер: интеллектуалды көлік жүйелері, кептелістер, трафик, нейрондық желілер, бұлыңғыр логика, қозғалыс модельдері, көлік инфрақұрылымы.

Рабат О.Ж.	Авторлар туралы ақпарат: Техника ғылымдарының докторы, «Көлік технологиясы және тасымалдауды ұйымдастыру» кафедрасының профессоры. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1758-6621 . E-mail: rabat747@mail.ru
Абсаметов Д.М.	Техника ғылымдарының магистрі, «Көлік технологиясы және тасымалдауды ұйымдастыру» кафедрасының аға оқытушысы. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7805-4058 . E-mail: abs_damir@mail.ru
Джунушев Д.А.	7M07104 «Көлік, көлік техникасы және технологиясы» білім беру бағдарламасының магистранты, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-2026-9334 . E-mail: dzoldoshbek@gmail.com

Transportation Services. Engineering

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-10>

UDC: 656.13:004

IRSTI: 73.29.35

Congestion problems in the metropolis and methods of their solution based on intelligent traffic management systems***¹Rabat O.Zh., ¹Absametov D.M., ¹Dzhunushev D.A.**¹Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: rabat747@mail.ru

Received:
17 January 2024
Peer-reviewed:
14 February 2024
Accepted:
02 March 2024

Abstract

The article is devoted to one of the most pressing problems of the modern urban economy — congestion on the roads of megacities. Traffic congestion has a negative impact on transport efficiency, the environment and the quality of life of citizens. The main traditional approaches to solving this problem are analyzed, such as the construction of transport interchanges, the development of public transport and administrative measures (introduction of entry fees, restrictions on license plates). However, the authors note the limitations of their effectiveness in conditions of rapid growth in the number of vehicles and dense urban development. The main focus of the work is on the application of intelligent transport systems (ITS) using modern methods of traffic modeling and management. Five key areas are considered: macroscopic and microscopic motion models, multi-agent cognitive systems, forecasting based on neural networks, as well as traffic light regulation using fuzzy logic. The research results are presented, indicating the possibility of increasing the capacity of intersections by up to 30% and increasing the adaptability of control systems. In conclusion, it is emphasized that ITS is an effective traffic management tool, but cannot be considered as a universal solution. For a sustainable result, their integration into the integrated transport strategy of the metropolis, taking into account urban planning and social factors, is required.

Keywords: intelligent transport systems, congestion, traffic, neural networks, fuzzy logic, traffic models, transport infrastructure.

Rabat O.J.**Information about authors:**

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport Engineering and Organization of Transportation, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1758-6621>. E-mail: rabat747@mail.ru

Absametov D.M.

Master of technical sciences, senior lecturer of the Department of Transport Engineering and Organization of Transportation, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7805-4058>. E-mail: abs_damir@mail.ru

Dzhunushev D.A.

Master's student of the OP 7M07104 - "Transport, transport equipment and technologies", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-2026-9334>. E-mail: dzoldoshbek@gmail.com

Введение

Проблема заторов на дорогах мегаполисов с каждым годом становится всё более актуальной. Дорожные заторы оказывают существенное негативное влияние не только на скорость передвижения, но и на экологическую обстановку. В настоящее время существует несколько подходов к решению данной проблемы:

- строительство транспортных развязок и расширение дорожной сети;
- развитие общественного транспорта;
- введение ограничений или платы за въезд в определённые зоны;
- применение интеллектуальных систем управления транспортными потоками.

Строительство развязок и расширение дорог не поспевает за ростом количества транспортных средств в городе. Низкие темпы модернизации дорожной инфраструктуры в значительной степени обусловлены ограниченностью городского пространства. Кроме того, точечная застройка, широко применяемая в современных мегаполисах, способствует росту плотности населения, увеличивая нагрузку на существующие дороги. Расширение границ города, хотя и снижает плотность в целом, не решает проблему маятниковой миграции, поскольку большая часть рабочих мест сосредоточена в центральной части города. Потенциально эффективным решением могло бы стать строительство многоуровневых дорог, аналогичных многоэтажным зданиям, однако современные технологии не позволяют реализовать такие проекты с разумными финансовыми затратами.

Кроме того, строительство развязок в одном месте зачастую лишь «перемещает» пробку к следующему узкому участку. Развязки позволяют повысить скорость движения на отдельных сегментах, но пробки могут возникать даже на этих участках из-за дорожно-ремонтных работ, аварий или временного сокращения числа полос. Рост плотности трафика также ведёт к увеличению числа дорожно-транспортных происшествий. Таким образом, расширение дорог и строительство развязок не представляют собой полноценное решение проблемы заторов.

Теоретически полный отказ от использования личного транспорта в пользу общественного мог бы значительно улучшить ситуацию. Один автобус способен перевозить до 50 человек, занимая пространство, эквивалентное 2–3 легковым автомобилям. Однако реализация такого подхода сталкивается с рядом серьёзных трудностей:

а) Для удовлетворения потребностей населения в часы пик потребуется многократное увеличение подвижного состава общественного транспорта, что сделает его экономически неэффективным в остальное время.

б) Даже если все жители мегаполиса начнут пользоваться общественным транспортом, останется значительное число пригородных жителей, нуждающихся в поездках в центр города. Полное покрытие этих маршрутов общественным транспортом представляет собой сложную задачу.

Одним из альтернативных решений является сокращение количества автомобилей, например, путём введения платы за въезд в центр города. Так, в Лондоне с 2003 года действует система платного въезда, благодаря которой поток автомобилей сократился на 20 %, однако существенного влияния на ситуацию с пробками это не оказало [1, 2]. В других мегаполисах, таких как Пекин или Париж, применяются ограничения движения по чётным и нечётным дням в зависимости от номера автомобиля. Эти меры способствуют улучшению дорожной обстановки, однако характеризуются низкой гибкостью и временным эффектом.

Методы

Для решения проблемы заторов на дорогах в последние годы всё чаще применяются интеллектуальные транспортные системы (ИТС), основанные на современных моделях и технологиях управления трафиком. Ниже представлены ключевые подходы и методы, лежащие в основе ИТС:

1. Макроскопические модели движения

Макроскопические модели описывают транспортные потоки с помощью аналогий из газовой кинетики. Автомобили при этом рассматриваются как молекулы в потоке газа. Используются уравнения, связывающие плотность потока со скоростью движения, основанные на уравнении Больцмана. Эти модели позволяют учитывать феномены спонтанного появления заторов. Однако они имеют ограничения, связанные с невозможностью точного моделирования поведения отдельных водителей.

2. Микроскопические модели движения

В отличие от макроскопических, микроскопические модели позволяют моделировать поведение каждого транспортного средства индивидуально. В системе создаётся инфраструктура, по которой движутся виртуальные автомобили, взаимодействующие друг с другом по заданным правилам.

Один из популярных методов микромоделирования — использование клеточных автоматов, в которых дорога разбивается на дискретные ячейки, каждая из которых может быть занята или свободна. Простые локальные правила позволяют воспроизводить характерные волнообразные движения, типичные для плотного потока транспорта.

3. Мультиагентные когнитивные системы

Более продвинутый подход — использование систем с множеством когнитивных агентов. Каждый агент (автомобиль) обладает возможностью самостоятельно принимать решения на основе получаемой информации, взаимодействуя с другими агентами и элементами инфраструктуры. Эти системы учитывают разное поведение водителей, их цели и возможности, что позволяет реалистично имитировать трафик и адаптировать управление к изменяющимся условиям.

4. Прогнозирование на основе нейронных сетей

ИТС могут использовать искусственные нейронные сети для прогнозирования состояния трафика. Например, можно обучить нейросеть предсказывать длину очередей на перекрёстках на основе предыдущих наблюдений. Это позволяет адаптировать режим работы светофоров в реальном времени.

5. Нечеткая логика (fuzzy logic)

Ещё один метод — применение нечёткой логики для управления фазами светофоров. Контроллер на основе нечётких правил принимает решения о продолжительности включения зелёного сигнала. Используются лингвистические переменные (например, «много», «средне», «мало» автомобилей), что приближает логику управления к человеческому способу принятия решений. Исследования показали, что такие системы обеспечивают более плавное движение и сокращают время ожидания на перекрёстках.

Результаты

Применение различных методов интеллектуального управления транспортными потоками позволяет достичь определённых улучшений в организации дорожного движения. В результате анализа и моделирования были получены следующие ключевые выводы:

Повышение пропускной способности перекрёстков. Моделирование с использованием интеллектуальных систем управления показало, что внедрение адаптивных алгоритмов регулирования, включая нечеткую логику и нейросетевые прогнозы, может увеличить пропускную способность перекрёстков до 30 %. Это позволяет уменьшить длину очередей и снизить среднее время ожидания транспорта.

Повышение гибкости управления. Контроллеры с нечеткой логикой демонстрируют большую гибкость по сравнению с традиционными фиксированными и транспортно-зависимыми светофорными системами. Они могут адаптироваться к текущим условиям, пропуская ненужные фазы и сокращая продолжительность сигнала при отсутствии трафика в определенном направлении.

Более реалистичное моделирование поведения транспорта. Микроскопические модели на основе клеточных автоматов и мультиагентных систем способны воспроизводить характерные особенности движения в условиях высокой плотности: формирование заторов, волнообразные движения, изменения поведения при авариях или перекрытиях дорог.

Прогнозирование перегрузок. Нейросетевые модели позволяют не только реагировать на текущую дорожную обстановку, но и предсказывать развитие заторов, обеспечивая тем самым возможность проактивного регулирования.

Ограничения и зависимость от параметров. Несмотря на преимущества, интеллектуальные системы чувствительны к параметрам настройки. Например, эффективность контроллеров с нечеткой логикой зависит от корректно заданных лингвистических переменных, что требует тонкой калибровки и может привести к снижению эффективности при изменении объема трафика.

Ограниченная эффективность в реальных условиях. Практическое внедрение ИТС, например, в Москве (2015 год), показало, что, несмотря на технологические улучшения, полностью решить проблему пробок только с помощью интеллектуальных систем невозможно без комплексных изменений в городской транспортной политике.

Обсуждение

Проведённый анализ демонстрирует, что интеллектуальные транспортные системы способны существенно повысить эффективность управления дорожным движением, особенно в условиях перегрузки городской инфраструктуры. Однако полученные результаты необходимо рассматривать с учётом ряда факторов, ограничивающих их практическое применение.

Во-первых, внедрение ИТС требует значительных финансовых и технологических ресурсов. Это связано как с необходимостью модернизации дорожной инфраструктуры (установки датчиков, камер, контроллеров), так и с созданием устойчивой ИТ-инфраструктуры (серверов, алгоритмов, аналитических платформ).

Во-вторых, любая система управления, основанная на алгоритмах, остаётся уязвимой к резким изменениям дорожной обстановки: авариям, ремонтным работам, стихийным бедствиям и т. п. Наличие человеческого фактора и непредсказуемое поведение участников дорожного движения также создают дополнительные риски.

В-третьих, интеллектуальные методы требуют аккуратной настройки. Например, эффективность нечеткой логики зависит от правильного выбора лингвистических переменных и правил, в то время как нейронные сети нуждаются в большом объёме качественных данных для обучения.

Кроме того, даже высокоэффективные системы управления не способны компенсировать фундаментальные ограничения городской среды: плотную застройку, неравномерное распределение рабочих мест и жилья, а также преобладание маятниковой миграции. Поэтому интеллектуальные системы должны рассматриваться не как универсальное решение, а как элемент более широкой стратегии устойчивого развития городской мобильности.

Выводы

Проблема дорожных заторов в мегаполисах остаётся актуальной и требует комплексного подхода. Интеллектуальные транспортные системы представляют собой перспективное направление, способное существенно повысить эффективность управления трафиком и улучшить обстановку на дорогах.

Современные модели — от клеточных автоматов до нейросетевых предсказаний и систем с когнитивными агентами — дают возможность гибко реагировать на изменения дорожной ситуации. Особенно эффективным оказывается применение нечеткой логики для ре-

гулирования светофоров, позволяющее сократить время ожидания и сделать трафик более равномерным.

Однако без сочетания с системными мерами в сфере городского развития и транспортного планирования одних только интеллектуальных технологий недостаточно. Их внедрение должно быть частью широкой стратегии по созданию устойчивой, эффективной и экологичной транспортной системы.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Рабат О.Ж., Абсаметов Д.М., Гордеев С.В., Джунушев Д.А. Проблемы заторов в мегаполисе и методы их решения на основе интеллектуальных систем управления транспортными потоками. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024;1(5):99-105. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-10>

Cite this article as: Rabat OZh, Absametov DM, Gordeev SV, Dzhunushev DA. Problemy zatorov v megapolise i metody ih resheniya na osnove intellektual'nyh sistem upravleniya transportnymi potokami [Congestion problems in the metropolis and methods of their solution based on intelligent traffic management systems]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024;1(5):99-105. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-10>

Литература

- [1] BBC News. Congestion charge survives school run (электронный ресурс). 2003. (Дата обращения: 13.05.2025). URL: http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/england/2809073.stm
- [2] Transport for London. Public and stakeholder consultation on a Variation Order to modify the Congestion Charging scheme. London: Transport for London, 2014.
- [3] Wiering M., van Veenen J., van Wreeken J. Intelligent traffic light control. Utrecht: Utrecht University. 2004, 31 с.
- [4] Javed A., Pandey M.K., Ahmed H. Intelligent Traffic Light Control System for Isolated Intersection Using Fuzzy Logic. В сб.: Proceedings of the Conference on Advances in Communication and Control Systems. Atlantis Press. 2013, 273–277.
- [5] Jin J., Ma X. Hierarchical multi-agent control of traffic lights based on collective learning. Engineering Applications of Artificial Intelligence. 2018; 68:236–248. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2017.10.013>

References

- [1] BBC News. Congestion charge survives school run (Electron resource). 2003. (Accessed on May 13, 2025). URL: http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/england/2809073.stm
- [2] Transport for London. Public and stakeholder consultation on a Variation Order to modify the Congestion Charging scheme. London: Transport for London. 2014, 31.
- [3] Wiering M, van Veenen J, van Wreeken J. Intelligent traffic light control. Utrecht: Utrecht University, 2004.
- [4] Javed A, Pandey MK, Ahmed H. Intelligent Traffic Light Control System for Isolated Intersection Using Fuzzy Logic. In: Proceedings of the Conference on Advances in Communication and Control Systems. Atlantis Press. 2013, 273–277.
- [5] Jin J, Ma X. Hierarchical multi-agent control of traffic lights based on collective learning. Engineering Applications of Artificial Intelligence 2018; 68:236–248. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2017.10.013>

Көлік қызметі. Инженерлік іс және инженерия

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-11>

ӨОЖ: 621.43

ГТАМР: 73.31.35

Автомобиль қозғалтқышының бөлшектерін тиімді жөндеу және сапасын арттыру***¹Мурзахметова У.А., ¹Борамбай Е.С., ¹Жүмекешов Ә.Н., ¹Нарымқол А.М.**¹Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: u_murzakhmetova@mail.ru.

Мақала келді:
17 қантар 2024
Сараптамадан өтті:
14 ақпан 2024
Қабылданды:
03 наурыз 2024

Түйіндеме

Мақалада қазіргі жағдайда автомобиль қозғалтқыштарының тиімділігі мен сенімділігін арттырудың өзекті мәселелері қарастырылады. Қазіргі заманғы көлік құралдарын жобалаудың күрделілігі техникалық жағдайды дәл диагностикалауды және техникалық қызмет көрсетудің жоғары деңгейін талап етеді. Техникалық диагностиканың тораптар мен агрегаттардың жай-күйін бағалаудың, ресурсты болжаудың және пайдалану сенімділігін арттырудың негізгі құралы ретіндегі маңыздылығына ерекше назар аударылады. Зерттеу нысаны ретінде КамАЗ автомобильдерінің дизельді қозғалтқыштары таңдалды, олардың техникалық жағдайы диагностика әдістері мен құралдарының кешені негізінде бағаланады. Қозғалтқыштың ресурсын анықтайтын негізгі элементтер — иінді білік, байланыстырушы шыбықтар, цилиндрлер блогы, сондай-ақ олардың тозу процестері қарастырылған. Күрделі жөндеуге дейінгі қызмет ету мерзімін дәл анықтауға мүмкіндік беретін қозғалтқыштың динамикалық сипаттамаларын бағалауға негізделген диагностикалық әдіс сипатталған. Сонымен қатар, Euro-1, EURO-2, EURO-3 және EURO-4 экологиялық стандарттарына сәйкес келетін қозғалтқыштар олардың үнемділігі мен пайдалану шығындарының төмендеуіне назар аудара отырып зерттелуде. Нәтижелер қозғалтқыштың қызмет ету мерзімін ұзартуға, оның сенімділігін арттыруға және техникалық қызмет көрсету шығындарын азайтуға мүмкіндік беретін кешенді диагностиканы қолданудың тиімділігін растайды. Ұсынылған тәсілдер автокөлік құралдарына қызмет көрсету жүйелерін жаңғырту үшін негіз бола алады.

Түйін сөздер: автомобиль қозғалтқыштары, КамАЗ, борттық диагностика, техникалық жағдай, бөлшектерді қалпына келтіру.

Мурзахметова У.А.	Авторлар туралы ақпарат: Техника ғылымдарының кандидаты, «Көлік технологиясы және тасымалдауды ұйымдастыру» кафедрасының профессоры. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5429-023X . E-mail: u_murzakhmetova@mail.ru .
Борамбай Е.С.	Магистрант, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-1160-3802 . E-mail: Borambai-elman@mail.ru
Жүмекешов Ә.Н.	Магистрант, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-9904-5302 . E-mail: Ali-bizhumekehov@mail.ru
Нарымқол А.М.	Магистрант, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-2006-0849 . E-mail: narymkol-a@mail.ru

Transportation Services. Engineering

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-11>

UDC: 621.43

IRSTI: 73.31.35

Effective repair and quality improvement of automotive engine parts***¹Murzahmetova U.A., ¹Borambaj E.S., ¹Zhumekezhov A.N., ¹Narymkol A.M.**¹Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: u_murzakhmetova@mail.ru.

Received: 17 January 2024
 Peer-reviewed: 14 February 2024
 Accepted: 03 March 2024

Abstract

The article discusses current issues of improving the efficiency and reliability of automotive engines in modern conditions. The complexity of the design of modern vehicles requires an accurate diagnosis of the technical condition and a high level of maintenance. Special attention is paid to the importance of technical diagnostics as a key tool for assessing the condition of components and assemblies, predicting life and improving operational reliability. Diesel engines of KAMAZ vehicles have been selected as the object of research, the technical condition of which is assessed on the basis of a set of diagnostic methods and tools. The main elements that determine the life of an engine are identified — the crankshaft, connecting rods, and cylinder block, and the processes of their wear are considered. A diagnostic technique based on an assessment of the dynamic characteristics of the engine is described, which makes it possible to accurately determine the service life before major repairs. In addition, engines that comply with EURO-1, EURO-2, EURO-3 and EURO-4 environmental standards are being investigated, with an emphasis on their efficiency and reduced operating costs. The results obtained confirm the effectiveness of complex diagnostics, which allows to extend the service life of the engine, increase its reliability and reduce maintenance costs. The presented approaches can serve as a basis for the modernization of vehicle maintenance systems.

Keywords: car engines, Kamaz, on-board diagnostics, technical condition, restoration of parts.

Murzakhmetova U. A.**Information about authors:**

Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport Engineering and Organization of Transportation, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5429-023X>. E-mail: u_murzakhmetova@mail.ru.

Borambaj E.S.

Master's student of the OP 7M07104 - "Transport, transport equipment and technologies", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-1160-3802>. E-mail: Borambai-elman@mail.ru

Zhumekezhov A.N.

Master's student of the OP 7M07104 - "Transport, transport equipment and technologies", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-9904-5302>. E-mail: Alibizhumekezhov@mail.ru

Narymkol A.M.

Master's student of the OP 7M07104 - "Transport, transport equipment and technologies", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-2006-0849>. E-mail: narymkol-a@mail.ru

Транспортные услуги. Инженерия и инженерное дело

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-11>

УДК: 621.43

МРНТИ: 73.31.35

Эффективный ремонт и повышение качества деталей двигателя автомобиля***¹Мурзахметова У.А., ¹Борамбай Е.С., ¹Жүмекешов Ә.Н., ¹Нарымқол А.М.**¹Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: u_murzakhmetova@mail.ru.

Поступила:

17 января 2024

Рецензирование:

14 февраля 2024

Принята в печать:

03 марта 2024

Аннотация

В статье рассматриваются актуальные вопросы повышения эффективности и надёжности автомобильных двигателей в современных условиях. Сложность конструкции современных транспортных средств требует точной диагностики технического состояния и высокого уровня технического обслуживания. Особое внимание уделяется значимости технической диагностики как ключевого инструмента оценки состояния узлов и агрегатов, прогнозирования ресурса и повышения эксплуатационной надёжности. В качестве объекта исследования выбраны дизельные двигатели автомобилей КамАЗ, техническое состояние которых оценивается на основе комплекса методов и инструментов диагностики. Выделены основные элементы, определяющие ресурс двигателя — коленчатый вал, шатуны, блок цилиндров, а также рассмотрены процессы их износа. Описана методика диагностики, основанная на оценке динамических характеристик двигателя, позволяющая точно определить срок службы до капитального ремонта. Кроме того, исследуются двигатели, соответствующие экологическим стандартам EURO-1, EURO-2, EURO-3 и EURO-4, с акцентом на их экономичность и снижение эксплуатационных затрат. Полученные результаты подтверждают эффективность применения комплексной диагностики, которая позволяет продлить срок службы двигателя, повысить его надёжность и снизить расходы на техническое обслуживание. Представленные подходы могут служить основой для модернизации систем обслуживания автотранспортных средств.

Ключевые слова: автомобильные двигатели, КамАЗ, бортовая диагностика, техническое состояние, восстановление деталей.

Мурзахметова У.А.	Информация об авторах: Кандидат технических наук, профессор кафедры «Транспортная техника и организация перевозок», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5429-023X . E-mail: u_murzakhmetova@mail.ru .
Борамбай Е.С.	магистрант, Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-1160-3802 . E-mail: borambai-elaman@mail.ru
Жүмекешов Ә.Н.	магистрант, Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-9904-5302 . E-mail: alibizhumekeshov@mail.ru
Нарымқол А.М.	магистрант, Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-2006-0849 . E-mail: narymkol-a@mail.ru

Кіріспе

Қазіргі техниканың даму кезеңінде автомобиль агрегаттарының сенімділігі мен ұзақ мерзімділігіне қойылатын талаптар артып келеді. Бұл талаптарды орындау үшін техникалық қызмет көрсету мен жөндеу үдерістерін заманауи деңгейде ұйымдастыру қажет. Осы тұрғыда техникалық диагностика – машина мен оның құрамдас бөліктерінің нақты техникалық жағдайын анықтауға, ақаулардың алдын алуға және жөндеу жұмыстарын жоспарлы түрде жүзеге асыруға мүмкіндік беретін маңызды құрал болып табылады. Мұндай тәсіл жабдықтың қызмет ету мерзімін ұзартып қана қоймай, пайдаланушыға үнемділік тұрғысынан да айтарлықтай пайда әкеледі.

Сонымен қатар, диагностикалық құралдардың көмегімен алынған мәліметтер техника жұмысын оңтайландыруға, отын шығынын азайтуға және экологиялық көрсеткіштерді жақсартуға септігін тигізеді. Бұл қазіргі заманғы көлік құралдарының тиімділігі мен қоршаған ортаға әсерін теңгерімді түрде басқаруға мүмкіндік береді. Сондықтан техникалық диагностика – автокөлік жүйелерін басқарудың ажырамас бөлігі ретінде қарастырылуы тиіс.

Әдістері

Зерттеу барысында техникалық диагностика әдістері қолданылды, олар машиналардың жұмыс процесіндегі техникалық жағдайын үздіксіз бақылауға және алынған көрсеткіштерге сүйене отырып, келесі жоспарлы жөндеуге дейінгі пайдалану мерзімін болжауға мүмкіндік береді. Бұл әдістер тек жекелеген бөлшектер мен агрегаттардың нақты техникалық күйін бағалауға ғана емес, сонымен қатар жанама көрсеткіштер мен техникалық емес әдістерді пайдалана отырып, қажетті техникалық қызмет көрсету көлемі мен түрлерін анықтауға да бағытталған.

Тарихи және әлеуметтік контексттер, атап айтқанда, қазіргі энергетикалық проблемаларға саналы және практикалық саяси және техникалық шешімдерді ұсыну үшін өте маңызды. Осы шешімдердің кейбірі және олардың артықшылықтары талқыланады, ал кемшіліктер олардың қаншалықты жылдам жүзеге асырылуы мүмкін екендігіне байланысты қарастырылады.

Автомобиль көлігінің дамуы өңдеу өнеркәсібінде, ауыл шаруашылығында, саудада және басқа салаларда тасымалдауды қамтамасыз ете отырып, ел экономикасының барлық салаларының қызметіне айтарлықтай әсеретеді. Бүгінгі таңда, автокөлік паркінің құрылымында КамАЗ көліктерінің үлесі 27%-дан астам болып отыр. КамАЗ көліктерін өнеркәсіптік жаңғыртуды жүзеге асыра отырып, Алматы «КамАЗ» автоорталығы EURO-1, EURO-2, EURO-3 және EURO-4 экологиялық стандарттарына сәйкес келетін міндетті қолданылатын қозғалтқыштардың заманауи топтамасын шығарып отыр. Ол қозғалтқыштың қуатын оның негізгі бөліктерінің (иіндібілік, шатун, цилиндрлер блогы және т.б.) құрамдастарын, сонымен қатар, көлік құралының бүкіл өмірлік циклі бойынша шығындарды азайту мәселесі бүгінгі таңда өзекті болып отыр. Алғашқыдан бастап көліктің жүрісінен егізделген қозғалтқыштардың техникалық жағдайы негізгі мойын тіректің шекті күйінің жұмысы және критерийі, ол автомобильдің қозғалтқыштың оңтайлы ағымдағы, күрделі жөндеуге дейін жүгірісін анықтауға мүмкіндік береді. Бұл тәуелділіктер қозғалтқыштардың техникалық жағдайындағы өзгерістерді болжауға мүмкіндік береді. Сонымен аталған өзгерістер түйісетін бөлшектердің тозу үдерістерінің салдары болғандықтан, негізгі мойын тіректі қозғалтқыштар көлік бөлшектерінің жүрісінен тозуына тәуелділігін анықталуы қажет [1].

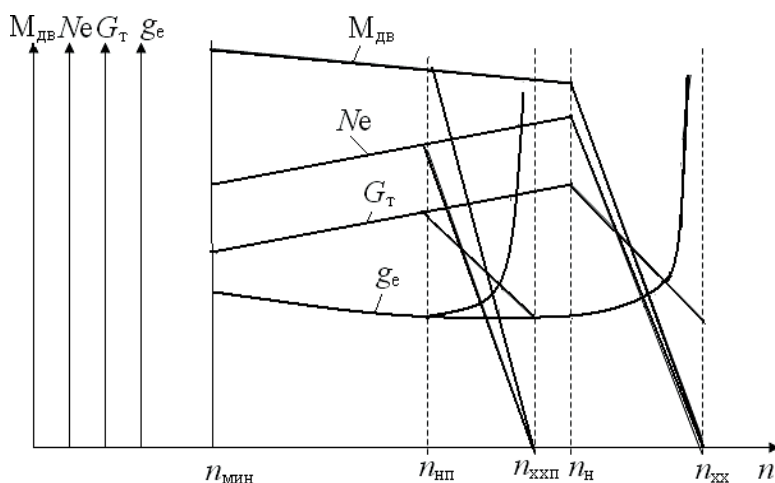
Нәтижелер

КамАЗ көліктерінің қуат блоктарының жұмысын арттыру және олардың

контрукциясымен жасау технологиясын жақсарту мен, көліктің сенімділігін күрт өзгерттік. Көлік құралының сенімділігі – үдеріс жүрісі барысында, оның сапасының өзгеруін сипаттайтын көрсеткіштер мәндері негізгі кешенді әзірлемелер екені анықталды. КамАЗ қозғалтқышының элементтері бойынша істен шығуды бөлуді талдау мақсатында автомобильдің ең аз сенімді элементтерін анықтауға мүмкіндік береді, одан әрі жобалау және технологиялық жетілдіру, нақты жұмыс жағдайын да қосалқы бөлшектерді тұтынуды негіздеу, техникалық қызмет көрсету мен жөндеудің ұтымды нормаларын белгілеу болып отыр.

Қозғалтқыштың жұмыс өнімділігінің толық сипаттамасы – оның нормативтік сипаттамалары мен қамтамасыз етумен орындалады. Қозғалтқыштың жұмыс өнімділігін бағалау үшін қозғалтқыш білігінің айналу жылдамдығына (жылдамдық сипаттамасы) байланысты индикаторлардың сипаттамаларын пайдалану ыңғайлы. Бұл көрсеткіштердің арасындағы байланыс барлық режимді реттегіші бар дизельдік қозғалтқыштың жылдамдық сипаттамаларында анық көрінеді (1 – сурет).

График отын беруді өзгерту арқылы қозғалтқыштың жылдамдық режимдерін өзгертуге болатындығын көрсетеді. Бұл қозғалтқыштың сипаттамаларын өзгертеді. Әрбір режимнің өзінің номиналды көрсеткіш мәндері болады. Аралық режимдерде сипаттамаларды құру техникасы келесідей.



Сурет – 1. Аралық режимі бар қозғалтқыштың нормативтік сипаттамалары
[автордың материалы]

n_n и $n_{хх}$ – номиналды айналу жылдамдығы мен бос жүріс жылдамдығы сәйкес келеді қалыпты жылдамдық шегі;

$n_{нп}$ и $n_{ххп}$ – төмендетілген жылдамдық режиміне сәйкес айналу жылдамдығы.

Төмендетілген жылдамдықтағы номиналды жылдамдықты келесідей анықтауға болады:

$$n_{нп} = n_n - 1,08 (n_{хх} - n_{ххп}) \quad (1)$$

$$G_{mххп} = G_{mхх} \frac{n_{ххп}}{n_{хх}} \quad (2)$$

$$g_{en} = \frac{1000 G_{mn}}{N_{en}} \quad (3)$$

мұнда: $G_{mххп}$ және N_{en} – $n_{ххп}$ және $n_{нп}$ арасындағы кез келген айналу жылдамдығы

нүктесіне сәйкес келетін отын шығыны және қуат мәндері.

Қозғалтқышты қандай режимдерде жұмыс істеу керектігін анықтауға болады. Бұл режим номиналды жүктемеге жақын – толық отынмен қамтамасыз етілген. Бұған қозғалтқыш орнатылған машинаның атқарушы органдарының құрамын есептеу және таңдау арқылы қол жеткізуге болады.

Автомобиль қозғалтқыштарының ұзақ мерзімділігін арттырудың ғылыми негіздері мен әдістемесі тұжырымдалған, оларды пайдалану автомобиль көлігін пайдалану тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді, бұл алынған нәтижелер жөндеудің және қалпына келтіру тиімділігінің маңыздылығын растайды және келесі қорытындылар жасауға мүмкіндік береді: техникалық жай-күйін талдаумен дизельдік қозғалтқыштарды диагностикалау кезінде қозғалтқыштар мен олардың жүйелерін кешенді диагностикалауға мүмкіндік беретін әмбебап аспаптар мен кешендерді қолданған дұрыс екенін көрсетті. Дизельдік қозғалтқыштардың динамикалық қасиеттерін бағалауға негізделген техникалық жағдайын диагностикалау әдістемесі үлкен қызығушылық тудырады, алайда мүмкін болатын ақауларды жою үшін оларды жетілдірудің қосымша әдістері мен құралдарын қолдану қажет екені анықталды. Қозғалтқыштардың негізгі элементтерінің және оларды қалпына келтіруге арналған жабдықтардың техникалық жай-күйінің көрсеткіштерін бағалау әдістемесі мен өлшеу құралдарының кешені әзірленді.

Талқылау

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, дизельді қозғалтқыштардың техникалық жағдайын кешенді диагностикалау олардың жұмыс істеу сенімділігін арттыруда шешуші рөл атқарады. Қозғалтқыштың негізгі элементтерінің, атап айтқанда, иіндібіліктің негізгі мойынтіректерінің тозу деңгейін бақылау арқылы қозғалтқыштың қалпына келтіру немесе күрделі жөндеуге дейінгі қалпын дәл болжауға болады. Диагностикалау нәтижелері қозғалтқыштың жүктемелі режимдері мен айналу жылдамдығы арасындағы тәуелділікті анықтауға мүмкіндік берді, бұл өз кезегінде қозғалтқыштың тиімді жұмыс істеу аймағын нақтылауға ықпал етеді.

Сонымен қатар, КамАЗ қозғалтқыштарын жаңғырту нәтижесінде олардың экологиялық сипаттамалары жақсарғаны байқалды, бұл EURO стандарттарына сәйкестігімен расталады. Қозғалтқыштардағы құрылымдық өзгерістер мен жетілдірулер олардың энергия үнемдеушілік қабілетін арттырып, жалпы пайдалану тиімділігін жоғарылатуға мүмкіндік берді. Алайда кейбір ақауларды анықтау үшін қазіргі қолданылып жүрген диагностикалық әдістер жеткіліксіз болуы мүмкін, сондықтан қосымша жетілдірулер мен әдістер қажет.

Қорытынды

Зерттеу барысында алынған нәтижелер КамАЗ дизельді қозғалтқыштарын техникалық диагностикалаудың маңыздылығын және тиімділігін көрсетті. Қозғалтқыш элементтерінің техникалық жай-күйін бағалау және күрделі жөндеу қажеттілігін алдын ала болжау олардың ұзақмерзімділігін арттыруға, техникалық қызмет көрсету шығындарын азайтуға және жалпы пайдалану тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, дизельді қозғалтқыштардың динамикалық қасиеттеріне негізделген диагностикалау әдістері практикалық тұрғыда өз тиімділігін көрсетті, алайда мүмкін болатын ақауларды жою үшін оларды жетілдірудің қосымша әдістері мен құралдарын енгізу қажет. Ұсынылған кешенді диагностикалық тәсілдер көлік құралдарының техникалық жағдайын нақты бағалауға және қауіпсіз әрі сенімді пайдалануын қамтамасыз етуге жол ашады.

Мүдделер қақтығысы. Корреспондент автор мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Осы мақалаға сілтеме: Мурзахметова У.А., Борамбай Е.С., Жұмекешов Ә.Н., Нарымқол А.М. Автомобиль қозғалтқышының бөлшектерін тиімді жөндеу және сапасын арттыру. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyryn Khabarshysy. 2024; 1(5):106-112. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-11>

Cite this article as: Murzahmetova UA, Borambaj ES, Zhumekeshov AN, Narymkol AM. Avtomobil' kozgaltkyshynyn bolshekterin tiimdi zhondeu zhane sapasyn arttyru [Effective repair and quality improvement of automotive engine parts]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyryn Khabarshysy. 2024; 1(5):106-112. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-11>

Литература

- [1] Иванов А.М. (ред.). Автомобили. Теория эксплуатационных свойств: учебник для студентов высших учебных заведений. Москва: Академия. 2014, 170.
- [2] Денисов А.С. Основы формирования эксплуатационно-ремонтного цикла автомобилей. Саратов: СГТУ. 2013, 352.
- [3] Асоян А.Р., Денисов А.С., Захаров В.П. Анализ изменения технического состояния ресурсопределяющих элементов дизелей КАМАЗ в процессе эксплуатации. Известия ВолгГТУ. 2012; 8:32–35.
- [4] Денисов А.С., Кулаков А.Т., Сибиряков С.В. Экспериментальная оценка деформации вкладышей подшипников коленчатого вала дизеля КамАЗ-740. Восстановление и укрепление деталей машин. Саратов: СГТУ. 2001, 24–27.
- [5] Демьянушко И.В., Миронова В.В., Логинов Е.М. Исследование напряженно-деформированного состояния литых автомобильных колес при ударных нагрузках. Машиностроение и инженерное образование. 2017; 1(30):42–49.

References

- [1] Ivanov AM (ed.). Avtomobili. Teoriya ekspluatatsionnykh svoystv: uchebnik dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy [Vehicles. Theory of operational properties: textbook]. Moscow: Akademiya. 2014, 170. (in Russ.)
- [2] Denisov AS. Osnovy formirovaniya ekspluatatsionno-remontnogo tsikla avtomobiley [Fundamentals of forming the operational-repair cycle of vehicles]. Saratov: SGTU. 2013, 352. (in Russ.)
- [3] Asoyan AR, Denisov AS, Zakharov VP. Analiz izmeneniya tekhnicheskogo sostoyaniya resursoopredelyayushchikh elementov dizeley KAMAZ v protsesse ekspluatatsii [Analysis of technical condition change of resource-defining elements of KAMAZ diesel engines during operation]. Izvestiya VolgGTU = News of VolgGTU. 2012; 8:32-35. (in Russ.)
- [4] Denisov AS, Kulakov AT, Sibiryakov SV. Eksperimentalnaya otsenka deformatsii vkladyishey podshipnikov kolenchatogo vala dizelya KAMAZ-740 [Experimental assessment of bearing insert deformation in KAMAZ-740 diesel crankshaft]. Vosstanovlenie i uprochnenie detalei mashin [Machine parts recovery and strengthening]. 2001; 1:24-27. (in Russ.)
- [5] Demyanushko IV, Mironova VV, Loginov EM. Issledovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya litykh avtomobilnykh koles pri udarnykh nagruzkakh [Study of stress-strain state of cast car wheels under impact loads]. Mashinostroenie i inzhenernoe obrazovanie = Mechanical Engineering and Engineering Education. 2017; 1(30):42-49. (in Russ.)

Транспортные услуги. Инженерия и инженерное дело

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-12>

УДК: 656.071.8

МРНТИ: 73.31.35

Модели и методы принятия решений для организации пункта технического обслуживания и ремонта грузовых автомобилей

***¹Тусупова А.Е.**

¹Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г.Алматы, Казахстан

*Автор-корреспондент email: tussupova_73@mail.ru

Поступила:
07 января 2024
Рецензирование:
16 февраля 2024
Принята в печать:
27 февраля 2024

Аннотация

В статье рассматриваются организационные и экономические аспекты создания и функционирования пунктов технического обслуживания и ремонта (СТО) грузовых автомобилей в различных регионах Республики Казахстан. Учитывая территориальные особенности и различия в плотности автотранспорта, предложены модели, направленные на повышение эффективности и безубыточности данных сервисных структур. В исследовании обоснована необходимость применения современных инструментов анализа и управления, таких как метод «дерева решений», теория очередей и модель управления запасами. Применение этих подходов позволяет минимизировать издержки, оптимизировать график технического обслуживания и рационально использовать производственные мощности. Особое внимание уделено влиянию своевременного обслуживания на имидж и финансовую устойчивость сервисных пунктов. Кроме того, проведён анализ статистических данных по объёму грузоперевозок в разрезе регионов, на основании чего сделан вывод о необходимости дифференцированного подхода к организации СТО: в Алматы — авторизованные станции, в западном регионе — универсальные СТО, в южном — комплексные, в северном — специализированные. Предложенные решения направлены на удовлетворение потребностей автотранспортных компаний и частных владельцев, снижение простоев техники и повышение надёжности эксплуатации. Результаты работы могут быть использованы при планировании и модернизации системы технического обслуживания автотранспорта в Казахстане.

Ключевые слова: безубыточность, автомобиль, точка обслуживания, стоимость, эффективность.

Тусупова А.Е.

Информация об авторах:

Кандидат технических наук, асоциированный профессор кафедры «Транспортная техника и организация перевозок», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8997-0112>, E-mail: tussupova_73@mail.ru

Көлік қызметі. Инженерлік іс және инженерия

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-12>

ӨОЖ: 656.071.8

ГТАМР: 73.31.35

Жүк автомобильдеріне техникалық қызмет көрсету және жөндеу пунктін ұйымдастыру үшін шешім қабылдау модельдері мен әдістері

*¹Тусупова А.Е.

¹Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан

*Автор-корреспондент email: tussupova_73@mail.ru

Мақала келді:
07 қантар 2024
Сараптамадан өтті:
16 ақпан 2024
Қабылданды:
27 ақпан 2024

Түйіндеме

Мақалада Қазақстан Республикасының әртүрлі өңірлерінде жүк автомобильдеріне техникалық қызмет көрсету және жөндеу пункттерін (ТҚК) құру мен жұмыс істеудің ұйымдастырушылық және экономикалық аспектілері қарастырылады. Автокөлік тығыздығының аумақтық ерекшеліктері мен айырмашылықтарын ескере отырып, осы сервистік құрылымдардың тиімділігі мен шығынсыздығын арттыруға бағытталған модельдер ұсынылған. Зерттеу "шешім ағашы" әдісі, кезек теориясы және қорларды басқару моделі сияқты заманауи талдау және басқару құралдарын қолдану қажеттілігін негіздейді. Бұл тәсілдерді қолдану шығындарды азайтуға, техникалық қызмет көрсету кестесін оңтайландыруға және өндірістік қуаттарды ұтымды пайдалануға мүмкіндік береді. Уақтылы қызмет көрсетудің сервистік пункттердің имиджі мен қаржылық тұрақтылығына әсеріне ерекше назар аударылады. Бұдан басқа, өңірлер бөлінісінде жүк тасымалдау көлемі бойынша статистикалық деректерге талдау жүргізілді, соның негізінде ТҚК ұйымдастыруға сараланған тәсілдің қажеттілігі туралы қорытынды жасалды: Алматыда — уәкілетті станциялар, батыс өңірде — әмбебап ТҚК, оңтүстікте — кешенді, солтүстікте — мамандандырылған. Ұсынылған шешімдер автокөлік компаниялары мен жеке меншік иелерінің қажеттіліктерін қанағаттандыруға, техниканың тоқтап қалуын азайтуға және пайдалану сенімділігін арттыруға бағытталған. Жұмыс нәтижелері Қазақстанда автокөлікке техникалық қызмет көрсету жүйесін жоспарлау және жаңғырту кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: залалсыздық, автокөлік, техникалық қызмет көрсету нүктесі, құны, тиімділік.

Тусупова А.Е.

Авторлар туралы ақпарат:

Техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессоры, «Көлік технологиясы және тасымалдауды ұйымдастыру» кафедрасының профессоры. Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8997-0112>. E-mail: tussupova_73@mail.ru

Transportation Services. Engineering

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-12>

UDC: 656.071.8

IRSTI: 73.31.35

Models and methods of decision-making for the organization of a point of maintenance and repair of trucks***¹Tusupova A.E.**¹Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: tussupova_73@mail.ru.

Received:
07 January 2024
Peer-reviewed:
16 February 2024
Accepted:
27 February 2024

Abstract

The article discusses the organizational and economic aspects of the establishment and operation of points of maintenance and repair (SRT) of trucks in various regions of the Republic of Kazakhstan. Taking into account the territorial features and differences in the density of vehicles, models are proposed aimed at increasing the efficiency and break-even of these service structures. The study substantiates the need to use modern analysis and management tools, such as the decision tree method, queue theory, and inventory management model. The use of these approaches makes it possible to minimize costs, optimize the maintenance schedule and make rational use of production facilities. Special attention is paid to the impact of timely maintenance on the image and financial stability of service points. In addition, an analysis of statistical data on the volume of cargo transportation by region was carried out, on the basis of which a conclusion was made about the need for a differentiated approach to the organization of service stations: in Almaty — authorized stations, in the western region — universal service stations, in the southern — complex, in the northern — specialized. The proposed solutions are aimed at meeting the needs of trucking companies and private owners, reducing downtime and improving operational reliability. The results of the work can be used in the planning and modernization of the vehicle maintenance system in Kazakhstan.

Keywords: profitability, car, designated service, cost, efficiency.***Tusupova A.E.******Information about authors:***

Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport Engineering and Organization of Transportation, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8997-0112>, E-mail: tussupova_73@mail.ru

Введение

Производительность любого предприятия напрямую зависит от работоспособности его оборудования. В производственной сфере важной частью процесса организации выпуска продукции является обеспечение эксплуатации оборудования различного назначения. Под обеспечением эксплуатации оборудования подразумевается не только выполнение производственных операций, но еще техническое обслуживание и ремонт оборудования

Для организации пункта по техническому обслуживанию и ремонта грузовых автомобилей в регионах Республики Казахстана необходимо выбрать место с достаточным обеспечением рабочей силой, экономически подходящее с точки зрения приемки необходимых запасных частей из-за рубежа и материалов для импортных автомобилей [1].

Цель нашей работы – выбор модели и методы принятия решений для организации пункта технического обслуживания и ремонта грузовых автомобилей в зависимости от изменения спроса рынка транспортных услуг и капризов экономики.

На основании производительности труда и объема производства, обеспечивающие безубыточность, можно рассчитать по каждому виду ремонтных работ и технического обслуживания соответствующие издержки или провести экономический анализ. Типичная «экономическая» модель основана на анализе безубыточности, методе принятия решений с определением точки, в которой общий доход уравнивается с суммарными издержками, т.е. точки, в которой предприятие становится прибыльным.

Методы

Точка безубыточности (ТБУ) обозначает ситуацию, при которой общий доход (ОД) становится равным суммарным издержкам (СИ). Для определения ТБУ необходимо учесть три основных фактора: стоимость работы технического обслуживания, переменные издержки на единицу оказываемых услуг и общие постоянные издержки. Цена (C) показывает, какой доход специализированный пункт получит от обслуживания списочного состава автопредприятий и частных предпринимателей. Переменные издержки на единицу продукции ($П_n И$) – это фактические расходы, прямо относимые на оказываемые виды услуг. Применительно к проведению очередного технического обслуживания грузовых автомобилей это будут расходы на соответствующие виды масел, фильтры, проверка креплений и смазки и т.п. в зависимости от вида ТО, а также заработная плата ремонтников. Естественно, совокупные переменные издержки растут с объемом производства. Постоянные издержки – это те издержки, которые, по меньшей мере, в ближайшей перспективе остаются неизменными независимо от объема производства. Основные составляющие совокупных постоянных издержек (ПН) специализированного пункта – расходы на диагностику, оформление и приемку.

Кроме того, часть расходов управленческих, на страхование и налоги, аренду помещения и амортизационных отчислений переводится в постоянные издержки в соответствии с формулой, установленной руководством.

В форме уравнения безубыточность выражается:

$$ПН = ТБУ \cdot x \cdot (C - П_n И)$$

Вычисление точки безубыточности дает значительный объем полезной информации. Соотнося величину ТБУ и оценку объема оказанных услуг, руководитель в состоянии увидеть – будет ли проект прибыльным, как запланировано, и каков примерный уровень риска. Таким образом, анализ безубыточности помогает выявить альтернативные подходы, которые были бы более привлекательными для проекта. Безубыточность пункта зависит от объема оказываемых услуг, поэтому место расположения пункта выбирается в зависимости от количества грузовых автомобилей и грузооборота. Статистические данные показывают, что в

республике обеспеченность необходимым объемом перевозок очень слабы. Объем перевезенных грузов автомобильным транспортом и соответственно количество грузовых автомобилей и грузооборот на автомобильном транспорте в последние годы, особенно с 2008 года резко пошли вверх. Для повышения эффективности использования необходимо обеспечить работоспособность автомобиля в течение всего периода эксплуатации, постоянно и планомерно поддерживать его техническое состояние комплексом технических воздействий, которые в зависимости от назначения и характера можно разделить на две группы: воздействия, направленные на поддержание агрегатов, механизмов и узлов автомобиля в работоспособном состоянии в течение наибольшего периода эксплуатации; и воздействия, направленные на восстановление утраченной работоспособности агрегатов, механизмов и узлов автомобиля. Поэтому при организации таких пунктов предусмотреть оказание других видов технических услуг и ремонтных работ, т.е. при проектировании предусмотреть проведение текущих и капитальных ремонтов или капитальный ремонт агрегатов грузовых автомобилей. За нормативный срок службы грузового автомобиля средней грузоподъемности доля трудовых затрат от общих затрат составляют: на ТО и ТР – 85 %, капитальный ремонт автомобиля и агрегатов – 4-11%, изготовление автомобиля – 4%, стоимостных затрат на ТО и ТР – 62% [2].

При планировании и организации пункта можно использовать «метод дерева решений», который обеспечивает принятие более качественных решений, чем традиционные подходы.

Результаты

Используя дерево решений, руководитель находит путем возврата от второй точки к началу наиболее предпочтительное решение - наращивание производственных мощностей под оказание различных видов услуг. Руководитель продолжает двигаться назад к текущему моменту (первой точке принятия решений) и рассчитывает ожидаемые значения в случаях увеличения заказов на конкретные виды работы. Наращивание производственных мощностей в зависимости от изменений потребности потребителей является наиболее желательным решением, поскольку выигрыш здесь наибольший, если события пойдут, как предполагается.

Использование «дерева решений» позволяет представить проблему схематично и сравнить возможные альтернативы визуально. Этот метод можно использовать в применении к сложным ситуациям, когда результат принимаемого решения влияет на последующие. Так как при проведении технического обслуживания и ремонтных работ на конкретном участке или линий необходимо точное соблюдение утвержденного графика работы пункта. В противном случае может оказаться таким образом, что прибывшие на плановое техническое обслуживание грузовые автомобилей будут простаивать в очередях, тем самым отрицательно влияют на имидж и финансовое положение конкретного участка специализированного пункта. Поэтому при планировании организаций различных участков и линий необходимо определить оптимальное количество число каналов обслуживания в зависимости от количества обслуживаемых грузовых автомобилей региона или города. Для этого используется модель теории очередей для определения оптимального числа каналов обслуживания по отношению к потребности в них. К ситуациям, в которых модели теории очередей могут быть полезны, можно отнести утвержденный график проведения ТО и звонки автотранспортных компаний, частных людей в центр на техническое обслуживание и ремонту грузовых автомобилей для резервирования места и получения информации, ожидание в очереди на получение необходимой техническую помощь мастеров по ремонту оборудования или очередь на текущий ремонт и т.п. Если грузовикам приходится слишком долго дожидаться технического обслуживания, они не смогут выполнить столько поездок за день, сколько запланировано. Принципиальная проблема заключается в уравнивании расходов на дополнительные каналы обслуживания и потерь от обслуживания на уровне ниже оптимального.

Таким образом, модели очередей снабжают руководство пункта инструментом определения оптимального числа каналов обслуживания, которые необходимо иметь, чтобы сба-

лансировать издержки в случаях чрезмерно малого и чрезмерно большого их количества. Следующая модель управления запасами используется для определения времени размещения заказов на материалы и запасных частей, ресурсы и их количества на складах. Так как любая организация должна поддерживать некоторый уровень запасов во избежание задержек на производстве и в сбыте. Этот момент особенно важен в условиях Казахстана, где не имеют свои производственные мощности по изготовлению агрегатов, запасных частей для грузовых автомобилей. Все необходимые запасные частей и агрегаты доставляются только по заказу из-за рубежа.

Поэтому цель данной модели – сведение к минимуму отрицательных последствий накопления запасов, что выражается в определенных издержках. Эти издержки бывают трех основных видов: на размещение заказов, на хранение, а также потери, связанные с недостаточным уровнем запасов. Последние имеет место при исчерпании запасов. В этом случае проведение технического обслуживания и ремонтных работ становятся невозможными, а также возникают потери от простоя технологических линий, в частности, в связи с необходимостью оплаты труда работников, хотя они не работают в данный момент.

Обсуждение

Все описанные выше модели подразумевают применение имитации в широком смысле, поскольку все являются заменителями реальности. Имитация используется в ситуациях, слишком сложных для математических методов типа линейного программирования. Это может быть связано с чрезмерно большим числом переменных, трудностью математического анализа определенных зависимостей между переменными или высоким уровнем неопределенности. Поэтому при имитационном моделировании оптимальный вариант определяется не математически строгими методами, как при аналитическом подходе, а путем последовательных приближений, перебирая те или иные структуры и численные значения факторов.

Минимизация издержек при организации и маршрутизации технологических процессов, движения средств и материалов между отделениями пункта, своевременность проведения взаиморасчетов с клиентами и поставщиками, а также постоянность мониторинга с разными технико-экономическими характеристиками.

Проведенный анализ показал, что для обеспечения безубыточной работы пунктов технического обслуживания и ремонта грузовых автомобилей необходимо учитывать территориальные особенности регионов Казахстана. Установлено, что загрузка пунктов, объем грузоперевозок и структура автопарка значительно различаются по областям. Применение моделей безубыточности, теории очередей и управления запасами позволяет рационально распределить ресурсы, сократить издержки и минимизировать простой техники. Использование метода «дерева решений» дало возможность оценить наиболее выгодные сценарии развития СТО в зависимости от спроса на транспортные услуги.

Выводы

Результаты моделирования подтвердили, что универсального подхода к организации пунктов СТО не существует — каждое решение должно учитывать местную специфику, включая количество обслуживаемых автомобилей, наличие кадров, логистику поставок запчастей. Модели, основанные на имитационном моделировании и теории массового обслуживания, оказались особенно полезными в условиях высокой неопределенности. Отдельное внимание уделяется своевременности обслуживания, как ключевому фактору, влияющему на имидж и экономические показатели пункта.

Как показывают статистические данные численность и выполняемый объем автоперевозочных работ в разрезе областей Республики Казахстан резко отличаются, поэтому для обеспечения безубыточности организованных пунктов технического обслуживания ремонта грузовых автомобилей предлагается организация:

- для г. Алматы и Алматинской области – авторизованные станции технического обслуживания, которым дано официальное разрешение на осуществление сервисной деятельности на соответствующих рынках и по установленным нормам и правилам, инструкциям, созданным торговой маркой автомобильного бренда.
- для западного региона – универсальные СТО, которые могут обслуживать автомобили как грузовые, так и легковые, как российского, так и зарубежного производства.
- для южного региона – комплексные СТО, которые обслуживают автомобили зарубежного производства, независимо от марки и типы грузового автомобиля.
- для северного региона – специализированные СТО, которые специализируются по видам работ, кроме проведения всех видов ТО – кузовные работы, ремонт двигателей, КПП, ремонт других крупных агрегатов и узлов автомобилей.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Тусупова А.Е. Модели и методы принятия решений для организации пункта технического обслуживания и ремонта грузовых автомобилей. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):113-119. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-12>

Cite this article as: Tusupova AE. Modeli i metody prinyatiya reshenij dlya organizacii punkta tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta gruzovyh avtomobilej [Models and methods of decision-making for the organization of a point of maintenance and repair of trucks]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):113-119. (In Rus.).<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-12>

Литература

- [1] Диксон П. Управление маркетингом. Москва: БИНОМ. 1998, 290.
- [2] Ременцов А.Н. Автомобили и автомобильное хозяйство. Введение в специальность: учебник для студентов вузов. Москва: Издательский центр «Академия». 2010, 192.

References

- [1] Dikson P. Upravlenie marketingom [Marketing management]. Moscow: BINOM. 1998, 290. (in Russ.)
- [2] Rementsov AN. Avtomobili i avtomobilnoe khozyaystvo. Vvedenie v spetsialnost: uchebnik dlya studentov vuzov [Automobiles and automotive economy. Introduction to the specialty: textbook for university students]. Moscow: Akademiya Publishing Center. 2010, 192. (in Russ.)

Көлік қызметі. Инженерлік іс және инженерия

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-15>

ӨОЖ: 338

ГТАМР: 06.71.00

Қалдықтарды кәдеге жаратудың заманауи мәселелері мен жолдары

¹Алмағамбетова Ш.Т., ^{2*}Алмағамбетова С.Т.¹Алматы Технологиялық Университеті, Алматы қ, Қазақстан^{2*}Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: sh.alma@mail.ru

Мақала келді: 17 қантар 2024 Сараптамадан өтті: 14 ақпан 2024 Қабылданды: 03 наурыз 2024	Түйіндеме Бұл мақалада қоршаған ортаның мұнай және мұнай өнімдерімен ластануы мәселесін шешуге бағытталған. Атап айтқанда, полимер қалдықтарын кәдеге жарату арқылы су объектілерін тазартуға арналған сорбенттерді әзірлеудің тиімді әдістері қарастырылды. Қазіргі уақытта Қазақстанда қатты тұрмыстық қалдықтардың (ҚТҚ) көлемі жыл сайын 5 миллион тоннаға дейін жетеді. Алайда бұл қалдықтардың қайта өңделу деңгейі төмен, бұл экологиялық және экономикалық мәселелерді шиеленістіріп отыр. Мұнаймен ластану, әсіресе апаттық төгілімдер кезінде, су экожүйесіне және биологиялық әртүрлілікке айтарлықтай қауіп төндіреді. Зерттеу барысында әртүрлі табиғи және синтетикалық материалдардың негізінде сорбенттер дайындалып, олардың сіңіру қабілеті, қайта өңдеу мүмкіндігі және қалқымалылығы зерттелді. Күріш қауызы негізінде дайындалған термиялық өңделген сорбенттердің 1 граммы 15–18 грамм мұнай сіңіре алатыны анықталды. Сондай-ақ, резеңке үгіндісі мен полипропилен негізіндегі синтетикалық сорбенттер де жоғары тиімділік көрсетті. Бұл материалдардың артықшылығы — олардың арзандығы, қолжетімділігі және қайта пайдалануға болатындығы. Жұмыс нәтижелері көрсеткендей, полимер қалдықтарын пайдалану арқылы экологиялық қауіпсіз, тиімді және қолжетімді сорбенттер жасау мүмкіндігі бар. Бұл әдіс қоршаған ортаны қорғау, қалдықтарды басқару және өнеркәсіптік қауіпсіздік саласында үлкен маңызға ие. Түйін сөздер: пластик, қалдықтар, өңдеу, пиролиз, экология.
Алмағамбетова С.Т.	Экономика ғылымдарының кандидаты, Алматы Технологиялық Университеті, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4779-8243 E-mail: almaganbetova1@mail.ru
Алмағамбетова Ш.Т.	Экономика ғылымдарының кандидаты, "Экономика" кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3045-3935 E-mail: sh.alma@mail.ru

Transportation Services. Engineering

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-15>

UDC: 338

IRSTI: 06.71.00

Modern problems and ways of waste disposal

¹Almagambetova S.T., ^{*2}Almagambetova Sh.T.

¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan²Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: sh.alma@mail.ru

Received: 17 January 2024

Peer-reviewed: 14 February 2024

Accepted: 03 March 2024

Abstract

This article is aimed at solving the problem of environmental pollution by oil and oil products. In particular, effective methods for the development of sorbents for the treatment of water bodies with the disposal of polymer waste were considered. Currently, the volume of solid household waste (MSW) in Kazakhstan is up to 5 million tons annually. However, the recycling rate of this waste is low, which exacerbates environmental and economic problems. Oil pollution, especially during catastrophic spills, poses a significant threat to the aquatic ecosystem and biodiversity.

In the course of the study, sorbents were prepared on the basis of various natural and synthetic materials, their absorption capacity, processing capacity and buoyancy were studied. It was found that 1 gram of heat-treated sorbents prepared on the basis of rice husks can absorb 15-18 grams of oil. Also, synthetic sorbents based on rubber crumb and polypropylene also showed high efficiency. The advantage of these materials is their cheapness, availability and reusable use. In the course of the study, sorbents were prepared on the basis of various natural and synthetic materials, their absorption capacity, processing capacity and buoyancy were studied. It was found that 1 gram of heat-treated sorbents prepared on the basis of rice husks can absorb 15-18 grams of oil.

Keywords: plastic, waste, processing, pyrolysis, ecology.

*Almagambetova S.T.***Information about authors:**

Candidate of Economic Sciences, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4779-8243>. E-mail: almagambetova1@mail.ru

Almagambetova Sh.T.

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department "Economics", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3045-3935>. E-mail: sh.alma@mail.ru

Транспортные услуги. Инженерное дело и инженерия

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-15>

УДК: 338

МРНТИ: 06.71.00

Современные проблемы и пути утилизации отходов

¹Алмағамбетова С.Т., ²Алмағамбетова Ш.Т.

¹Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

²Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г.Алматы, Казахстан

*Автор-корреспондент email: sh.alma@mail.ru

Поступила:
17 января 2024
Рецензирование:
14 февраля 2024
Принята в печать:
03 марта 2024

Аннотация

Эта статья направлена на решение проблемы загрязнения окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. В частности, рассмотрены эффективные методы разработки сорбентов для очистки водных объектов путем утилизации полимерных отходов. В настоящее время объем твердых бытовых отходов (ТБО) в Казахстане ежегодно достигает 5 миллионов тонн. Однако уровень переработки этих отходов низкий, что усугубляет экологические и экономические проблемы. Загрязнение нефтью, особенно во время катастрофических разливов, представляет серьезную угрозу для водных экосистем и биоразнообразия. В ходе исследования на основе различных природных и синтетических материалов были изготовлены сорбенты, изучены их абсорбционная способность, способность к переработке и плавучесть. Установлено, что 1 грамм термически обработанных сорбентов, приготовленных на основе рисовой шелухи, способен поглотить 15-18 грамм масла. Также высокую эффективность показали синтетические сорбенты на основе резиновой крошки и полипропилена. Преимущества этих материалов в том, что они дешевы, доступны и многообразны. В ходе исследования на основе различных природных и синтетических материалов были изготовлены сорбенты, изучены их абсорбционная способность, способность к переработке и плавучесть. Установлено, что 1 грамм термически обработанных сорбентов, приготовленных на основе

Ключевые слова: пластик, отходы, переработка, пиролиз, экология.

Алмағамбетова С.Т.	Информация об авторах: Кандидат экономических наук, Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4779-8243 . E-mail: almaganbetova1@mail.ru
Алмағамбетова Ш.Т.	Кандидат экономических наук, ассоциированный профессор кафедры «Экономика», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3045-3935 . E-mail: sh.alma@mail.ru

Кіріспе

Қазіргі уақытта биосфера әртүрлі ластану түрлеріне ұшырап отыр, олардың ішінде мұнай мен мұнай өнімдерімен ластану — айтарлықтай экологиялық қауіп төндіретін факторлардың бірі [1, 2]. Су объектілеріндегі апаттардың негізгі себептері — магистральдық мұнай құбырларының коррозиясы және құбырларды пайдалануға қойылатын талаптардың бұзылуы [3, 7, 5]. Мұнайдың апаттық төгілуінің салдарын жоюдағы ең үлкен қиындық — қалдық мұнай қабығын жинау. Егер апаттық төгілу уақытылы анықталмаса, мұнай пленкасы бірнеше шақырымға созылып, су айдындарының флорасы мен фаунасына теріс әсер етуі мүмкін [6, 7].

Жалпы алғанда, су планетарлық деңгейде сарқылмайтын табиғи ресурс болып табылады. Себебі су Жер шары бойынша мұхит, атмосфера және құрлық арасындағы үнемі жүріп отыратын айналым арқылы қалпына келіп отырады. Су Жер бетінің шамамен 70,8% бөлігін камтиды. Бүкіл су қорының 97%-ы — Әлемдік мұхит үлесінде. Тұщы судың 70%-ы — мұздықтар мен қар түрінде болса, 23%-ы — жер асты суларында жинақталған.

Алайда қазіргі таңда тұщы сулардың түрлі ластаушылармен — пестицидтермен, химикаттармен, мұнай және мұнай өнімдерімен ластануы аса өзекті экологиялық мәселе болып отыр. Индустриалды елдерде су айдындарының ластануы жыл өткен сайын артып келеді. Мұхиттардың мұнаймен ластануы әлемде мұнай өнімдерінің кеңінен қолданылуына байланысты. Соның нәтижесінде теңіз шельфтерінде мұнай өндіру мен танкерлік флот дамып келеді. Мұнай өндіру мен тасымалдау кезінде құбырлар жиі апатқа ұшырайды, нәтижесінде мұхит бетінде мұнай дақтары жүздеген, тіпті мыңдаған километрге жайылып, судың сапасын нашарлатады.

Су ресурстарына зиян келтіретін тағы бір фактор — өнеркәсіп орындарынан бөлінетін улы органикалық заттар. Мұндай заттар көлік, тұрмыстық-коммуналдық салада кеңінен қолданылады. Ағын сулардағы бұл заттардың концентрациясы әдетте 5–15 мг/л құрайды, ал олардың шекті рұқсат етілген мөлшері — бар болғаны 0,1 мг/л.

Судың басқа ластаушыларына ауыр металдар (сынап, қорғасын, мыс, марганец, қалайы, мырыш, хром), радиоактивті элементтер, ауыл шаруашылығы мен мал шаруашылығынан түсетін химикаттар жатады. Ауыр металдар ішіндегі ең қауіптілері — сынап пен қорғасын және олардың қосылыстары.

Қазіргі уақытта адамдар тұрмыстық қажеттілік үшін суды көп мөлшерде пайдалануда. Адам басына шаққанда суды пайдалану деңгейі аймаққа және өмір сүру деңгейіне байланысты 3 литрден 700 литрге дейін жетеді. Соңғы 50–60 жылдағы мәліметтерге сүйенсек, суды пайдалану жыл сайын өсіп келеді және орны толмайтын судың мөлшері 4–5% құрайды. Егер су пайдаланудың қазіргі қарқыны сақталса, халық саны мен өндіріс көлемінің өсуіне байланысты 2100 жылға қарай адамзат бүкіл тұщы су қорын тауысып қоюы мүмкін. Қазіргі таңда тұщы судың тапшылығы кейбір суға бай өңірлердің өзінде байқалып отыр. Бүгінде қала тұрғындарының 20%-ы, ал ауыл тұрғындарының 50%-ы тұщы сумен толық қамтамасыз етілмеген.

Полимерлер ауада сәулеленген кезде, олардың молекулалық тізбегінде конъюгирленген құрылымдар түзіліп, беткі қабатында белсенді орталықтар пайда болады. Бұл өз кезегінде полимерлік матрицаның мұнай мен оның өнімдерін сіңіру қабілетін арттырады. Полимерлік қалдықтардан мұнай сорбенттерін жасау бірден екі экологиялық мәселені шешуге мүмкіндік береді:

- пластикалық қалдықтардың қоршаған ортаны ластауын азайту;
- сулы ортаны мұнай ластануынан тазарту.

Зерттеу мақсаты:

Қалдықтарды кәдеге жарату проблемасының өзектілігін негіздеу, қайталама полимер қалдықтарын сорбент ретінде өңдеу технологиясын қарастыру және су ресурстарын мұнай мен мұнай өнімдерінен тазартудың тиімді әдістерін ұсыну.

Міндеттері:

- а) Полимерлік қалдықтардан мұнай сорбенттерін жасауды зерттеу;

ә) Полимер қалдықтарынан алынған екіншілік материалдарды сорбент ретінде қолданыудың экономикалық және экологиялық тиімділігін талдау.

Әдістері

Зерттеу материалдары мен әдістері әдіснамалық негіздермен, мақсаттармен, қойылған практикалық мәселелердің мәнімен анықталды. Осыған байланысты келесі әдістер қолданылды:

а) теориялық талдау және зерделеу;

ә) статистикалық;

б) эмпирикалық бақылау. Сонымен қатар зерттеу барысында экологиялық жағдайға қатысты ресми статистикалық мәліметтер, қайта өңдеу және сұрыптау деректері, өңірлік инфрақұрылым, сондай-ақ су ресурстарының ластану деңгейі туралы мәліметтер жиналып, талданды.

Суды тазалау тәсілдерінің әртүрлілігі — механикалық, физико-химиялық, биологиялық және адсорбциялық әдістер — салыстырмалы түрде қарастырылды. Эксперименттік бөлікте күріш қауызы, резеңке үгіндісі және синтетикалық полимер қалдықтары негізіндегі сорбенттер зерттелді. Сонымен қатар, алынған сорбенттердің мұнай сіңіру қасиеттері, суды сіңіру деңгейі және қайта пайдалануға жарамдылығы зерттелді.

Нәтижелер

Жыл сайын Қазақстанда 4,5-5 млн.тонна қатты тұрмыстық қалдықтар (бұдан әрі – ҚТҚ) пайда болады. ҚТҚ Астана, Шымкент және Жаңаөзен қалаларындағы зауыттарда, сондай-ақ, негізінен, шағын және орта бизнес кәсіпорындарында сұрыпталады және қайта өңделеді. 2020 жылғы 3 тоқсанда қайта өңделген және кәдеге жаратылған ҚТҚ үлесі 15,8% - ды құрады.

Қазіргі уақытта қайталама шикізатты жинау мен жинақтауды қамтамасыз ету үшін «хабтар» құру, оларды бөлек жинау және сұрыптау бойынша инфрақұрылымы жоқ өңірлерде қатты тұрмыстық қалдықтарды сұрыптау желілерін орнату бойынша жұмыс жүргізілуде.

Республика бойынша 204 қала мен ауданның ішінен әртүрлі кезеңдерде бөлек жинау 94-ке, ал сұрыптау 80 елді мекенге енгізілді. Бұл ретте, қалдықтарды бөлек жинау және сұрыптау ірі қалаларда да, аудандарда да енгізілуде. Сұрыптау кешендерінде мыңнан астам жұмыс орны ашылды. 2020 жылдың 10 айының қорытындысы бойынша Қарағанды облысында ҚТҚ бөлек жинау және сұрыптау енгізілген елді мекендердің ең көп саны (15).

2020 жылдың 10 айының қорытындысы бойынша қалдықтарды қайта өңдеу, сұрыптау бойынша кәсіпорындардың ең көп саны Ақтөбе (28), Қостанай (26), Солтүстік Қазақстан (21), ең аз саны Атырау және Ақмола (6) облыстарында.

Қалдықтарды қайта өңдеу саласында шағын және орта бизнесті дамыту ӨКМ шеңберінде кәсіпорындардың қайталама шикізатты жинау, тасымалдау және қайта өңдеу шығындарын өтеу жүзеге асырылады.

2020 жылдың 3-тоқсанында жиналған және қайта өңделген өнім көлемі:

- автокомпоненттердің қалдықтары 25 909 тоннаны құрады;
- қаптама қалдықтары 16 436 тоннаны құрады.

2020 жылдың 3 тоқсанында жиын пункттеріне 10 919 бірлік ВЭТС келіп түсті. 17 855 бірлік ВЭТС қайта өңдеуге жіберілді, 16,6 мың тонна қайта өңделді.

Су ресурстарды ластаушы көздердің сипаттамасы. Ластанған суды тазалау әдістерін зерттеу.

Кесте 1. Қайта өңделген және кәдеге жаратылған ҚТҚ

№	Облыстың, қала аты	2017 жыл, %	2018 жыл, %	2019 жыл, %	2020 жыл, 3 тоқсан, %
0	1	Ақмола	2.11	2.93	3.02
1	2	Ақтөбе	3.51	11.69	10.0

2	3	Алматы	24.77	27.55	23.28
3	4	Атырау	44.33	1.69	10.44
4	5	ШҚО	3.17	4.84	3.28
5	6	Жамбыл	3.47	3.11	8.53
6	7	БҚО	2.17	5.28	8.60
7	8	Қарағанды	13.96	16.39	17.42
8	9	Қостанай	0.93	9.65	10.30
9	10	Қызылорда	8.13	7.42	10.78
10	11	Маңғыстау	6.49	1.42	33.80
11	12	Павлодар	0.23	0.12	15.00
12	13	СҚО	3.59	7.59	10.78
13	14	Түркістан	3.48	7.17	10.05
14	15	Алматы қ.	10.01	5.7	10.95
15	16	Астана қ.	8.33	12.25	15.92
16	17	Шымкент қ.	nan	18.28	22.77
Орташа			9.05	11.51	14.90

Дүниежүзілік су қорларының ластануы бүкіл адамзат қауымын аландатып отыр. Бұл мәселе Қазақстанға да тән. Судың ластануы көп түрлі әрі ең соңында су экожүйесін бүлдірумен аяқталады.

Су айдындарының ластануын былайша топтайды:

- химиялық ластану: уытты және су ортасының табиғи құрамын бүлдіретіндер.
- биологиялық ластану: өсімдік, жануар, микро-организмдер және аш бейімді заттар.
- физикалық ластану: жылу-қызу, электр-магнитті өріс, радиоактивті заттар.

Кесте 2. ҚТҚ өңірлер бойынша бөлек жинау және сұрыптау

Бөлек жинау бойынша Рейтинг	Өңір	ҚТҚ бөлек жинау енгізілген СТ саны	ТҚҚ сұрыптау енгізілген ТҚ саны	ҚТҚ қайта өңдеу кәсіпорындарының саны
	ҚР бойынша жиыны	94	80	218
1	БҚО	13	1	13
2	Қостанай	7	7	26
3	Ақмола облысы	5	1	6
4	Алматы	7	7	14
5	Павлодар	8	4	10
6	Ақтөбе	6	1	28
7	Атырау	3	4	6
8	Жамбыл	5	11	15
9	Қарағанды	15	15	12
10	Түркістан	3	8	14
11	Маңғыстау	6	7	12
12	СҚО	2	0	21
13	ШҚО	4	3	15
14	Астана қ.	1	1	1
15	Шымкент қ.	1	1	5
16	Қызылорда	7	8	12
17	Алматы қ.	1	1	6

* Әкімдіктердің ақпараты негізінде.

Судың сапасы, ластану деңгейі үнемі бақылауға алынып отырады. Судың құрамындағы химиялық қоспалар, тұздық құрамы, еріген бөлшектер, температура әр түрлі болуы мүмкін.

Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы ауыз судың 100-ден астам сапалық көрсеткішін ұсынған. Ал Қазақстанда ауыз су сапасы ҚР МемСТ 51232-2003 бойынша 30 міндетті көрсеткішпен анықталады. Су бассейнінің ластануының негізгі себептері – тазартылмаған ағын суларды өзен-көлдерге жіберу. Бұған жол беретіндері:

- өнеркәсіп орындары;
- тұрғын-үй коммуналдық шаруашылықтар;
- ауыл шаруашылығын химияландыру;
- халық шаруашылығының басқа да салалары.

Кесте 3. Жиналған және қайта өңделген көлем, тонна

Жиналған және қайта өңделген көлем, тонна	2017	2018	2019	2020 (*9 ай.)
пайдаланылған шиналар	20047	27710	23020	6458.54
пайдаланылған майлар	4198	11252	15686	10097.95
пайдаланылған аккумуляторлар	20000	20000	18611	9352.89
пайдаланылған антифриздер	2300	3400	0	0.00
шыны қаптама қалдықтары	5634	22772	22377	423.88
пластик қаптама қалдықтары	6066	8995	8826	1701.33
картон-қағаз қаптама қалдықтары	45025	31595	10707	14311.02
электр және электрондық жабдықтардың қалдықтары	2461	4666	0	0.00

Ағын суларға құйылатын лас сулар да бірнеше топқа бөлінеді. Оларды қоспалар (ерімейтін, коллоидты, еритіндер), лас сулар (минералдық, органикалық, бактериалдық, биологиялық) деп жіктейді. Лас сулардың ішінде тұрмыстық сарқынды суларда органикалық заттар 58%, минералдық заттар 42 тей болады. Өнеркәсіпте пайдаланылатын сулар мен синтетикалық жуатын заттармен сулардың ластануы өте қауіпті. Бұлар - химиялық ластану көздері. Соның ішінде сулы экожүйелердің пестицид, гербицид және басқа да химиялық улы препараттармен ластануы Қазақстанда кең етек алған.

• Өзендердің, көлдердің және су қоймаларының ластану дәрежесі көбінесе судың ластану индексінің (СЛИ) көрсеткіші бойынша бағаланады. Ол судың құрамында мынадай заттардың болуын сипаттайды: оттегі, 5 тәулік ішінде оттегіні биохимиялық пайдалану бойынша анықталған органикалық заттар және ШРК дәрежесінен біршама артып кеткен заттар.

• Ластану индексі осылайша әртүрлі су бөгендерінің су сапасының жағдайын сипаттайды. Ол су бөгендерінің ластану динамикасын анықтауға, біріңғай көрсеткіштер бойынша әртүрлі су объектілерінің ластану дәрежесін анықтауға мүмкіндік береді. СЛИ көлемі бойынша жер беті сулары сапасының критерийлері су сапасының класын сипаттайды: өте тазадан бастап өте ластанғанға дейін. Жер беті суларының сапа класын анықтау үшін СЛИ көлемі көрсеткіші басты белгі болып табылады, ол су бөгендерін ластайтын заттардың ШРК дәрежесі бойынша есептеледі.

• Ауыз судың сапасын бақылау үшін зиянды заттардың шектеулі - рұқсат етілген мөлшері бекітілген, 1 литр суда зиянды заттар мына мөлшерден (мг/л) көп болмауы керек.

Ереже бойынша шектеулі рұқсат етілген мөлшері қойылмаған зиянды заттары бар қалдық суларды өзенге, көлге, су қоймаларына жіберуге тыйым салынған.

Кесте 4. Зиянды заттардың шектеулі - рұқсат етілген мөлшері (мг/л)

Зат атауы (сол)	ПДК (сол)	Зат атауы (оң)	ПДК (оң)
Сынап	0.005	Қорғасын	0.10
Кадмий	0.010	Гексахлоран	0.02
Кобальт	1.000	Изопрен	0.05
Метанол	3.000	Карбофакс	0.10
Молибден	0.500	Керосин	0.10
Мышьяк	0.500	Мұнай	0.10

Суды қорғау - адамзаттың жер бетіндегі табиғи су қорларының жай-күйін жақсартуға, қалпына келтіруге және оларды сақтауға бағытталған әрекеті. Адамдардың кәсіптік әрекетінің және тұрмысқа пайдаланылуының тікелей немесе жанама әсерінен судың құрамының және қасиеттерінің өзгеріске ұшырауын, яғни су көзінің бір бөлігінің немесе түгелімен пай-

даланудың кез келген бір түріне жарамсыз болып калуын судың ластануы деп атайды. Әдетте, су көзіне оның сапасын өзгеріске ұшыратпайтын, суда ерімейтін бөгде заттардың (ағаш жаңқалары, күл-қоқыс, металл сынықтары, құрылыс қалдықтары және басқа заттар) түсіп жиналуын қоқыстану дейді [1].

Ағынды су деп бұрын өндірісте, тұрмыста немесе ауыл шаруашылығында пайдаланылған, сондай-ақ қандай да бір лас аймақ, оның ішінде елді мекен (өнеркәсіптік, ауылшаруашылықтық, коммуналдық-тұрмыстық, нөсер, тағы басқа ағындылар) арқылы өткен су. Ағынды су гетерогенді күрделі жүйе болып саналады, оның құрамында болатын органикалық және минералды қоспалар ерімейтін, коллоидты және еритін түрде кездеседі.

Құрамы мен пайда болған түріне байланысты ағынды сулар үш негізгі категорияға бөлінеді: Ағынды суларды тазалау әдістері. Табиғатты, қоршаған ортаны ластанудан қорғау мен табиғи ресурс ретінде тиімді пайдалану мақсатында қайтарылып қолдану үшін ағынды су құрамындағы ластағыш заттардың түрі мен мөлшеріне қарай әртүрлі әдіспен тазаланылады. Өнеркәсіп ақаба суларын тазалайтын әдістердің топтастырылуы.

Лас суды тазартуға төмендегідей әдістер қолданылады: механикалық, химиялық, физико-химиялық және биологиялық әдістер.

Механикалық әдіс. Механикалық әдістер - ерімеген қалдықтары бар суларды әртүрлі торлардан, сүзгілерден, электрден өткізіп, бір жерге жинап, тұндыру арқылы тазалайды. Бұл әдіс суды ірі дисперсті заттардан тазартудың оңай жолы және тазарту үлгісінің 1-ші сатысы болып табылады.

Механикалық әдіс, лас судың құрамындағы күрделі минералды заттарды, ерітілмейтін қоспаларды ұстау үшін қолданылады. Жалпы механикалық әдіс сирек қолданылады. Өндірістік лас суды тазартуда жеке қолданылуы мүмкін, ал көбінесе басқа әдістердің алдында қолданылады. Механикалық әдістерге төмендегідей қондырғылар мен ғимараттар жатады: қабылдау камерасы, кереге, құмұстағыштар, тұндырғыштар.

Су тұндырудың жұмыс істеу қабілетін көтеру үшін төмендегідей әдістер және қондырғылар қолданылады. Олар лас суды жай аэрациялау, биокоагуляторлар, табиғи аэрациялау бар мөлдіреткіштер, мөлдіреткіш-шіріткіштер, екі қабатты тұндырғыштар, флотаторлар, мұнай ұстағыштар, май ұстағыштар. Тұндырғыштардың тұндыру эффектісі 60%, органикалық заттарды ұстау эффектісі 10-15%-тен аспайды [2].

Ағын суларды тазалаудың механикалық әдісінде ластаушыларды айыру үшін гравитациялық және ортадантепкіш күштер қолданылады. Механикалық әдісте ағынды судағы ірі және ұсақ түйірлі тез тұнатын бөлшектерді өздігімен тұндырып немесе оларды және қалқып шығатын заттектерді тұндырғыш сүзгіш, құмұстағыш арқылы өткізіп, немесе әртүрлі конструкциялық техника құралдарын (торларды, електерді, гидроциклондарды және т.б.) қолданып, ал беттік ластағыштарды – мұнайұстағыш, май мен смола аулағыш жабдықтар мен материалдарды пайдалану арқылы жояды.

Сорбенттер әр түрлі және сұйық немесе газ тәрізді заттарды өз бойына сіңіріп алады. Қазіргі кезде суға төгілген мұнай мен мұнай өнімдерін тазарту маңызды мәселе. Суды тазартатын жеңіл және арзан өнімді шығарудың маңызы зор. Қазақстан мұнай өндіретін негізгі елдердің бірі. Қара алтынды өндіру, тасымалдау барысында қоршаған ортаға біршама залал келеді. Кейде мұнай көп көлемде суға, жерге төгіледі. Мұндайда қоршаған ортаны сорбентпен тазартудың мәні зор.

Қоршаған ортаға жайылған мұнайды жоюдың бірнеше тәсілі бар. Кәсіби мамандар оны термиялық, механикалық, биологиялық, физика-химиялық әдіс деп бірнеше түрге бөледі. Негізгі бағыттардың бірі физика-химиялық, оның ішінде адсорбция деп аталады.

Сорбент күріш қауызынан, яғни, ауылшаруашылығы дақылының қалдығынан жасалынады. Әдетте мұнайға арналған сорбенттерді дайындауда ғалымдар өнімді әзірлейтін шикізат қорының мол, арзан болуына және мұнайды бойына сіңіретін қасиетінің жоғары болуына айрықша мән береді.

Ал күріш қауызының осындай қасиеті бар екенін ғылыми-зерттеу жұмысын жүргіз-

генде білдік. Қажетті сорбент алу үшін күріш қауызын зертханалық жағдайда термиялық және химиялық өңдеуден өткізіп алу қажет. Осыдан кейін күріш қауызы көміртектенген сорбентке айналады [8].

Су бетінде қалқыған мұнайға зертханалық жолмен алынған сорбентті сеуіп, суды мұнайдан тазартуға болады. Күріш қауызынан жасалған сорбентті сынақтан өткізгенде 1 грамм сорбент 15-18 грамм мұнайды бойына сіңіріп, суды жақсы тазартатынына көз жеткіздік. Осылайша сорбентіміз өзінің тиімділігін көрсетті. Ал шикізатты өндемеген жағдайда, яғни, таза күріш қауызының 1 граммы су бетіндегі мұнайдың 1-2 грамын ғана бойына сіңіретінін байқадық. Күріш қауызы шемішкенің сыртқы қабығы сияқты қатты. Ал оны термиялық өңдеуден өткізгеннен кейін шикізат кристалдық фазадан аморфты фазаға ауысып, сорбциялық қасиеті жоғары сорбентке айналады. Оның сорбциялық қасиетінің жоғарылауы күріш қауызында күрделі өңдеуден кейін көп мөлшерде макро-кеуектердің пайда болуымен түсіндіруге болады.

Осы макрокеуектердің көмегімен суға төгілген мұнайды бойына сіңіріп, ластанған суларды тазартатын мүмкіндікке ие болады.

Қазіргі таңда Қазақстанда суға төгілген мұнай мен мұнай өнімдерін тазарту маңызды мәселе екені белгілі. Суды тазартатын жеңіл және арзан өнімді шығарудың маңызы зор екенін түсінеміз.

Қазақстан мұнай өндіретін негізгі елдердің бірі болғандықтан қара алтынды өндіру, тасымалдау барысында қоршаған ортаға біршама залал келетіні жасырын емес. Кейде мұнай суға, жерге төгіліп, экологиялық мәселелер асқынып жатады. Отандық сорбент суға батпайды. Өйткені күріш қауызы өте жеңіл. Олардан қара алтынды бөліп алу маңызды мәселе. Осы тұрғыдан алғанда жоба біршама жетілдіруді қажетсінеді. Күріш қауызынан жасалған сорбентті механикалық жолмен сығып, бойындағы мұнайды айырып алуға болады. Бірақ мұндайда сорбентті бірнеше рет пайдалану қасиеті төмендейді. Әдетте сорбентті бір рет емес, бірнеше рет пайдаланады. Күріш қауызынан жасалған сорбентті үш- төрт рет пайдаланудың мүмкіндігі қарастырлыып жатыр [9]. Мұндай сорбентті өндірістік деңгейде өндіру мүмкіндігіне жол ашылуы мүмкін. Қазіргі таңда суға төгілген мұнайды жинап алуда синтетикалық сорбенттер қолданылады. Оларды сығып, бойындағы мұнайды бөліп алғаннан кейін синтетикалық сорбенттер бірден өз қалпына келеді екен. Бірақ мұндай сорбенттер өте қымбат.

Заманауи әлем ғалымдары мұнаймен ластанған суды табиғи қалдықтармен, яғни, жаңғақ қабығы, ағаш пен банан қабығы, бидай сабағынан дайындаған. Орыс ғалымдарының графиттен жасаған сорбенттері көп мөлшерде мұнайды сіңіретін қасиетімен ерекшеленеді.

Графиттен жасалған 1 грамм сорбент 40 грамм мұнайды бойына сіңіріп, мұнай компанияларының қызығушылық танытқан. Графиттен дайындалатын сорбенттің кемшін тұсы бар екен. Біріншіден, ол жеңіл, ластанған аймаққа тікұшақпен шашқанда желдің әсерінен айдалаға шашылып кетеді. Екіншіден, бағасы қымбат. Қызылордадағы өсетін күріштің қауызын бәрін жинап, сорбент жасалса, мұндай инновациялық өніммен өзіміздің мұнай компанияларын да қамтамасыз етіп, қалғанын сырт елдерге экспорттап, мол пайдаға кенелуге болады.

Термопласт талшықты материалдарға қайта өңдеу бойынша зерттеулерде келесі шикізат қолданылды: тауарлық полипропилен, ұнтақталған шприцтер, полиэтилен, полистиролдан жасалған заттар, ПЭТ бөтелкелер. Экспериментті жүргізген кезде термопласттардың майдаланған қалдықтары экструдерге салынды және 150-3000С дейін қыздырылып балқытылды (бастапқы шикізаттың балқу температурасына байланысты) және экструдердің шнекімен талшықты қалыптастыру үшін қажетті полимердің балқымасының тұтқырлығын қамтамасыз ететін температураға дейін қыздыру үшін қыздырғышы бар айналмалы реакторға берілді.

Полипропилен қалдықтарынан алынған талшықты материалдардың минералдық және органикалық қышқылдар, сілтілер әсеріне төзімділігі жоғары және олардың жоғарғы жұмыс температурасы 90-1000С.

Полиэтилентерефталат қалдықтарынан алынған полиэфирлі талшықтар қышқылдардың, органикалық еріткіштердің, тотықтырғыштық және тотық-сыздандырғыштық реагенттердің әсеріне төзімді, бірақ олар сілтілердің әсеріне төзімсіз, олардың жоғарғы жұмыс температурасы 1400С.

Полимерлердің ауада сәулеленуі полимерлік тізбектерде конъюгирленген құрылымдардың түзілуіне байланысты полимерлердің бетінде белсенді орталықтарды түзеді, бұл полимерлік матрицаға мұнайдың және мұнай өнімдерінің неғұрлым көп енуіне септігін тигізеді. Полимерлік қалдықтардан мұнай сорбенттерін жасау бірден екі экологиялық мәселелерді шешуге мүмкіндік береді - қоршаған ортаның пластикалық қалдықтармен ластануымен күресу және сулы ортаны төгілген мұнайдан тазалау.

Қазіргі уақытта биосфера ластанудың әртүрлі түрлеріне ұшырайды, олардың арасында мұнай мен мұнай өнімдерінің ластануы айтарлықтай экологиялық қауіп төндіреді [6,7,14,17]. Су объектілеріндегі апаттардың негізгі себептері магистральдық мұнай құбырларының коррозиясы және құбырларды пайдалануға қойылатын талаптардың бұзылуы болып табылады [6,7,17].

Полимер қалдықтарын қайта өңдеу кезінде алуға болатын синтетикалық сорбенттерге (пенопласт, полипропилен) ерекшенараудардық. Олардың негізінде біз су бетінен мұнай қабығын тез жинап қана қоймай, сорбциялық материалды су бетінен оның қайталама ластануынсыз тез көтеруге және регенерациядан кейін қабықты алу үшін қайта пайдалануға мүмкіндік беретін төсеніштер шығаруды көздеп отырмыз [4,5,15]. Синтетикалық мұнай сорбенттеріне мыналар жатады: полиуретан, полиэтилен, полипропилен, формальдегид көбігі және т.б., олардың басты артықшылығы - олар су объектісінің бетінен мұнай және мұнай өнімдерінің қалдық пленкасын толығымен жинап, сонымен бірге судың ең аз мөлшерін ала алады. Сонымен қатар, олар жеткілікті, жеңіл және өңдеуге оңай. Синтетикалық мұнай сорбенттерінің кемшіліктері мынада: мұнай және мұнай өнімдері жиналғаннан кейін олар өте ауыр болуы мүмкін, бұл оларды құрастыру мен тасымалдауда қиындықтар туғызады, сонымен қатар оларды одан әрі жою қиынға соғады.

Су бетінен мұнай және мұнай өнімдерін жинау кезінде қолданылатын сорбенттердің сапасын анықтау үшін 3 негізгі көрсеткіш қолданылады: мұнай сіңіру, суды сіңіру, көтергіштік [15].

Мұнай сорбенттерінің тиімділігі ең алдымен мұнай сыйымдылығының мәні бойынша бағаланады.

1-кестеден 3 негізгі көрсеткіш бойынша ең тиімді – синтетикалық мұнай сорбенттері, атап айтқанда, талшықты құрылымы бар, әдетте олардың құрылымы кеңістіктік бағдарланбаған, бұл мұнай және мұнай өнімдерін уақыт бірлігінде үлкен бетпен жанасуға мүмкіндік береді.

Кесте 5. Мұнай сорбциялық материалдардың қасиеттері [1, 16]

Сорбциялық материал	Мұнайды сіңіру, у/у	Суды сіңіру, г/г	Мұнайдың сығылу дәрежесі, %
Табиғи органикалық материалдар			
Бидай сабаны	4.1	4.2	36
Көктерек қабығы	0.5	0.8	25
Ағаш үгінділері	1.7	4.3	10–20
Мақта өндірісінің қалдықтары	8.3	0.26	60
Шымтезек	17.7	24.3	74
Макро кеуекті техникалық көміртек	4.0–4.5	0–1.0	10–81
Бейорганикалық материалдар			
Көбіктелген никель	2.9	3.0	0

Шыны талшық	5.4	1.7	60
Модификацияланған графит	40.0–60.0	0.5–10.0	10–65
Модификацияланған базальт талшығы	37	0.5	27
Синтетикалық сорбенттер			
Пенополистирол талшығы	7.0–12.0	6.0–11.5	80–90
Полипропилен талшығы	12–40	1–6	40–80
Резеңке үгіндісі	5.1	0.3	0
Фенолформальдегидті шайыр (ұнтақ)	4.4	14.5	0
Поролон: жапырақты	14.5–35.2	1.3–25.9	75–85
Синтепон	46.3	42–52	94

Қазіргі уақытта полимерлі материалдардың қалдықтары әртүрлі өнімдерді өндіруде, соның ішінде ағынды суларды және су объектісінің бетін мұнайдан және мұнай өнімдерінен тазарту үшін синтетикалық сорбенттер жасауда көбірек қолданылуда [4,13]. Тұрмыстық және өнеркәсіптік қалдықтардан мұнай сорбенттерін дайындау бір мезгілде пайда болған қалдықтарды кәдеге жарату және суды мұнай ластануынан тазарту мәселелерін шешуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, мұндай шикізаттың қол жетімділігі мен арзандығы синтетикалық мұнай сорбенттерінің құнын едәуір төмендетуге және экологиялық мәселелерді шешу үшін оларды қолдану аясын кеңейтуге мүмкіндік береді.

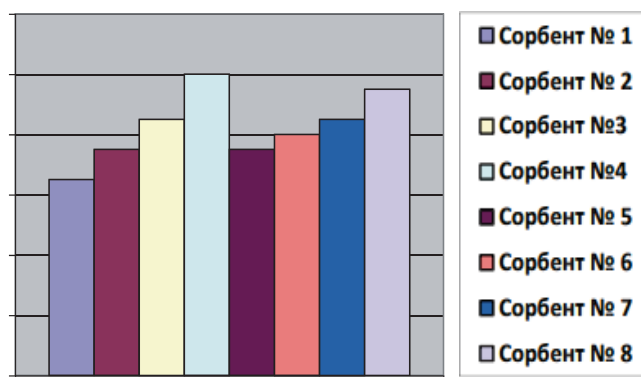
Бірқатар жұмыстарда полимер қалдықтарынан жаңа тиімді сорбенттер алынды [8]. Кеңейтілген перлит қосылған стирофам қалдықтарынан ұнтақ сорбент алынды. Ұнтақ бөлшектерінің мөлшері 100 мкм-ден аз.

Мұндай сорбенттің сорбциялық сыйымдылығы 5-6 г/г мұнай мұнай өнімдерін құрайды. Авторлар [12] табиғи минералды (перлит, трепел, диатомит немесе олардың қоспасы) ұнтақ түрінде гидрофобты термопластикалық полимермен (полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид қалдықтары) ұнтақталған түрде араластыру арқылы алынған сорбциялық кеуекті материал жасады. Осы сорбентпен суды мұнайдан және мұнай өнімдерінен тазарту тиімділігі 99,6-99,8% құрайды.

Сорбенттерді өндіруде полимер қалдықтары көбінесе байланыстырғыш немесе гидрофобизатор ретінде қолданылады. Құрамында табиғи толтырғыш (мүк, шымтезек) бар және полимерлі байланыстырғыш ретінде ультражоғары молекулалы полиэтилен бар суды мұнайдан және мұнай өнімдерінен тазартатын сорбент белгілі. Мұндай сорбенттің мұнайдан және мұнай өнімдерінен тазарту дәрежесі 99,0% құрайды. Сорбция процесі аяқталғаннан кейін материал механикалық түрде жиналады және жану арқылы жойылады [10]. Сондай-ақ белгілі сорбент, бұлжалшықты, целлюлоза материалы, тотыққан атактикалық полипропиленмен өңделген тоқыма өндірісінің қалдықтарына негізделген (массалық үлесі 93-97%). Бұл сорбциялық материалдың мұнай сыйымдылығы 27 г/Г дейін жетеді. Оның артықшылықтарының бірі - ол регенерация циклдерінің едәуір санына төтеп бере алады [9].

Автор [11] белсенді көмірлер алу үшін поликарбонат пен полипропиленнен жасалған автомобильдердің полимерлі бөлшектерін термиялық өңдеу бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген. Алынған сорбенттің сорбциялық сипаттамалары суды тазарту тәжірибесінде қолданылатын белсенді көмірдің сорбциялық сипаттамаларына ұқсас болды.

Осылайша, полимер қалдықтарының екіншілік материалдарынан мұнай сорбенттерін жасау бойынша жүргізілген эксперименттік зерттеулердің нәтижесінде қойылған міндеттерге сәйкес келесі тұжырымдар жасауға болады:



Сурет 1. Сорбент үлгілерінің мұнайды сіңіру [материал автора]

1. Қайталама материалдар су объектісінің бетінен мұнай және мұнай өнімдерін жинауға арналған тиімді сорбциялық материал бола алады.

2. Тәжірибелер көрсеткендей, ең жақсы сорбциялық қасиеттерге ұсақ фракциялы резеңке үгінділерге ие. Ол толығымен гидрофобты, өте жақсы қалқымалылыққа ие және қысқа уақыт ішінде 100% мұнай сіңіреді (1-2 сек.).

3. ПЭТ бөтелкелерінен жасалған полимерлі талшық су бетінде қалмайды және түбіне қарай жүреді, бірақ резеңке үгіндісі бар композицияда ол мұнайды сіңірудің жоғары деңгейімен ерекшеленеді және жаңа сапаға ие болады – қалқымалылық.

Талқылау

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, Қазақстандағы қатты тұрмыстық қалдықтарды (ҚТҚ) сұрыптау және қайта өңдеу саласы соңғы жылдары айтарлықтай дамуда. Алайда, ҚТҚ қайта өңдеу үлесі жалпы көлемнің әлі де аз ғана бөлігін құрайды (2020 ж. 3-тоқсанда — 15,8%). Бұл көрсеткіш қалдықтарды басқару жүйесінің әлі де жетілдіруді қажет ететінін көрсетеді. Әсіресе, өңірлік деңгейде инфрақұрылымның жеткіліксіздігі, сұрыптау желілерінің тапшылығы мен халықтың экологиялық сауаттылығының төмендігі негізгі кедергілер болып табылады.

Суды ластайтын негізгі көздер – тазартылмаған өнеркәсіптік және тұрмыстық ағынды сулар. Ластану факторларының ішінде химиялық (ауыр металдар, мұнай өнімдері), биологиялық және физикалық ластаушылар кең таралған. Ағын суларды тазарту үшін қолданылатын әдістердің ішінен механикалық және биологиялық әдістер негізінен алдын ала тазарту мақсатында, ал адсорбциялық әдістер (сорбенттер) су бетінен мұнай өнімдерін жоюда ең тиімді тәсіл ретінде ерекшеленді.

Эксперименттік бөлімде күріш қауызы мен резеңке үгіндісі сияқты полимерлік қалдықтардан алынған сорбенттердің жоғары тиімділігі дәлелденді. Күріш қауызы өңдеуден кейін 1 г сорбенттің 15–18 г мұнай сіңіру қабілетін көрсетті. Бұл отандық, табиғи қалдықтарды қолдану арқылы экологиялық қауіпсіз және экономикалық тұрғыдан тиімді шешім ұсынуға мүмкіндік береді.

Синтетикалық сорбенттердің (мысалы, полипропилен, пенополистирол) де жоғары тиімділігі бар, бірақ оларды қайта пайдалану, жою және өндіріс шығындары мәселесі әлі де өзекті. Жаңа буындағы сорбенттерді жобалау барысында олардың қалқымалылығы, регенерация мүмкіндігі және қолжетімділігі сияқты факторларды ескеру қажет.

Осылайша, зерттеу нәтижелері Қазақстанда ҚТҚ басқару мен мұнаймен ластанған суларды тазартуға арналған сорбенттерді әзірлеуде тиімді жолдарды ұсынатынын көрсетті. Бұл қоршаған ортаны қорғау саясаты мен ресурстарды ұтымды пайдалану саласына оң ықпал етуі мүмкін.

Қорытынды

Қазіргі таңда Қазақстанда суға төгілген мұнай мен мұнай өнімдерін тазарту маңызды мәселе екені белгілі. Суды тазартатын жеңіл және арзан өнімді шығарудың маңызы зор.

Қазақстан мұнай өндіретін негізгі елдердің бірі болғандықтан қара алтынды өндіру, тасымалдау барысында қоршаған ортаға біршама залал келетіні жасырын емес. Кейде мұнай суға, жерге төгіліп, экологиялық мәселелер асқынып жатады. Отандық сорбент суға батпайды. Өйткені күріш қауызы өте жеңіл. Олардан қара алтынды бөліп алу маңызды мәселе. Осы тұрғыдан алғанда жоба біршама жетілдіруді қажетсінеді. Күріш қауызынан жасалған сорбентті механикалық жолмен сығып, бойындағы мұнайды айырып алуға болады. Бірақ мұндайда сорбентті бірнеше рет пайдалану қасиеті төмендейді. Әдетте сорбентті бір рет емес, бірнеше рет пайдаланады. Күріш қауызынан жасалған сорбентті үш-төрт рет пайдаланудың мүмкіндігі қарастырылып жатыр. Мұндай сорбентті өндірістік деңгейде өндіру мүмкіндігіне жол ашылуы мүмкін. Қазіргі таңда суға төгілген мұнайды жинап алуда синтетикалық сорбенттер қолданылады. Оларды сығып, бойындағы мұнайды бөліп алғаннан кейін синтетикалық сорбенттер бірден өз қалпына келеді екен. Бірақ мұндай сорбенттер өте қымбат. Қазір әлем ғалымдары мұнаймен ластанған суды табиғи қалдықтармен, яғни, жаңғақ қабығы, ағаш пен банан қабығы, бидай сабағынан дайындаған. Орыс ғалымдарының графиттен жасаған сорбенттері бойына көп мөлшерде мұнайды сіңіретін қасиетімен ерекшеленеді.

Графиттен жасалған 1 грамм сорбент 40 грамм мұнайды бойына сіңіріп, мұнай компанияларының қызығушылық танытқан. Графиттен дайындалатын сорбенттің кемшін тұсы бар екен. Ол жеңіл, ластанған аймаққа тікұшақпен шашқанда желдің әсерінен айдалаға шашылып кетеді. Қызылордадағы өсетін күріштің қауызын бәрін жинап, сорбент жасалса, мұндай инновациялық өніммен өзіміздің мұнай компанияларын да қамтамасыз етіп, қалғанын сырт елдерге экспорттап, мол пайдаға кенелуге болады.

Полимерлік қалдықтардан мұнай сорбенттерін жасау бірден екі экологиялық мәселелерді шешуге мүмкіндік береді - қоршаған ортаның пластикалық қалдықтармен ластануымен күресу және сулы ортаны төгілген мұнайдан тазалау. Полимер қалдықтарының екіншілік материалдарынан мұнай сорбенттерін жасау бойынша жүргізілген эксперименттік зерттеулердің нәтижесінде қойылған міндеттерге сәйкес келесі тұжырымдар жасауға болады: қайталама материалдар су объектісінің бетінен мұнай және мұнай өнімдерін жинауға арналған тиімді сорбциялық материал бола алады; ең жақсы сорбциялық қасиеттерге ұсақ фракциялы резеңке үгінділерге ие. Ол толығымен гидрофобты, өте жақсы қалқымалылыққа ие және қысқа уақыт ішінде 100% мұнай сіңіреді; ПЭТ бөтелкелерінен жасалған полимерлі талшық су бетінде қалмайды және түбіне қарай жүреді, бірақ резеңке үгіндісі бар композицияда ол мұнайды сіңірудің жоғары деңгейімен ерекшеленеді және жаңа сапаға ие болады.

Мүдделер қақтығысы. Корреспондент автор мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Осы мақалаға сілтеме: Алмағамбетова С.Т., Алмағамбетова Ш.Т. Қалдықтарды кәдеге жаратудың заманауи мәселелері мен жолдары. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):120-134. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-15>

Cite this article as: Almagambetova S.T., Almagambetova Sh.T. Kaldyktardy kadege zharatudyn zamanauy maseleleri men zholdary [Modern problems and ways of waste disposal]. Vestnik Kazhaskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):120-134. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-15>

Литература

[1] Баннова Е.А., Залозная Е.П., Китаева Н.К., Мерков С.М., Мучкина М.В., Чабань А.Ю.,

- Алексеев А.В. Очистка сточных вод от нефтепродуктов с помощью природных сорбентов. Вода: химия и экология. 2012; 53(11):73–78.
- [2] Дацко Т.Я., Зеленцов В.И., Дворникова Е.Е. Физикохимические и адсорбционно-структурные свойства диатомита, модифицированного соединениями алюминия. Электронная обработка материалов. 2011; 47(6):59–68.
- [3] Собгайда Н.А., Ольшанская Л.Н. Сорбенты для очистки вод от нефтепродуктов. 2010, 70–88.
- [4] Хлестский Р.Н., Самойлов Н.А., Шеметов А.В. Ликвидация разливов нефти при помощи синтетических органических сорбентов. Нефтяное хозяйство. 1999; (2):46–49.
- [5] Чупров В.А., Кошовская В.С. Разливы нефти в Российской Федерации: причины и пути решения проблемы. Гринпис России. 2018, 352.
- [6] Дурагина Е.Г. Нефтепродукты в морской среде. Экология. 2011; (17):122.
- [7] Сиганов Д.Л., Почивалов К.В., Мизеровский Л.Н. Пат. 2252071 РФ. Способ получения мелкодисперсного сорбента нефти и нефтепродуктов из высокомолекулярных отходов производства. Оpubл. 20.05.2005.
- [8] Супрун Л.В., Романенко С.В., Цыганкова Т.С. Стратегия обращения с полиэтилентерефталат-отходами в городе Томске. Вестник науки Сибири. 2014; 1(11):66–70.
- [9] Васильев А.В. Комплексный экологический мониторинг как фактор обеспечения экологической безопасности. Академический журнал Западной Сибири. 2014; 10(2):23.
- [10] Артемов А.В., Пинкин А.В. Сорбционные технологии очистки воды от нефтяных загрязнений. Вода: химия и экология. 2008; (1):19–25.
- [11] Климов Е.С., Бузаева М.В. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод. Ульяновск: УлГТУ. 2011, 201.
- [12] Патин С.А. Нефтяные разливы и их воздействие на морскую среду и биоресурсы. М.: Изд-во ВНИРО. 2008, 508.
- [13] Калюкова Е.Н., Иванская Н.Н. Исследование адсорбционных свойств некоторых природных сорбентов по отношению к катионам железа (III). Вестник Башкирского университета. 2011; 16(1):25–28.
- [14] Костин А.В., Мостальгина Л.В., Бухтояров О.И. Изучение механизма сорбции ионов меди и свинца на бентонитовой глине. Сорбционные и хроматографические процессы. 2012; 12(6):945–957.
- [15] Жұмағалиев Т.Н., Куандықов Б.М. Мұнай және газ геологиясы терминдерінің орысша-қазақша түсіндірме сөздігі. Алматы: АРНGroup. 2000, 328.
- [16] Кудайбергенов К.К., Мусакулова М.К., Онгарбаев Е.К., Мансуров З.А. Сорбенты из отходов сельского хозяйства для утилизации нефти при аварийных разливах на водной акватории. Вестник КазНУ. Серия химическая. 2011; 1(61):141–147.
- [17] Кудайбергенов К.К., Мусакулова М.К., Онгарбаев Е.К., Мансуров З.А. Карбонизированные сорбенты на основе рисовой шелухи для очистки вод от нефтяных загрязнений. Материалы восьмого международного научного Надиловского чтения. Алматы. 2010, 531–536.

References

- [1] Bannova EA, Zaloznaya EP, Kitaeva NK, Merkov SM, Muchkina MV, Chaban AYU, Alekseev AV. Ochistka stochnykh vod ot nefteproduktov s pomoshchyu prirodnnykh sorbentov [Treatment of wastewater from petroleum products using natural sorbents]. Voda: khimiya i ekologiya = Water: Chemistry and Ecology. 2012; 53(11):73–78. (in Russ.)
- [2] Datsko TYa, Zelentsov VI, Dvornikova EE. Fiziko-khimicheskie i adsorbtsionno-strukturnye svoystva diatomita, modifitsirovannogo soedineniyami alyuminiya [Physicochemical and adsorption-structural properties of diatomite modified with aluminum compounds]. Elektronnaya obrabotka materialov = Electronic Processing of Materials. 2011; 47(6):59–68. (in Russ.)

- [3] Sobgayda NA, Olshanskaya LN. Sorbenty dlya ochistki vod ot nefteproduktov [Sorbents for treatment of water from petroleum products]. 2010, 70–88. (in Russ.)
- [4] Khlestskiy RN, Samoylov NA, Shemetov AV. Likvidatsiya razlivov nefi pri pomoshchi sinteticheskikh organicheskikh sorbentov [Elimination of oil spills using synthetic organic sorbents]. Neftyanoye khozyaystvo = Oil Industry. 1999; (2):46–49. (in Russ.)
- [5] Chuprov VA, Koshovskaya VS. Razlivy nefi v Rossiyskoy Federatsii: prichiny i puti resheniya problemy [Oil spills in the Russian Federation: causes and solutions]. Greenpeace Russia. 2018, 352. (in Russ.)
- [6] Duryagina EG. Nefteprodukty v morskoy srede [Petroleum products in the marine environment]. Ekologiya = Ecology. 2011; (17):122. (in Russ.)
- [7] Patent 2252071 RU. Sposob polucheniya melkodispersnogo sorbenta nefi i nefteproduktov iz vysokomolekulyarnykh otkhodov proizvodstva [Method for obtaining a fine-dispersed sorbent for oil and petroleum products from high-molecular waste]. Sigantov DL, Pochivalov KV, Mizerovskiy LN. Publ. 20.05.2005. (in Russ.)
- [8] Suprun LV, Romanenko SV, Tsygankova TS. Strategiya obrashcheniya s polietilentereftalat-otkhodami v gorode Tomske [Strategy of polyethylene terephthalate waste management in Tomsk city]. Vestnik nauki Sibiri = Bulletin of Siberian Science. 2014; 1(11):66–70. (in Russ.)
- [9] Vasiliev AV. Kompleksnyy ekologicheskiy monitoring kak faktor obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti [Comprehensive environmental monitoring as a factor of ensuring ecological safety]. Akademicheskii zhurnal Zapadnoy Sibiri = Academic Journal of Western Siberia. 2014; 10(2):23. (in Russ.)
- [10] Artemov AV, Pinkin AV. Sorbtsionnye tekhnologii ochistki vody ot neftnyanykh zagryazneniy [Sorption technologies for cleaning water from oil pollution]. Voda: khimiya i ekologiya = Water: Chemistry and Ecology. 2008; (1):19–25. (in Russ.)
- [11] Klimov ES, Buzaeva MV. Prirodnye sorbenty i kompleksy v ochistke stochnykh vod [Natural sorbents and complexing agents in wastewater treatment]. Ulyanovsk: UIGTU. 2011, 201. (in Russ.)
- [12] Patin SA. Neftnyanye razlivy i ikh vozdeystvie na morskuyu sredu i bioresursy [Oil spills and their impact on the marine environment and biological resources]. Moscow: VNIRO. 2008, 508. (in Russ.)
- [13] Kalyukova EN, Ivanskaya NN. Issledovanie adsorbtsionnykh svoystv nekotorykh prirodnykh sorbentov po otnosheniyu k kationam zheleza (III) [Study of adsorption properties of some natural sorbents in relation to iron (III) cations]. Vestnik Bashkirskogo universiteta = Bulletin of Bashkir University. 2011; 16(1):25–28. (in Russ.)
- [14] Kostin AV, Mostalgina LV, Bukhtoyarov OI. Izuchenie mekhanizma sorbtsii ionov medi i svintsa na bentonitovoy gline [Study of the mechanism of sorption of copper and lead ions on bentonite clay]. Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy = Sorption and Chromatographic Processes. 2012; 12(6):945–957. (in Russ.)
- [15] Zhumagaliev TN, Kuandykov BM. Munay zhane gaz geologiyasy terminlerinin orysshakazaksha tusindirme sozdigi [Russian-Kazakh explanatory dictionary of oil and gas geology terms]. Almaty: ARNGroup. 2000, 328. (in Kazakh.)
- [16] Kudaybergenov KK, Musakulova MK, Ongarbayev EK, Mansurov ZA. Sorbenty iz otkhodov selskogo khozyaystva dlya utilizatsii nefi pri avariynykh razlivakh na vodnoy akvatorii [Sorbents from agricultural waste for oil utilization during emergency spills on water bodies]. Vestnik KazNU. Seriya khimicheskaya = Bulletin of KazNU. Chemical Series. 2011; 1(61):141–147. (in Russ.)
- [17] Kudaybergenov KK, Musakulova MK, Ongarbayev EK, Mansurov ZA. Karbonizirovannyye sorbenty na osnove risovoy shelukhi dlya ochistki vod ot neftnyanykh zagryazneniy [Carbonized sorbents based on rice husk for water purification from oil pollution]. Materialy mezhdunarodnoy konferentsii Nadirovskie chteniya. Almaty. 2010, 531–536. (in Russ.)

Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-13>

ӨОЖ: 004.8/37.013.75

ГТАМР: 20.01.45/ 14.35.01

Жасанды интеллектіні білім беруде қолдану жолдары**¹Нурпеисова Т.Б., ²Канибекова М.Ә., ²Тұрғанбай Қ.Е.**¹Satbayev University, Алматы қ, Қазақстан.²Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: m.kanibekoval@gmail.com.

Мақала келді:
05 қантар 2024
Сараптамадан өтті:
28 ақпан 2024
Қабылданды:
05 наурыз 2024

Түйіндеме

Бұл мақалада төртінші өнеркәсіптік революция кезеңінде жасанды интеллект (ЖИ) технологияларының дамуы әлемдік деңгейде білім беру жүйесіне елеулі ықпал ететіні баяндалады. Аталған технологиялардың жедел дамуы білім беру саласында жаңа тәсілдер мен мүмкіндіктерді талап етіп отыр. Мақалада ЖИ-дің білім беру процесінде қолданылуына себепші болған объективті алғышарттар мен қазіргі жағдайлар жан-жақты талданады. Әсіресе жоғары сынып оқушыларына бағытталған жалпы білім беру бағдарламасына жасанды интеллект элементтерін енгізу қажеттілігі айқын көрсетіледі. Авторлар ЖИ-ді оқу үдерісіне интеграциялаудың теориялық негіздерін түсіндіріп, оның практикалық жүзеге асу жолдарына тоқталады. Мақалада жасанды интеллект жүйелері арқылы оқу материалдарын терең меңгерту, оқушылардың жеке қабілеттеріне сәйкес білім беру және оқу процесін жекешелендіру мүмкіндіктері қарастырылады. Сонымен қатар, оқушылар арасында сауалнамалар жүргізіліп, олардың ЖИ-ге көзқарастары мен бұл технологияның білім сапасына әсері зерттеледі. ЖИ-дің дамуы адамның когнитивтік қабілеттерін зерделеу нәтижелеріне негізделіп, оны алгоритмдік түрде компьютерлік жүйелерде іске асыру арқылы жүзеге асады. Мақаланың басты мақсаты – жоғары сынып оқушыларына ЖИ технологияларын тиімді қолдану арқылы сапалы білім беру жолдарын ұсыну және оның білім беру жүйесіне оң ықпалын ғылыми тұрғыда негіздеу.

Түйін сөздер: жасанды интеллект, инженерия, модельдеу, информатика, интерфейс.

Нурпеисова Т.Б.	Авторлар туралы ақпарат: Техника ғылымдарының кандидаты, "Маркшейдерлік іс және геодезия" кафедрасының профессоры, Satbayev University, Алматы қ, Қазақстан. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8162-6053 . E-mail: ntb_2009@mail.ru .
Канибекова М.Ә.	Авторлар туралы ақпарат: Техника ғылымдарының магистрі, "Қазақстан тарихы, жалпы білім беретін пәндер және ақпараттық жүйелер" кафедрасының оқытушысы, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2384-0398 . E-mail: m.kanibekoval@gmail.com .
Тұрғанбай Қ.Е.	Техника ғылымдарының кандидаты, "Қазақстан тарихы, жалпы білім беретін пәндер және ақпараттық жүйелер" кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5608-1845 . E-mail: kuralai_12@mail.ru

Information and Communication Technologies

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-13>

UDC: 004.8/37.013.75

IRSTI: 20.01.45/ 14.35.01

¹Nurpeissova T.B., ^{2*}Kanibekova M.A., ²Turganbay K.E.¹Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan²Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: m.kanibekova1@gmail.com.

Received:

05 January 2024

Peer-reviewed:

28 February 2024

Accepted:

05 March 2024

Abstract

This scientific article examines the impact of the rapid development of artificial intelligence (AI) technologies on the education system in the context of the fourth industrial revolution. Special attention is paid to the analysis of objective prerequisites and factors contributing to the integration of AI into the educational environment. It is emphasized that modern challenges and needs of society require the adaptation of school curricula, in particular for high school students, taking into account the possibilities and advantages of using AI. The authors of the article consider in detail both theoretical and practical aspects of the introduction of AI in the educational process. Specific examples are provided to demonstrate how AI can contribute to more effective learning, adaptation to the individual characteristics of students, and personalization of learning. The results of questionnaires and studies conducted among schoolchildren are also highlighted, reflecting the level of their awareness, interest and attitude towards AI. The interdisciplinary nature of artificial intelligence is particularly emphasized, related to the study of human cognitive processes and the transformation of this knowledge into software algorithms. The main purpose of the article is to substantiate the need to use AI in school education and to develop effective ways to integrate it to improve the quality of education and prepare students for the digital future.

Keywords: artificial intelligence, engineering, modeling, computer science, interface.

Nurpeissova T.B.**Information about authors:**

Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Surveying and Geodesy, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8162-6053>. E-mail: ntb_2009@mail.ru.

Kanibekova M.A.

Master of technical sciences, lecturer of the Department "History of Kazakhstan, General Education disciplines and Information Systems", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2384-0398>. E-mail: m.kanibekova1@gmail.com.

Turganbay K.E.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "History of Kazakhstan, General Education disciplines and Information Systems", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0002-5608-1845>. E-mail: kuralai_12@mail.ru.

Информационно-коммуникационные технологии

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-13>

УДК: 004.8/37.013.75

МРНТИ: 20.01.45/ 14.35.01

Способы использования искусственного интеллекта в образовании

¹Нурпеисова Т.Б., ^{2*}Канибекова М.Ә., ²Тұрғанбай Қ.Е.

¹Satbayev University, г. Алматы, Казахстан

²Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан

*Автор-корреспондент email: m.kanibekoval@gmail.com.

Поступила:
05 января 2024
Рецензирование:
28 февраля 2024
Принята в печать:
05 марта 2024

Аннотация

В данной научной статье рассматривается влияние стремительно-го развития технологий искусственного интеллекта (ИИ) на си-стему образования в условиях четвёртой промышленной револю-ции. Особое внимание уделяется анализу объективных предпосы-лок и факторов, способствующих интеграции ИИ в образователь-ную среду. Подчёркивается, что современные вызовы и потребно-сти общества требуют адаптации школьных программ, в частно-сти для старшеклассников, с учётом возможностей и преимуществ использования ИИ. Авторы статьи подробно рассматривают как теоретические, так и практические аспекты внедрения ИИ в обра-зовательный процесс. Приводятся конкретные примеры, демон-стрирующие, каким образом ИИ может способствовать более эф-фективному усвоению учебного материала, адаптации к индиви-дуальным особенностям учащихся и персонализации обучения. Также освещены результаты проведённых анкет и исследований среди школьников, отражающие уровень их осведомлённости, ин-тереса и отношения к ИИ. Особо подчёркивается междисципли-нарная природа искусственного интеллекта, связанная с изучени-ем когнитивных процессов человека и трансформацией этих зна-ний в программные алгоритмы. Главная цель статьи заключается в обосновании необходимости применения ИИ в школьном обу-чении и разработке эффективных путей его интеграции для по-вышения качества образования и подготовки учеников к цифро-вому будущему.

Ключевые слова: искусственный интеллект, инженерия, модели-рование, информатика, интерфейс.

Нурпеисова Т.Б.

Информация об авторах:
Кандидат технических наук, профессор кафедры "Маркшейдерское дело и геодезия", Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8162-6053>. E-mail: ntb_2009@mail.ru.

Канибекова М.Ә.

Магистр технических наук, преподаватель кафедры «История Казахстана, общеобразова-тельные дисциплины и информационные системы», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2384-0398>. E-mail: m.kanibekoval@gmail.com.

Тұрғанбай Қ.Е.

Кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «История Казах-стана, общеобразовательные дисциплины и информационные системы», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Ка-захстан, <https://orcid.org/0000-0002-5608-1845>. E-mail: kuralai_12@mail.ru.

Кіріспе

Жасанды интеллект (ЖИ) тұжырымдамасы зерттеудің түрлі бағыттарын қамтиды, атап айтқанда: интеллектуалды ақпараттық жүйелерді құру, сөйлеуді тану және генерациялау, табиғи тіл интерфейстерін жетілдіру, машиналық аударма, үлгілерді тану және т.б. Бұл мақала ЖИ технологиясының барлық аспектілерін қамтымай, тек теориялық негізін құрайтын, қазіргі заманғы зерттеулер тұрғысынан маңызды саналатын бағыттарға назар аударады. Атап айтқанда, білім инженериясы, концептуалды білімді игеру, модельдеу және формализациялау әдістері қарастырылып, сараптамалық жүйелерді жобалау мен дамыту идеологиясы ашып көрсетіледі.

ЖИ-ді білім беру жүйесіне интеграциялау жаһандық бәсекелестікке қабілеттілік пен төртінші өнеркәсіптік революция жағдайында табысты даму факторы ретінде танылады. Нейрондық желілерге негізделген отандық бағдарламалық платформалар, желілік құрылымдар және Big Data технологияларының өзара ықпалдасуы осы үдерісте негізгі рөл атқарады [1].

Жасанды интеллект – адамның когнитивтік қабілеттерін имитациялау арқылы нақты міндеттерді өз бетінше шешуге мүмкіндік беретін технологиялық шешімдер жиынтығы. Мұндай жүйелер алдын ала жазылған алгоритмсіз дербес оқуға, логикалық ой қорытуға және дербес әрекет етуге қабілетті.

ЖИ-дің басты сипаттамалары мыналарды қамтиды:

- табиғи тілдік ақпаратты түсіну;
- оқыту мүмкіндігі;
- логикалық ойлау қабілеті;
- өздігінен әрекет ету дағдысы.

Қазіргі таңда ЖИ инновациялары тек өндірістік немесе инженерлік салада ғана емес, білім беру сияқты әлеуметтік маңызы бар бағыттарда да кеңінен қолданылуда. ЖИ жүйелерін жоғары оқу орындарында оқыту үдерісіне енгізу білім алушылардың оқу жетістіктерін жекешелендіруге, оқытуды оңтайландыруға және олардың цифрлық сауаттылығын арттыруға мүмкіндік береді.

Жоғары білім беру мекемелерінде ЖИ технологиялары деректерді талдау курстары аясында немесе қолданбалы информатика бағытында белсенді енгізіліп келеді. Кейбір ЖИ жүйелері білім алушылардың оқу белсенділігін талдайды, автоматты түрде тесттер мен жобалық жұмыстарды бағалайды, тілдік қателерді анықтап, түзету ұсынады.

ЖИ жүйелерін қолдану әсіресе онлайн және гибриді оқыту платформаларында маңызды. Мысалы, GeekBrains, Coursera немесе Stepik платформаларында ЖИ элементтері кіріктірілген оқыту құралдары ұсынылуда. Бұл жүйелердің тиімділігі – білім алушының білім деңгейіне бейімделетін жеке оқу траекториясын құру, оқу материалдарын автоматты түрде сараптау, сондай-ақ оқытушыға оқыту сапасын мониторингілеуге мүмкіндік беру.

ЖИ жүйелерінің интеллектуалдық негізі Big Data, Data Mining және Learning Analytics секілді технологияларға сүйенеді. Олар білім беру үдерісінің тиімділігін арттыруға бағытталған және келесі артықшылықтарды қамтамасыз етеді:

Білім алушы үшін:

- оқу материалының мазмұны мен көлемін таңдауға мүмкіндік беру;
- оқу қарқыны мен деңгейін дербес реттеу;
- виртуалды нұсқаушымен өзара әрекеттесу;
- кәсіби бағыттағы симуляциялық модельдермен жұмыс істеу;
- емтиханға тиімді дайындалу мүмкіндігі.

Оқытушы үшін:

- білім алушының қабілетіне қарай жеке оқу маршрутын құру;
- оқу үдерісіндегі жасырын заңдылықтарды анықтау;
- топтық оқыту формаларын тиімді пайдалану;
- оқу мазмұнын оңтайлы құрылымдау;

- оқу нәтижесін дер кезінде бағалап, түзету енгізу.

Әдістер

Зерттеу «Ақпараттық жүйелер» білім беру бағдарламасының 1, 2 және 3 курс білім алушылары арасында жүргізілді. Оның мақсаты – жасанды интеллект (ЖИ) ұғымын жоғары оқу орнында тиімді оқытудың мазмұнын, құрылымын және әдістемесін айқындау болды. Бұл мақсатқа жету үшін бірнеше әдіснамалық негіздер мен технологиялық құралдар пайдаланылды. Атап айтқанда, білім инженериясы, нейрондық желілер, машиналық оқыту, деректерді талдау және электрондық модельдеу әдістері зерттеуге енгізілді.

Зерттеу барысында білім алушыларға ЖИ технологияларын қолдану аясын түсіндіру, оның ішінде сөйлеуді тану, жауап құрастыру және оқуға қатысты автоматты кері байланыс функцияларын жүзеге асыратын ЖИ нейрожелілерінің жұмысы таныстырылды. ЖИ жүйелерін онлайн оқыту платформаларында пайдалану тиімділігі қарастырылды, себебі пандемия кезеңінде жазбаша тапсырмаларды тексеруге көп уақыт бөлінгенімен, оқытушы тарапынан ауызша түсіндіру мен жекелендірілген кері байланысқа уақыт жетіспегені байқалды.

Практикалық бөлімде білім алушылар ЖИ жүйелерінің мынадай тақырыптарын игерді:

- машиналық оқыту және нейрондық желілердің (нейрондар мен синапстар) жұмыс принциптері;
- ЖИ-дің өнеркәсіп, білім беру, ойын индустриясы және әлеуметтік саладағы қолданыс аясы;
- электрондық кестелерді қолдану арқылы математикалық модельдеу;
- нейрондық желілер негізіндегі бағдарламалық жобалар құрастыру;
- оқытушы мен ЖИ технологияларының бірлескен әрекеттесу үлгілерін қарастыру.

Зерттеу аясында халықаралық тәжірибе мен онлайн платформалар (мысалы, Geek-Brains) материалдары талданды және оларды қазақстандық ЖОО-ның оқу процесіне бейімдеу жолдары ұсынылды. ЖИ тақырыптарын меңгеру барысында білім алушылардың функционалдық сауаттылығын арттыруға бағытталған тапсырмалар қолданылып, машиналық оқыту мен үлгі тану технологиялары енгізілді.

ЖИ саласындағы зерттеу келесі екі негізгі бағытқа негізделді:

- адамның интеллектуалдық әрекеттерін технологиялық құралдармен модельдеу (теоремаларды дәлелдеу, ойын стратегиялары, логикалық есептерді шешу);
- нейрофизиологиялық және психологиялық механизмдер арқылы интеллектуалдық қызметті зерттеу.

Қосымша түрде сараптамалық жүйелер, концептуалды білім моделін игеру, үлгі тану, табиғи тілді өңдеу, машиналық аударма және сөйлеуді тану технологиялары зерттеліп, оларды жоғары білім беру жүйесіне интеграциялау жолдары ұсынылды. Зерттеу әдістері ретінде теориялық әдебиеттерді шолу, салыстырмалы талдау, мазмұндық құрылымдау және тәжірибелік модельдеу қолданылды.

Нәтижелер

Жоғары білім беру жүйесінде жасанды интеллект технологияларын енгізу білім алушылардың кәсіби құзыреттілігін қалыптастыруда маңызды рөл атқарады. «Ақпараттық жүйелер» білім беру бағдарламасы аясында «Жасанды интеллектке кіріспе: технологиялық шешімдер» модулі білім алушылардың машиналық оқытуға деген қызығушылығын арттырып, ЖИ-дің адам мен қоғамға ықпал ету мүмкіндіктерін талдауға бағытталған.

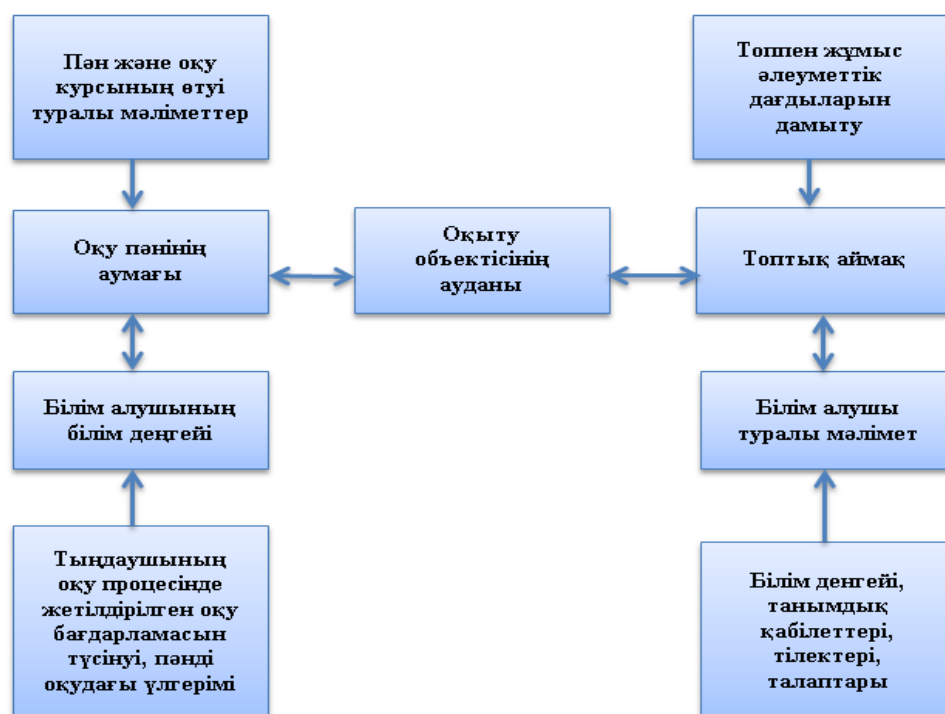
Дәрістер барысында білім алушылар робототехника, автономды жүйелер, интеллектуалды ойындар, дауыстық көмекшілер және ЖИ арқылы жасалған өнер туындыларымен танысты. Практикалық сабақтарда олар Google Assistant, Alice секілді көмекшілерді, сондай-ақ Vinci, DeepArt.io сияқты кескін өңдеу құралдарын тәжірибе жүзінде пайдаланды.

Білім алушылар ЖИ-дің түрлі салалардағы (денсаулық сақтау, көлік, білім беру, индустрия) қолдану аясын зерттеді. ЖИ көмегімен бейнебақылау жүйелері, мәтін мен бет-әлпетті тану, нөмірді анықтау алгоритмдері қарастырылды. Семинарлар арқылы олар деректерді талдау, ЖИ жүйелерінің логикасын түсіну, және ақпараттық бейнелерді модельдеуді меңгерді.

Білім алушылардың құзыреттіліктерін дамытуда бейімделген оқыту платформаларының рөлі ерекше аталды. 2U, Wiley, Canvas, Blackboard, RealizeIT сияқты жүйелердің негізінде жеке оқу траекториясын құру, білім деңгейін автоматты түрде анықтау және оқу мазмұнын бейімдеу мүмкіндіктері зерттелді.

ЖИ технологияларын қолдану арқылы оқытушы білім алушының үлгерімін нақты бақылап, дер кезінде кері байланыс бере алады. Бұл жүйелер білім алушы материалды толық меңгермеген жағдайда қиындықтарды дер кезінде анықтап, қосымша түсіндіруді ұсына алады. Сонымен қатар, чат-боттар арқылы жүргізілетін сауалнамалар білім беру сапасын бағалауда тиімді құралға айналып отыр.

Жалпы, зерттеу барысында ЖИ технологияларын жоғары білім беру процесіне енгізу оқыту тиімділігін арттыруға, білім алушылардың белсенділігін көтеруге және цифрлық құзыреттілікті дамытуға ықпал ететіні дәлелденді.



Сурет 1. «Зерттеу объектісі» схемасы

Схемада төмендегідей аймақтар қарастырылады:

1. Оқу пәнінің аймағы. Бұл аймақ оқытылатын курс мазмұны мен оның өту реті туралы мәліметтерді қамтиды. ЖИ жүйесі нақты уақыт режимінде білім алушының қажеттіліктеріне сай оқу мазмұнын бейімдеп, жеке оқу траекториясын ұсынуға тиіс. Мұндай жүйелер білім беру процесінің жекешелендірілген сипатын қамтамасыз етеді.

2. Оқыту объектісінің аймағы. Бұл аймақ оқытушы туралы мәліметтерді, сондай-ақ білім алушының оқу барысындағы әрекеттерін, курсты меңгеру сапасын, мінез-құлық белгілерін және білім деңгейін қамтиды.

Мәліметтер екіге бөлінеді:

- нақты білім деңгейі (курстың мазмұнын меңгеру деңгейі, қателер саны мен сипаты, үлгерімі);

• жалпы ақпарат (білім алушының мақсаттары, когнитивтік мүмкіндіктері, мотивациясы, бастапқы білім деңгейі, тәжірибесі және оқу стилі).

3. Топтық аймақ. Бұл аймақ әлеуметтік дағдыларды дамыту мен топпен жұмыс істеу элементтерін қамтиды. ЖИ жүйелері топтық динамиканы бақылап, рөлдерді тиімді бөлуді автоматтандыруы мүмкін [5].

4. Автоматты бағалау. Жасанды интеллект негізіндегі автоматтандырылған бағалау жүйелері білім алушының тапсырмаларын тексеріп, мұғалімнің әрекетін модельдейді. Бұл жүйелер жауаптарды талдай алады, бейімделген кері байланыс береді және білім алушыға жеке оқу жоспарын ұсынады.

5. Интервалдық жаттығулар. ЖИ қолдану арқылы ұсынылатын бұл әдістеме өтілген материалды тиімді қайталауға және бекітуге мүмкіндік береді.

6. Оқытушыны бағалау. ЖОО-ларда білім алушылардың оқытушыларға деген көзқарасын анықтау мақсатында сауалнамалар жүргізіледі. Қағаз түріндегі сауалнамалардың орнына цифрлық формат енгізілгенімен, кері байланыс сапасы өзгеріссіз қалып отыр. ЖИ бұл процессті келесідей оңтайландыра алады:

- Чат-боттар білім алушымен сұхбаттаса отырып, деректер жинайды;
- Сұхбат контекстіне қарай бейімделіп, терең кері байланыс береді;
- Агрессия мен дөрекі пікірлерді автоматты түрде сүзгіден өткізеді.

7. Сауалнама және ЖИ қолдануға қатысты хабардарлықты бағалау. Зерттеу аясында "Ақпараттық жүйелер" мамандығы бойынша 1, 2 және 3 курс білім алушылары арасында сауалнама жүргізілді. Оның мақсаты – білім алушылардың ЖИ технологиялары туралы хабардарлық деңгейін анықтау және оны оқу процесінде қолдануға деген ниеттерін бағалау болды.

Сауалнама сұрақтарының тізімі:

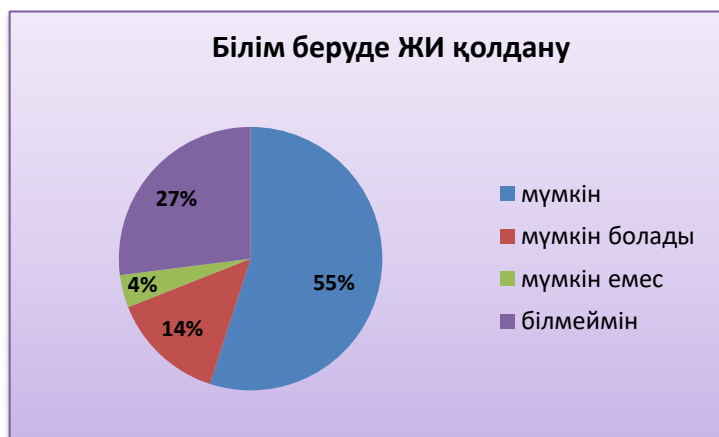
1. Сіз ЖИ жүйелері туралы білесіз бе?
 2. ЖИ жүйелерін білім беруде қолдануға бола ма?
 3. Оқытуда ЖИ жүйелерін пайдаланғыңыз келе ме?
 4. Төмендегі жүйелердің кез келгені туралы естідіңіз бе? (Canvas, Skyeng, чат- боттар, Google AutoDraw, Beautiful.ai, DeepCode, Yva, Cap-tionBot)
 5. Сіз жоғарыда аталған ЖИ жүйелерінің кем дегенде біреуін қолдандыңыз ба?
 6. Оқу процесіне ЖИ жүйелерін енгізу қажет деп санайсыз ба?
 7. Ақпарат пайдалы болар еді. ЖИ жүйелері туралы не білдіңіз?
- Сауалнама барысында төменде диаграмма түрінде берілген деректер алынды.



Сурет 2. Сауалнаманың 1 сұрағына жауап

Жоғарыда келтірілген сауалнама нәтижелері көрсеткендей, білім алушылардың басым бөлігі жасанды интеллект (ЖИ) жүйелері туралы естіп-білген және оларды оқу үдерісінде

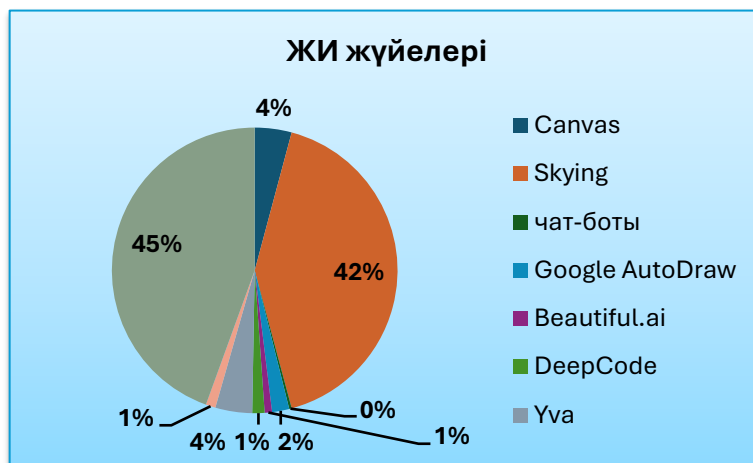
пайдалануға дайын. Сонымен қатар, кейбір білім алушылар ЖИ технологияларын өздері байқамастан тәжірибеде қолданғанын мойындады – мысалы, смартфондағы қосымшалар немесе интернеттегі графикалық өңдеу құралдары арқылы.



Сурет 3. Сауалнаманың 2 сұрағына жауап



Сурет 4. Сауалнаманың 3 сұрағына жауап



Сурет 5. Сауалнаманың 4 сұрағына жауап



Сурет 6. Сауалнаманың 5 сұрағына жауап



Сурет 7. Сауалнаманың 6 сұрағына жауап



Сурет 8. Сауалнаманың 7 сұрағына жауап

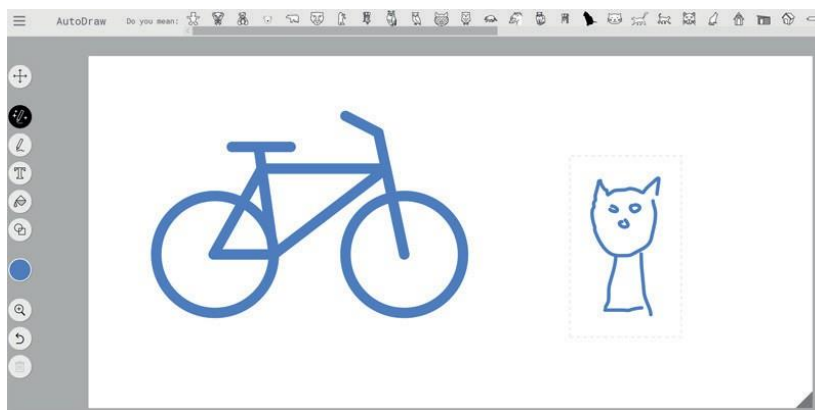
Тақырыпты тереңірек зерттеу нәтижесінде оқу үдерісінде нақты қолдануға болатын бірнеше пайдалы ЖИ құралдары іріктеліп алынды. Бұл құралдар білім алушылардың визуализация дағдыларын дамытуға, жобалар мен курстық жұмыстарды безендіруге, графикалық деректерді оңай өңдеуге мүмкіндік береді.

Google AutoDraw – қолмен салынған сызбаларды кәсіби клипартқа айналдыратын онлайн-сервис. ЖИ көмегімен AutoDraw қолданушы салған эскизді нақты уақытта таниды және оған ұқсас кәсіби суреттерді ұсынады. Пайдаланушы дайын иллюстрацияны компьютерге жүктеп алып, оны презентация, курстық жұмыс немесе есептік материалдарға енгізе алады.

Қолдану мүмкіндігі:

AutoDraw – оқу материалдарын визуалды түрде толықтыруда таптырмас құрал. Мысалы, презентация жасағанда, сызбалар немесе сұлбалар салу қажет болғанда білім алушы тінтуірмен еркін сурет сала алады, ал бағдарлама оның мағынасын танып, бірнеше нұсқа ұсынады. Бұл әсіресе техникалық емес мамандар үшін немесе көркем бейнелеу дағдылары шектеулі білім алушыларға қолайлы.

Сервис әсіресе курстық жұмыс, реферат немесе ғылыми жобаға қосымша графикалық материал дайындауда тиімді. Сонымен қатар, бұл құрал концептуалды ойлау мен визуализацияны дамытуға көмектеседі, әрі оны мультимедиялық контент жасауға пайдалану да тиімді.



Сурет 9. Google AutoDraw сурет салу мысалы

Beautiful.ai – ЖИ технологияларын пайдалана отырып, слайдтық презентациялар құру процесін автоматтандыратын және оңайлататын онлайн-құрал. Beautiful.ai қолданушының жұмыс барысын талдай отырып, әр слайдты кәсіби деңгейде қалыптастыруға көмектеседі. Жүйе презентация элементтерінің орналасуын автоматты түрде түзетіп, түстер үйлесімін оңтайландырады, графиканы қайта сызады және мазмұнға сәйкес келетін анимациялар мен слайд үлгілерін ұсынады.

Практикалық қолдану мүмкіндігі: білім алушылар бұл сервисті курстық жұмыс, ғылыми жоба немесе есеп беру мақсатында презентация дайындауда қолдана алады. ЖИ негізінде жұмыс істейтін бұл платформа дизайн тәжірибесі жоқ білім алушылар үшін де оңтайлы, себебі ол презентацияның кәсіби әрі көрнекі болуын қамтамасыз етеді. Сервис дайын материалдарды бұлтта сақтау, PDF және PowerPoint форматтарына экспорттау мүмкіндігін де ұсынады. Beautiful.ai – презентация жасауда уақытты үнемдеп, назарды мазмұнға шоғырландыруға мүмкіндік беретін тиімді құрал.

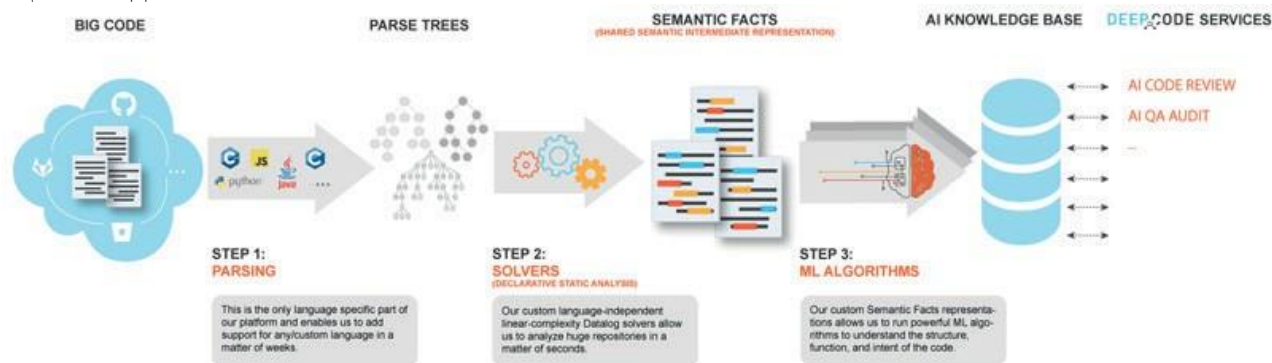
DeepCode

Бұл – бағдарламалық кодты ЖИ көмегімен талдайтын және ондағы қателерді анықтап, түзету бойынша ұсыныстар беретін интеллектуалды сканер. DeepCode жүйесі 250 000-нан астам алгоритмдік ереже мен бағдарламалау әдістеріне сүйенеді. Ол JavaScript, Java, Python тілдерімен жұмыс істейтін әзірлеушілерге арнап жасалған және GitHub репозиторийлерін

қолдайды.

Практикалық қолдану мүмкіндігі:

"Ақпараттық жүйелер" мамандығы бойынша білім алушылар бұл құралды бағдарламалық жобаларын тексеру үшін қолдана алады. Курстық немесе дипломдық жобаларды жасауда, әсіресе үлкен көлемдегі кодпен жұмыс істегенде, DeepCode жүйесі код сапасын арттыруға, логикалық және синтаксистік қателерді азайтуға септігін тигізеді. Сонымен қатар, ол өзін-өзі үйрететін платформа ретінде білім алушының код жазу дағдыларын жетілдіруге ықпал етеді.



Сурет 10. Программалық қамтамасыз етудің жұмыс схемасы

Yva – жасанды интеллект негізінде жұмыс істейтін, корпоративтік коммуникацияларды талдайтын бұлтты аналитикалық жүйе. Yva ұйым ішіндегі пошталар мен хабар алмасу құралдарына қосылып, ұжым мүшелерінің әрекеттері мен көңіл-күйлеріне байланысты мәліметтер жинайды және талдайды. Бұл жүйе әрбір қызметкердің өнімділігі, командалық рөлі, күйіп қалу қаупі, жұмыстан шығу ықтималдығы сияқты аспектілер бойынша ұсынымдар әзірлейді.

Білім беру саласындағы қолдану мүмкіндігі: Yva білім беру мекемелерінде де тиімді қолданыс табуы мүмкін. Мысалы, топтық жобалар мен ұжымдық жұмыс жағдайында білім алушылар арасындағы қарым-қатынасты бағалау және жанжалдардың алдын алу мақсатында қолдануға болады. Сонымен қатар, оқытушылар мен академиялық кеңесшілерге білім алушылардың оқу процесіне қатысу деңгейі мен эмоционалды жағдайы туралы ақпарат бере алады. Бұл құрал академиялық қолдауды жекешелендіруге және дер кезінде интервенция жасауға мүмкіндік береді.

CaptionBot – Microsoft корпорациясы әзірлеген онлайн-сервис, кескіндердегі объектілерді танып, фотосуретті сипаттау үшін нейрондық желілерді пайдаланады. CaptionBot екі ЖИ технологиясына негізделген: Computer Vision (кескін тану) және Natural Language Processing (табиғи тілді өңдеу). Бұл жүйе қолданушының жүктеген суретін автоматты түрде талдап, оның мазмұнын қарапайым тілмен сипаттайды.

Практикалық қолдану: білім алушылар бұл құралды суретке негізделген эссе жазуда, курстық немесе жобалық жұмыстарда визуалды материалдарды субтитрлеуде қолдана алады. CaptionBot студенттердің мәтін мен кескін арасындағы байланыс орнату дағдыларын дамытуға ықпал етеді. Сонымен қатар, бұл құрал графикалық мәліметтерді автоматты сипаттау арқылы презентациялар мен деректер визуализациясына көмек береді.

Талқылау

Зерттеу барысында жасанды интеллект (ЖИ) жүйелерін білім беру процесіне енгізудің теориялық және практикалық аспектілері қарастырылды. Алынған мәліметтер ЖИ технологияларының тек техникалық пәндер үшін ғана емес, білім алушылардың цифрлық

сауаттылығын арттыруда, дербес оқу траекторияларын құруда, оқу материалдарын бейімдеуде және оқу нәтижелерін жедел бағалауда маңызды рөл атқаратынын көрсетті.

«Ақпараттық жүйелер» білім беру бағдарламасы аясында білім алушылар ЖИ құралдарын практикалық жобаларда, алгоритмдік тапсырмаларды шешуде, программалау орталарымен жұмыс жасауда кеңінен қолдана алады. DeepCode сияқты жүйелер код сапасын автоматты бағалауға мүмкіндік берсе, Beautiful.ai визуализация дағдыларын дамытуға көмектеседі. Бұл құралдар студенттердің кәсіби құзыреттерін қалыптастырумен қатар, сыни ойлау мен цифрлық аналитиканы дамытуға ықпал етеді.

ЖИ жүйелерінің оқу процесіндегі артықшылықтары қатарына мыналарды жатқызуға болады:

- жеке оқу траекториясы: ЖИ әр білім алушының деңгейі мен қабілетіне қарай мазмұнды бейімдей алады;
- кері байланыстың жылдамдығы: студент қателігін бірден көріп, түзетуге мүмкіндік алады;
- қашықтан және инклюзивті оқытуды қолдау: мүмкіндігі шектеулі және шалғайдағы білім алушылар үшін қолжетімділік артады;
- цифрлық құралдарды қолдану арқылы белсенді оқыту әдістерін енгізу.

Сонымен қатар, сауалнама нәтижелері білім алушылардың ЖИ жүйелеріне деген қызығушылығы мен оларды оқу процесінде қолдануға дайындығын айқын көрсетті. Бұл – оқу бағдарламасына ЖИ құралдарын жүйелі енгізудің қажеттілігін дәлелдейтін маңызды фактор. Алайда, кейбір білім алушыларда ЖИ жүйелерін қолдану тәжірибесінің шектеулі екені де байқалды. Бұл оқыту бағдарламасында арнайы курстар мен тренингтер өткізу қажеттілігін туындатады.

Осыған байланысты келесі ұсыныстар беруге болады:

- ЖИ негіздері бойынша элективті курс енгізу;
- білім алушылардың практикалық машықтарын арттыру үшін жобалық жұмыстарға ЖИ құралдарын біріктіру;
- ЖИ жүйелерімен жұмыс істеуге арналған ашық цифрлық ресурстарды оқу бағдарламасына енгізу;
- оқытушылар үшін ЖИ құралдарын пайдалануға арналған әдістемелік нұсқаулықтар әзірлеу.

Осы бағыттар бойынша жұмыс жалғастырылса, ЖИ технологияларын білім беру жүйесіне енгізу білім сапасын арттыруда маңызды қадам болмақ.

Қорытынды

Зерттеу жұмысы барысында жасанды интеллект (ЖИ) технологияларын білім беру процесіне енгізудің негізгі аспектілері қарастырылып, олардың оқу үдерісіндегі рөлі мен мүмкіндіктері сарапталды. ЖИ жүйелері қазіргі таңда білім беруді жекешелендіру мен бейімдеу бағытында кеңінен қолданылып жатыр. Бұл технологиялар әр білім алушының жеке ерекшеліктеріне сәйкес оқу мазмұнын нақты уақыт режимінде реттеуге мүмкіндік береді, әсіресе мүмкіндігі шектеулі жандарды қашықтан немесе инклюзивті форматта оқытуда аса тиімді.

ЖИ жүйелерін өз бетімен білім алу (self-learning) және аралас оқыту (blended learning) моделдерінде қолдану да перспективалы бағыттардың бірі. Бұл жағдайда оқу мазмұны икемді кесте бойынша ұйымдастырылып, білім алушының қабілетіне сай бейімделеді. Сонымен қатар, ЖИ құралдары дарынды білім алушылармен жеке жұмыс істеу, оқу нәтижелерін жылдам бағалау және кері байланыс ұсыну секілді функцияларды тиімді орындай алады.

Сауалнама нәтижелері қазіргі білім алушылардың ЖИ жүйелерімен таныс екенін, олардың оқу үдерісінде қолданылуын қолдайтынын көрсетті. Көптеген білім алушылар ЖИ

құралдары туралы ақпаратты пайдалы деп бағалап, оларды практикалық жұмыстарда қолдануға дайын екенін білдірді. Кейбірі бұл жүйелермен тәжірибе жасап, оң әсер алғанын атап өтті.

Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, жоғары білім беру мекемелерінде ЖИ технологияларын кеңінен қолдануға болады деп қорытынды жасауға болады. Әсіресе «Ақпараттық жүйелер» білім беру бағдарламасы аясында ЖИ жүйелерін оқу мазмұнына енгізу, білім алушылардың құзыреттіліктерін арттырып, заманауи цифрлық ортаға бейімделу қабілетін дамытады.

Мүдделер қақтығысы. Корреспондент автор мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Осы мақалаға сілтеме: Канибекова М.Ә., Тұрғанбай Қ.Е. Жасанды интеллектіні білім беруде қолдану жолдары. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):135-148. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-13>

Cite this article as: Kanibekova M.A., Turganbay K.E. Zhasandy intellektini bilim berude koldanu zholdary [Ways to use artificial intelligence in education]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):135-148. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-13>

Литература

- [1] Шваб К., Дэвис Н. Технологии Четвертой промышленной революции. Москва: Эксмо. 2018, 320.
- [2] Полысалов Г.Ю. Искусственный интеллект в образовании. [Электронный ресурс]. URL: <https://scienceforum.ru/2020/article/2018019876> (дата обращения: 10.01.2024).
- [3] Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные системы. Москва: Лаборатория знаний. 2016, 224.
- [4] Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход. Москва: Вильямс. 2019, 1408.
- [5] Добрица В.П., Горюшкин Е.И. Применение интеллектуальной адаптивной платформы в образовании. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-intellektualnoy-adaptivnoy-platformy-v-obrazovanii/viewer> (дата обращения: 10.1.2024).
- [6] Потапов А.С. Искусственный интеллект и универсальное мышление. Москва: Политехника. 2012, 711.
- [7] Левченко И.В. Основные подходы к обучению элементам искусственного интеллекта в школьном курсе информатики. Информатика и образование. 2019; 6:7–15.
- [8] Салахова А.А. Изучение интеллектуальных алгоритмов на примере реализации Apriori в углубленном курсе информатики. Информатика. 2016; (5/6):3–17.
- [9] Самылкина Н.Н., Салахова А.А. Основы искусственного интеллекта в школьном курсе информатики: история вопроса и направления развития. Информатика в школе. 2019; (7):32–39. <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2019-18-7-32-39>

References

- [1] Schwab K, Davis N. Tekhnologii Chetvertoy promyshlennoy revolyutsii [Technologies of the Fourth Industrial Revolution]. Moscow: Eksmo. 2018, 320. (in Russ.)
- [2] Polysalov GYu. Iskusstvennyy intellekt v obrazovanii [Artificial Intelligence in Education]. (Electronic resource). URL: <https://scienceforum.ru/2020/article/2018019876> (Accessed on January 10, 2024). (in Russ.)
- [3] Yasnitskiy LN. Intellektualnye sistemy [Intelligent Systems]. Moscow: Laboratoriya znaniy. 2016, 224. (in Russ.)
- [4] Russel S, Norvig P. Iskusstvennyy intellekt. Sovremennyy podkhod [Artificial Intelligence: A Modern Approach]. Moscow: Williams. 2019, 1408. (in Russ.)

-
- [5] Dobritsa VP, Goryushkin EI. Primenenie intellektualnoy adaptivnoy platformy v obrazovanii [Application of Intelligent Adaptive Platform in Education]. (Electronic resource). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-intellektualnoy-adaptivnoy-platformy-v-obrazovanii/viewer> (Accessed on January 10, 2024). (in Russ.)
- [6] Potapov AS. Iskusstvennyy intellekt i universalnoye myshleniye [Artificial Intelligence and Universal Thinking]. Moscow: Politehnika. 2012, 711. (in Russ.)
- [7] Levchenko IV. Osnovnye podkhody k obucheniyu elementam iskusstvennogo intellekta v shkolnom kurse informatiki [Main Approaches to Teaching Artificial Intelligence Elements in the School Informatics Course]. Informatika i obrazovaniye = Informatics and Education. 2019; 6:7–15. (in Russ.)
- [8] Salakhova AA. Izuchenie intellektualnykh algoritmov na primere realizatsii Apriori v uglublennom kurse informatiki [Study of Intelligent Algorithms Using the Example of Apriori Implementation in an Advanced Informatics Course]. Informatika. 2016; (5/6):3–17. (in Russ.)
- [9] Samylkina NN, Salakhova AA. Osnovy iskusstvennogo intellekta v shkolnom kurse informatiki: istoriya voprosa i napravleniya razvitiya [Fundamentals of Artificial Intelligence in the School Informatics Course: History and Development Directions]. Informatika v shkole = Informatics in School. 2019; (7):32–39. <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2019-18-7-32-39> (in Russ.)

Информационно-коммуникационные технологии

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-14>

УДК: 621.9:004.432

МРНТИ: 55.01

Исследование жизненного цикла промышленного изделия «Муфта зубчатая»

^{*1}Удербаета А.Е., ^{*2}Шакенова Ж.Н., ²Карлинская М.А.

¹Satbayev University, г.Алматы, Казахстан

²Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г.Алматы, Казахстан

*Автор-корреспондент email: milya_scorpion@mail.ru

Поступила:
08 декабря 2024
Рецензирование:
18 января 2024
Принята в печать:
20 февраля 2024

Аннотация

В данной статье представлено исследование жизненного цикла промышленного изделия «Муфта зубчатая» с использованием итерационного подхода. Рассматриваются современные методы и средства моделирования, применяемые на всех этапах жизненного цикла изделия: от технического задания и проектирования до производства, контроля и сбыта. Основное внимание уделено построению итерационной и функциональной моделей, позволяющих структурировать процесс разработки и реализации изделия в машиностроительном производстве. Итерационная модель отражает поэтапную реализацию жизненного цикла и включает семь итераций, каждая из которых представляет собой логически завершённый этап проектирования и обработки. На основе этой модели разработана функциональная схема обработки изделия, в которой учтены все входные и выходные параметры, технологические требования и особенности станочной системы. Особое внимание в работе уделено построению трёх типов математических моделей синтеза станочной системы: с полной, частичной и маршрутной взаимозаменяемостью оборудования. Эти модели позволяют эффективно планировать ресурсы и оптимизировать производственные затраты. Результаты исследования показывают, что интеграция САПР-технологий, таких как SolidWorks и Cimatron, с итерационной моделью жизненного цикла существенно повышает качество проектных решений, снижает количество ошибок и сокращает сроки подготовки производства. Разработанные модели могут быть адаптированы и внедрены в машиностроительных предприятиях Республики Казахстан и других стран, стремящихся к цифровизации производственных процессов.

Ключевые слова: программный модуль, компьютерное моделирование, итерация, техническое задание, оператор СЧПУ, станочная система

Удербаета А.Е.

Информация об авторах:

Доктор PhD, ассоциированный профессор, Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1641-7404>. E-mail: aset_007800@inbox.ru

Шакенова Ж.Н.

Магистр, старший преподаватель кафедры «История Казахстана, общеобразовательные дисциплины и информационные системы», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7801-4619>. E-mail: milya_scorpion@mail.ru

Карлинская М.А.

Магистр, старший преподаватель кафедры «История Казахстана, общеобразовательные дисциплины и информационные системы», Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Республика Казахстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-2725-0305>. E-mail: m_kar@mail.ru

Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-14>

ЭОЖ: 621.9:004.432

GTAMP: 55.01

«Тісті муфта» өнеркәсіптік бұйымының өмірлік циклін зерттеу

*¹Удербасева А.Е., *²Шакенова Ж.Н., ²Карлинская М.А.¹Satbayev University, Алматы қ, Қазақстан Республикасы¹Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан Республикасы*Автор-корреспондент email: milya_scorpion@mail.ru

Мақала келді:
08 желтоқсан 2024
Сараптамадан өтті:
18 қаңтар 2024
Қабылданды:
20 ақпан 2024

Түйіндеме

Бұл мақалада итерациялық тәсілді қолдана отырып, "муфта тісті" өнеркәсіптік өнімнің өмірлік циклін зерттеу ұсынылған. Өнімнің өмірлік циклінің барлық кезеңдерінде қолданылатын модельдеудің заманауи әдістері мен құралдары қарастырылады: техникалық тапсырма мен жобалаудан бастап өндіріске, бақылауға және сатуға дейін. Негізгі назар машина жасау өндірісінде өнімді әзірлеу және сату процесін құрылымдауға мүмкіндік беретін итерациялық және функционалды модельдерді құруға бағытталған. Итерациялық модель өмірлік циклдің кезең-кезеңімен жүзеге асырылуын көрсетеді және жеті қайталануды қамтиды, олардың әрқайсысы дизайн мен өңдеудің логикалық аяқталған кезеңін білдіреді. Осы модель негізінде өнімді өңдеудің функционалды схемасы жасалды, онда барлық кіріс және шығыс параметрлері, Технологиялық талаптар және машина жүйесінің ерекшеліктері ескеріледі. Жұмыста машина жүйесін синтездеудің математикалық модельдерінің үш түрін құруға ерекше назар аударылады: жабдықтың толық, ішінара және маршруттық өзара алмасуымен. Бұл модельдер ресурстарды тиімді жоспарлауға және өндіріс шығындарын оңтайландыруға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері SolidWorks және Cimatron сияқты АЖЖ технологияларын итерациялық өмірлік цикл үлгісімен біріктіру дизайн шешімдерінің сапасын айтарлықтай жақсартады, қателерді азайтады және өндірісті дайындау уақытын қысқартады. Әзірленген модельдер Қазақстан Республикасының және өндірістік процестерді цифрландыруға ұмтылатын басқа елдердің машина жасау кәсіпорындарында бейімделуі және енгізілуі мүмкін.

Түйін сөздер: бағдарламалық модуль, компьютерлік модельдеу, қайталау, техникалық тапсырма, СБББ операторы, машина жүйесі.

Удербасева А.Е.	Авторлар туралы ақпарат: PhD докторы, "Машина жасау" кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Satbayev University, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1641-7404 . E-mail: asem_007800@inbox.ru
Шакенова Ж.Н.	Техника ғылымдарының магистрі, "Қазақстан тарихы, жалпы білім беретін пәндер және ақпараттық жүйелер" кафедрасының аға оқытушысы, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7801-4619 . E-mail: milya_scorpion@mail.ru
Карлинская М.А.	Экономика ғылымдарының магистрі, "Қазақстан тарихы, жалпы білім беретін пәндер және ақпараттық жүйелер" кафедрасының аға оқытушысы, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-2725-0305 . E-mail: m_kar@mail.ru

Study of the life cycle of an industrial product «Tooth coupling»**¹Uderbayeva A.E., ²Shakenova Zh.N., ²Karlinskaya M.A.**¹Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan²Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: milya_scorpion@mail.ru

Received: 08 December 2024 Peer-reviewed: 18 January 2024 Accepted: 20 February 2024	Abstract This article presents a study of the life cycle of an industrial product "Gear coupling" using an iterative approach. Modern modeling methods and tools used at all stages of the product life cycle are considered: from technical specifications and design to production, control and marketing. The main attention is paid to the construction of iterative and functional models that allow structuring the process of product development and implementation in machine-building production. The iterative model reflects the phased implementation of the life cycle and includes seven iterations, each of which represents a logically completed design and processing stage. Based on this model, a functional product processing scheme has been developed, which takes into account all input and output parameters, technological requirements and features of the machine system. Special attention is paid to the construction of three types of mathematical models for the synthesis of a machine tool system: with full, partial and route interchangeability of equipment. These models make it possible to efficiently plan resources and optimize production costs. The results of the study show that the integration of CAD technologies such as SolidWorks and Cimatron with an iterative lifecycle model significantly improves the quality of design solutions, reduces errors and reduces production preparation time. The developed models can be adapted and implemented in machine-building enterprises of the Republic of Kazakhstan and other countries seeking to digitalize production processes.
	Keywords: the software module, computer simulation, iteration, technical specification, CNC operator, mathematical model, machine tool system.
Uderbayeva A.E.	Information about authors: PhD, associate professor of the Department "Mechanical Engineering", Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1641-7404. E-mail: asem_007800@inbox.ru.
Shakenova Zh.N.	Master of technical sciences, senior lecturer of the Department "History of Kazakhstan, General Education disciplines and Information Systems", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7801-4619. E-mail: milya_scorpion@mail.ru
Karlinskaya M.A.	Master of economic sciences, senior lecturer of the Department "History of Kazakhstan, General Education disciplines and Information Systems", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-2725-0305. E-mail: m_kar@mail.ru

Введение

Особое внимание в наше время уделяется сокращению сроков разработки, улучшению качества и освоению выпуска новых конкурентоспособных изделий из металлопродукции, которые в дальнейшем будут пользоваться рыночным спросом и занимать доминирующее место в развитии промышленности Республики Казахстан, СНГ, так и в мировом сообществе. Главным критерием для прогресса материально-технической базы считается внедрение современных вычислительных комплексов и систем в основное и вспомогательное производство, что создает быстрый рост и эффективность производительности труда всего производства.

Выпуск продукции машиностроительной промышленности являются весьма сложными изделиями. Для их разработки и производства необходимо выполнить очень большой объем конструкторской и технологической подготовки. Чтобы повысить свою конкурентоспособность, предприятия непрерывно увеличивают номенклатуру выпускаемой продукции и конечно за счет расширения повышают объем подготовки производства. На сегодняшний день большинство машиностроительных предприятий работают под заказ. Соответственно изделия по каждому из заказов или даже отдельное изделие имеют свои спецификации комплектаций. Для разработки новых изделий необходимо использовать современные системы автоматизированного проектирования и управления. Для того чтобы было соответствие современным международным требованиям, в автоматизированных информационных системах должен быть программный модуль, который создавал бы интегрированную информационную среду. Данная интегрированная информационная среда будет обеспечена поддержкой жизненного цикла изделия (CALS-технологии), что позволит использовать методы управления ресурсами предприятия, которые включены в стандарте ERP системы и применять методы финансового планирования, от процессного подхода к управлению.

Таким образом, актуальными являются исследование жизненного цикла промышленного изделия «Муфта зубчатая», выбор процесса проектирования, построение модели с входными и выходными данными, разработка математических моделей синтеза станочной системы.

Методы

В рамках исследования жизненного цикла промышленного изделия «Муфта зубчатая» применялся комплекс методов системного анализа, компьютерного моделирования и математического синтеза. Работа была основана на итерационном подходе, который позволил поэтапно моделировать жизненный цикл изделия, начиная от формирования технического задания до этапа реализации и сбыта продукции.

Итерационный метод: модель жизненного цикла была построена как последовательность итераций – каждая из которых соответствует ключевому этапу разработки и производства изделия: сбор информации, анализ требований, конструирование, проектирование, механическая обработка, контроль (ОТК) и сбыт.

Функциональное моделирование: для представления производственной системы применялась функциональная модель, в которой отображены входные и выходные параметры процесса обработки изделия. Это позволило учесть все элементы производственного цикла – от чертежей, технологических карт и характеристик инструмента до готовой 3D модели детали.

Применение CAD/CAM/CAE систем: в процессе моделирования использовались современные программные средства автоматизированного проектирования (САПР), включая модули SolidWorks для построения 3D моделей, анализа напряженно-деформированного состояния деталей и оптимизации конструкции.

Математическое моделирование: были разработаны три типа математических моделей синтеза станочной системы, различающиеся по степени взаимозаменяемости оборудования.

Эти модели позволяют определить оптимальное количество и типы станков, необходимые для выполнения производственной программы при различных условиях автоматизации и загрузки оборудования.

Анализ нормативной базы: параметры изделий и требований к ним базировались на положениях ГОСТ 12080, ГОСТ 12081, ГОСТ 2991, ГОСТ 24634 и ГОСТ 12082, что обеспечивало соответствие стандартам и промышленным требованиям.

Результаты

Жизненный цикл промышленного изделия – это сочетание операций, осуществляемых от момента появления запросов в обществе на определенное изделие до момента удовлетворения этих запросов и, в конечном счете, его утилизации после завершения срока эксплуатации.

Основные этапы жизненного цикла: проектирование, производство, техническая эксплуатация, утилизация. Применяется по отношению к промышленным изделиям с высокими потребительскими свойствами и к сложной наукоемкой продукции высокотехнологичных производств.

Жизненный цикл рассматриваемого промышленного изделия составляют:

1. Проведение сбора информации об объекте, выдвижение различных гипотез, пред-модельный анализ;
2. Разработка структуры и состава моделей (подмоделей);
3. Создание спецификаций модели, разработка и отладка отдельных подмоделей, интеграция модели в целом, аутентификация (если это нужно) значений моделей;
4. Выбор способов проведения исследования модели, разработка алгоритма для компьютерного моделирования;
5. Анализ модели на адекватность, устойчивость и чувствительность;
6. Проведение оценки средств моделирования (время затраченных ресурсов);
7. Интерпретация, анализ результатов компьютерного моделирования и установление некоторых причинно-следственных связей в исследуемом жизненном цикле промышленного изделия;
8. Формирование отчетов и проектных решений;
9. Детализация, модификация модели, если это необходимо, и возврат к системе с новыми знаниями, полученными с помощью компьютерного моделирования.

Учёт всех этапов жизненного цикла промышленного изделия существенно усложняет задачу проектирования и производства продукции. Однако возможность её решения достигается применением автоматизированных систем управления предприятием (АСУП).

Чтобы осуществить автоматизацию проектирования для этого используют системы автоматизированного проектирования (САПР).

Системы функционального, конструкторского и технологического проектирования непосредственно относятся к САПР машиностроительной промышленности.

CAE (computer-aided engineering) системы используют для инженерных расчетов и анализа. CAD (computer-aided design) системы необходимы при конструкторском проектировании промышленных изделий. CAM (computer-aided manufacturing) системы используются для технологической подготовки производства при механообработке промышленного изделия на станках СЧПУ [1,2].

Системы управления проектными данными PDM (product data management) используют для решения проблем совместного функционирования компонентов САПР различного назначения, координации работы систем CAE/CAD/CAM, управления проектными данными и проектированием. В состав модулей конкретной САПР входят системы PDM или возможен вариант решения, когда PDM имеет самостоятельное значение и может работать совместно с разными САПР.

Услуги системы управления цепочками поставок (SCM) необходимы практически на всех этапах жизненного цикла промышленного изделия, начиная с определения предприятий-поставщиков исходных материалов (заготовок) и компонентов и заканчивая реализацией продукции (детали). Цепь поставок обычно определяют, как совокупность стадий увеличения добавленной стоимости продукции при её движении от предприятий-поставщиков к компаниям-потребителям. Целью управления цепочкой поставок является минимизация издержек при продвижении материального потока.

Для координации совместной работы предприятий-партнеров с применением интернет-технологий используются системы электронной коммерции CPC (collaborative product commerce).

На различных этапах жизненного цикла промышленного изделия информационную поддержку обеспечивают АСУП и автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП). Можно сказать, что к АСУП непосредственно относятся: системы планирования ресурсов предприятия (ERP), системы планирования производства, SCM системы [3].

Производственная исполнительная система – MES занимает промежуточное положение между АСУП и АСУТП и предназначена для решения оперативных задач управления проектированием, производством и маркетингом.

Для выполнения диспетчерских функций (сбор и обработка данных о состоянии оборудования и технологических процессов) применяется система SCADA входящая в состав АСУТП. Система SCADA необходима для разработки программного обеспечения встроенного оборудования.

На этапе реализации продукции при управлении отношениями с заказчиками и покупателями используют систему CRM.

Управление данными в едином информационном пространстве возлагается на систему управления жизненным циклом продукции – PLM (product life cycle management) [4].

В таблице 1 приведены границы стадий жизненного цикла промышленного изделия [5].

Таблица 1. Границы стадий жизненного цикла промышленного изделия

Стадия	Начало стадии	Окончание стадии
Маркетинговые исследования рынка	Заключение договора на проведение исследований	Сдача отчета по результатам исследований
Генерация идей и их фильтрация	Сбор и фиксирование предложений по проектам	Окончание отбора проектов-конкурентов
Техническая и экономическая экспертиза проектов	Комплектация групп оценки проектов	Сдача отчета по экспертизе проектов, выбор проекта-победителя
НИР	Утверждение ТЗ на НИР	Утверждение акта об окончании НИР
ОКР	Утверждение ТЗ на ОКР	Наличие комплекта конструкторской документации, откорректированной по результатам испытаний опытного образца
Пробный маркетинг	Начало подготовки производства опытной	Анализ отчета о результатах пробного маркетинга
Подготовка производства на заводе-изготовителе	Принятие решения о серийном производстве и коммерческой реализации изделий	Начало установившегося серийного производства
Собственно, производство и сбыт	Продажа первого серийного образца изделия	Поставка потребителю последнего экземпляра изделия
Эксплуатация	Получение потребителем первого экземпляра изделия	Снятие с эксплуатации последнего экземпляра изделия
Утилизация	Момент списания первого эк-	Завершение работ по утилиза-

	земпляра изделия с эксплуатаци	ции последнего изделия, снятого с эксплуатации
--	--------------------------------	--

Итерационная модель жизненного цикла изделия «Муфта зубчатая»

Для разработки процесса жизненного цикла промышленного изделия «Муфта зубчатая» разработана итерационная модель, как показано на рисунке 1. В данной модели итерационно выполняется каждый этап проектирования.

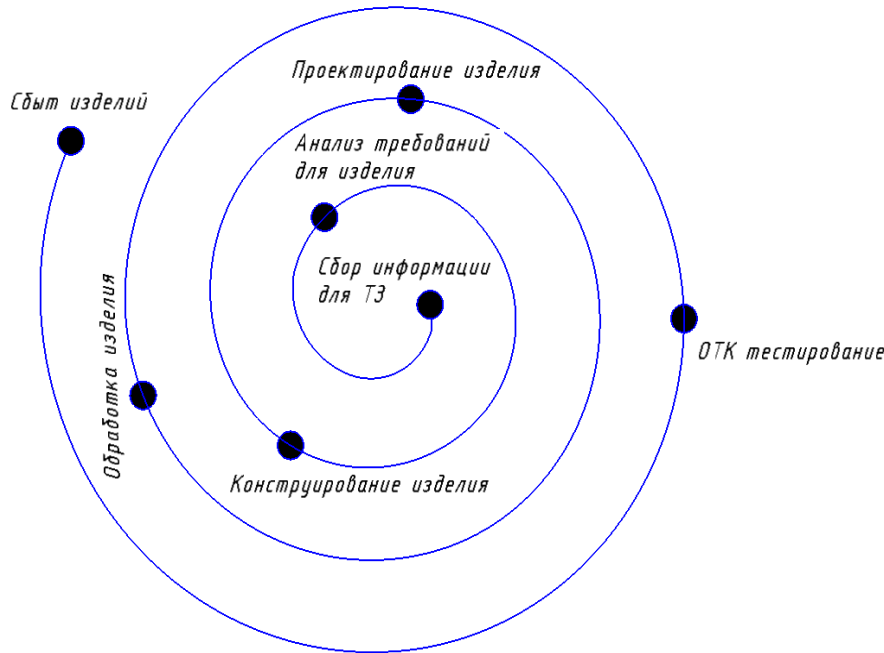


Рисунок 1. Итерационная модель жизненного цикла промышленного изделия «Муфта зубчатая»

Итерация I. Выполняется сбор информации для технического задания (ТЗ).

В техническом задании для разрабатываемой муфты вводятся ее технические характеристики, основные показатели качества, технико-экономические требования, предписание по выполнению необходимых этапов создания документации (конструкторской, технологической, программной и т.д.), её состав, а также специальные правила.

Итерация II. Анализ требований для изделия.

Эскиз детали в 2D, предварительные расчеты, технологичность изготовления каждой детали, определение оборудования для обработки изделия и его сборки.

Буквой С обозначают муфты, которые заказываются для эксплуатации при частоте вращения, равных или превышающих 50% от значения допускаемой частоты (смотреть табл. 2).

Таблица 2. Допускаемая частота вращения

Номинальный крутящий момент $T_{кр}$, Н·м	∂, ∂_1	D	D_1	D_2	I	L	С, не менее	Частота вращения для типа 1, с ⁻¹ , не более*	Динамический момент для типа 1, кг·м ²	Масса для типа 1, кг, не более
	не более									
1000	40	145	100	60	82	174	12	90	0,05	6,7
1600	55	170	125	80				80	0,06	9,2
2500	60	185	135	85					75	0,08

4000	65	200	150	95	105	220	18	62	0,15	15,2
6300	80	230	175	115	130	270		55	0,25	22,6
10000	100	270	200	145	165	340		47	0,50	40,5
16000	120	300	230	175	200	345	25	40	1,15	62,5
25000	140	330	260	200		415	30	35	2,25	100,0
40000	160	410	330	230				29	6,00	164,3
63000	200	470	390	290	240	500	35	20	10,50	228,0

Также нужно принять во внимание, что:

1. Наибольший крутящий момент – это номинальный крутящий момент, передаваемый муфтой в течение своей эксплуатационной службы при длительном режиме работы с постоянной нагрузкой и постоянным направлением вращения.

2. Допускаемое значение крутящего момента, действующего кратковременно должно быть не более двукратной величины $T_{кр}$.

3. По заказу потребителя допускается изготовление муфт с параметрами размеров d и d_1 меньшими, которые указаны в таблице 2 и определяемыми по ГОСТ 12080 [6] и ГОСТ 12081 [7].

4. Предельные отклонения размеров d – по Н7, d_1 – по Н9. После закалки токами высокой частоты (ТВЧ) допускается усадки отверстий по диаметрам d и d_1 в зоне зубчатого венца до 0,03 мм.

5. Согласно ГОСТ 12080 и ГОСТ 12081 допускается изготавливать муфты с втулками или фланцевыми полумуфтами для длинных концов валов, а также чтобы уменьшить их длину нужно придерживаться ГОСТу 12080 в пределах двух диапазонов диаметра d расточки по заказу потребителя с соблюдением всех установленных требований (d , d_1 , D_1 , D_2 , C и частоты вращения).

6. Для третьего типа наружный диаметр муфт должен соответствовать размеру D_1 а величины и другие размеры должны соответствовать параметрам приведенным в таблице 2.

7. Для муфт с наибольшим диаметром расточки указаны массы.

8. Дозволяются варианты сборки муфт второго типа с посадочными отверстиями исполнения 2.

9. В муфтах второго типа посадочный размер фланцевых полумуфт разрешается увеличивать до любых значений по ГОСТ 12080 и ГОСТ 12081, не влекущих изменения остальных размеров и параметров по таблице 2.

Итерация III. Конструирование изделия.

При конструировании изделия «Муфты зубчатой» следует учитывать требования эксплуатации, в которых определяется эффективность использования изделия; требования производства, определяющие возможность воплощения проекта.

Итерация IV. Проектирование изделия (компьютерное моделирование изделия).

Компьютерное моделирование изделия должно быть нацелено на удовлетворение потребностей клиентов. В ходе конструирования изделия, отдел конструкторского бюро (ОКБ) должен рассмотреть относительную значимость следующих критериев проектирования:

1. Производственная мощность.
2. Экономическая эффективность.
3. Гибкость производственной системы.
4. Производительность оборудования.
5. Надежность оборудования.
6. Ремонтопригодность оборудования.
7. Стандартизация и постоянство результатов.
8. Безопасность, промышленная санитария и гигиена.
9. Удовлетворение жизненных потребностей рабочих.

Чтобы обеспечить необходимые характеристики процесса, конструктор-технолог

должен предоставить выбор по следующим направлениям:

1. Тип обрабатывающей системы (проектная система, мелкосерийное производство, массовое производство, непрерывный процесс, комбинированные варианты).
2. Собственное производство или приобретение некоторых комплектующих изделий.
3. Выполнение некоторых задач своими средствами.
4. Методы переработки.
5. Степень механизации и автоматизации.
6. Степень специализации труда рабочих.

Отдел технологического бюро (ОТБ) согласовав с отделом ОКБ, разрабатывают (проектируют) технологическую карту обработки изделия «Муфта зубчатая» по соответствующим ГОСТам с использованием современных САПР программ.

Итерация V. Обработка изделия.

Пройдя все с I по IV этапы жизненного цикла изделия, наступает процесс механической обработки детали. По операционно-технологической карте изделие «Муфта зубчатая» проходит все операции механической обработки в станочной системе.

Итерация VI. ОТК тестирование.

Проводится контроль допустимых размеров: допуски и посадки согласно чертежу изделия «Муфта зубчатая», также проводится анализ твердости изделия.

Итерация VII. Сбыт изделия.

В разобранном виде необходимо транспортировать муфты зубчатые, также допускается транспортировка муфты с соединением обойм или же полумуфт не менее чем двумя болтами. Согласно ГОСТу 2991 [8], ГОСТу 24634 разобранные муфты упаковываются в ящики типа V [9] или же в обрешетки согласно ГОСТу 12082 [10].

Используя разработанную итерационную модель жизненного цикла промышленного изделия «Муфта зубчатая» можно построить функциональную модель данного изделия.

Функциональная модель обработки изделия «Муфта зубчатая»

На рисунке 2 приведена функциональная модель для изделия «Муфта зубчатая». Данная модель представляет собой структурированное изображение функций производственной системы или среды (информации и объектов).



Рисунок 2. Функциональная модель для обработки промышленного изделия «Муфта зубчатая»

Входными параметрами функциональной модели для компьютерного моделирования (проектирования) будут:

– данные из чертежа «Муфта зубчатая» разработанные в CAD программах, которые включают весь комплекс информации о геометрических свойствах изделия, его размерах, наборе поверхностей, подлежащих обработке, их точности шероховатости, о физико-химических свойствах изделия;

– технологический процесс, содержащий рекомендации по режимам резания, технологической оснастке, применяемой при данной обработке;

– информация об режущим инструменте и заготовке, которые будут использоваться в процессе обработки данного изделия.

С данной системой непосредственно будут работать:

– САПР конструктор-технолог, отвечающий за весь технологический процесс;

– оператор СЧПУ, отвечающий за корректную работу программных модулей станочной системы.

Работа системы будет осуществляться по следующим документам:

– технический паспорт станка, где содержится информация об особенностях его эксплуатации, ограничениях перемещений по осям, режимах работы и габаритных ограничениях заготовки и инструмента (вся станочная система);

– справочная информация о машинно-ориентированном языке программирования (МОП), вспомогательных и служебных функциях станка с ЧПУ;

– ГОСТ, нормы и правила по работе на станках, в которых отражена методология по способам безопасного ведения обработки.

Результатом работы будет расчет и обработка данных в САЕ системе – модулях программы Solid Works: модель промышленного изделия «Муфта зубчатая» в формате 3D, напряженно-деформированное состояние детали «Втулка зубчатая» при нагрузках 400Н·м, решение задач анализа и синтеза проектно-конструкторских решений.

Для обработки промышленного изделия «Муфта зубчатая» в виртуальном режиме с использованием САПР программ требуется построение математических моделей синтеза станочной системы.

Математические модели синтеза станочной системы

Модели синтеза станочной системы в зависимости от возможностей оборудования, выполняющего операции технологического процесса обработки деталей, можно разбить на три типа [11,12]:

– модель выбора станочной системы с полной взаимозаменяемостью;

– модель с частичной заменяемостью станков;

– модель с взаимозаменяемостью технологических маршрутов обработки.

Модель синтеза I типа предполагает применение технологически взаимозаменяемых станков, различающихся по производительности, уровню автоматизации, стоимости и затратам на автоматизацию. На каждом станке i -го типа ($i=1 \div I$) производится полная обработка деталей k -й группы ($k=1 \div r$), r – число групп деталей, составляющих годовую производственную программу выпуска. При этом число деталей каждой группы r_k . Станкоемкость обработки деталей k -й группы на станке i -го типа составляет t_{ik} ; фактический годовой фонд времени станка i -го типа равен IK_{ui} , где I_i – эффективный фонд времени; K_{ui} – коэффициент использования станка i -го типа. Приведенные затраты на приобретение и эксплуатацию станка составляют C_i . требуется определить число S_i станков i -го типа, составляющих станочную систему. Математическая модель оптимизации для синтеза I-го типа будет иметь:

– тип модели – 1;

– характеристика станочной системы – из технологически взаимозаменяемых станков;

– варьируемая переменная – S_i – число станков i -го типа;

– ограничения – по производственной программе $\sum_{i=1}^I x_{ik} = r_k$, по реальному годовому времени. $\sum_{k=1}^r t_{ik} x_{ik} \leq S_i T_i K_{ui}$. На переменные $S_i \geq 0$, x_{ik} , $x_{ik} \geq 0$ – целые числа;

– целевая функция – $\sum_{i=1}^I C_i \cdot S_i$.

Модель синтеза компоновки II типа для станочной системы, на которой должна производиться обработка деталей r групп при годовой программе r_k выпуска деталей каждой группы. Детали k -й группы ($k=1 \div r$) некоторое число операций из набора J_k . На каждой j -й операции из этого набора ($j_k=1 \div J_k$) возможно применение S_{ij} взаимозаменяемых станков I_j типов ($i_j=1 \div I_j$), отличающихся друг от друга производительностью и уровнем автоматизации, стоимостью и затратами на эксплуатацию. Станкоемкость обработки детали k -й группы на j -й операции, осуществляемой на станке i_j -го типа, равна t_{ijk} ; реальный годовой фонд времени станка i_j -го типа составляет $T_{ij} K_{uij}$, а приведенные затраты на его приобретение и эксплуатацию равны C_{ij} . Математическая модель для синтеза компоновки II типа будет иметь:

- тип модели – 2;
- характеристика станочной системы – из станков с частичной взаимозаменяемостью;
- варьируемая переменная – S_{ij} – число станков i -го типа для j -й операции;

ограничения – по использованию станков $\sum_{i,j=1}^{I_j} d_{ijk} = 1$,

где $d_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{если станок } i\text{-го типа на } j\text{-й операции} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$

по реальному годовому фонду времени $\sum_{k=1}^r r_k \sum_{j_k=1}^{J_k} t_{ijk} \cdot d_{ijk} \leq S_{ij} T_{ij} K_{uij}$;

– целевая функция – $\sum_{i,j=1}^{I_j} r_k \sum_{j_k=1}^{J_k} C_{ij} S_{ij}$.

Модель синтеза компоновок станочных систем III типа строится также для r групп деталей с годовой программой r_k выпуска деталей каждой группы. Для деталей каждой k -й группы возможна реализация M_k технологических маршрутов. Станкоемкость обработки деталей k -й группы на станке i -го типа по j_k -му маршруту ($j_k=1 \div M_k$) составляет t_{ijk} . Реальный годовой фонд времени работы станка i -го типа равен $T_i K_{ui}$. Во всех технологических маршрутах обработки всех групп деталей используется I -го типов станков. Приведенные затраты на приобретение и эксплуатационные издержки станков i -го типа равны C_i , т.е. имеется некоторое множество технологических маршрутов, соответствующих множеству обрабатываемых деталей. Требуется определить оптимальный уровень автоматизации станков (тип станка) и их число, а также перечень технологических маршрутов обработки [13]. Математическая модель для синтеза компоновки III типа будет иметь:

- тип модели – 3;
- характеристика станочной системы – с взаимозаменяемостью технологических маршрутов обработки;

– варьируемая переменная – S_i – число станков i -го типа;

$$\sum_{j_k=1}^{M_k} L_{kj_k} = 1,$$

– ограничения – по технологическому маршруту

$$L_{kj_k} = \begin{cases} 1, & \text{если для деталей } k\text{-й} \\ & \text{группы используется } j\text{-й маршрут} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

где

По производственной программе и реальному годовому фонду времени

$$\sum_{k=1}^r r_k \sum_{j_k=1}^{M_k} L_{kj_k} t_{j_k} < S_i T_i K_{ui}$$

. На переменные $S_i \geq 0$ – целые числа;
 $\sum C_i \cdot S_i$.

– целевая функция – $i=1$

Анализ моделей синтеза станочных систем показывает, что первая модель является частным случаем второй модели при $j_k=1$, а вторая является частным случаем третьей при $M_k=1$.

Итерационная модель жизненного цикла изделия «Муфта зубчатая» позволяет визуально на всех этапах проектирования (моделирования) определить недочеты, погрешности и своевременного исправления ошибок.

Функциональная модель обработки изделия «Муфта зубчатая», отображает процесс преобразования начального состояния полуфабриката в его конечное состояние заданным технологическим процессом в общем виде.

Обсуждение

Результаты, полученные в ходе исследования жизненного цикла изделия «Муфта зубчатая», демонстрируют эффективность применения итерационной модели как инструмента системного анализа и оптимизации производственного процесса. Разделение жизненного цикла на отдельные итерации позволило более точно учитывать специфику каждого этапа: от технического задания до сбыта изделия. Это особенно актуально в условиях перехода к средне- и мелкосерийному производству, характерному для современной промышленности Казахстана.

Функциональная модель обработки, представленная в работе, обеспечивает ясное структурирование всех производственных операций и позволяет учитывать технологические параметры, геометрию изделия и требования к качеству на всех стадиях. Такая модель полезна как для проектировщиков, так и для специалистов по технологической подготовке производства.

Разработанные математические модели синтеза станочной системы представляют собой мощный инструмент для выбора оптимального количества и типа оборудования с учетом заданной производственной программы. Это особенно важно при планировании затрат и распределении ресурсов на предприятиях, работающих в условиях гибкого производства.

Практическое применение предложенного подхода возможно при использовании современных САПР систем (SolidWorks, Cimatron и др.), что обеспечивает интеграцию результатов моделирования с реальными производственными процессами. Тем не менее, внедрение

требует наличия квалифицированных специалистов и адаптации нормативной документации под конкретные условия производства.

Таким образом, итерационная модель, функциональный и математический инструментарий позволяют не только повысить эффективность обработки изделия, но и сформировать основу для цифровизации жизненного цикла продукции на машиностроительных предприятиях.

Выводы

В промышленности Республики Казахстан наблюдается тенденция к переходу от крупносерийного производства к среднесерийному и мелкосерийному производству. В этих условиях на передний план выходят опыт и знания профессионалов, способных благодаря многолетнему опыту провести качественную обработку детали без длительного наладочного процесса на станках невысокой точности. Интенсивное развитие современных САПР программ позволяют автоматизировать и повышать качество и производительность многих этапов ЖЦИ изделия.

В ходе данного исследования получена итерационная модель жизненного цикла промышленного изделия «Муфта зубчатая», которая состоит из 7 итераций: сбор информации для технического задания (ТЗ), анализ требований для изделия, конструирование изделия, проектирование изделия (компьютерное моделирование изделия), обработка изделия, ОТК тестирование, сбыт изделия.

При использовании итерационной модели жизненного цикла промышленного изделия «Муфта зубчатая» была сформирована функциональная модель для данного изделия. Из рассмотренной функциональной модели обработки изделия «Муфта зубчатая» можно выделить следующее: на вход поступают информационные потоки, на выходе получаем 3D модель изделия.

Для обработки промышленного изделия «Муфта зубчатая» в виртуальном режиме разработаны математические модели 3-х типов синтеза с характеристиками станочной системы, варьируемыми переменными, ограничениями и целевыми функциями.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Шакенова Ж.Н., Карлинская М.А. Исследование жизненного цикла промышленного изделия «Муфта зубчатая». Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):149-162. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-14>

Cite this article as: Shakenova Zh.N., Karlinskaya M.A. Issledovanie zhiznennogo cikla promyshlennogo izdeliya «Mufta zubchataya» [Study of the life cycle of an industrial product «Tooth coupling»]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):149-165. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-14>

Литература

- [1] Калачев О.Н. Моделирование в CAD/CAM Cimatron механообработки на станке с ЧПУ. Ярославль: ЯРГТУ. 2016, 45.
- [2] Беднаржевский В.С. Обзор CAD/CAM/CAE-систем в энергомашиностроении. Барнаул: АлтГТУ им. И.И. Ползунова. 2002, 119-121.
- [3] Яблочников Е.И., Фомина Ю.Н., Саломатина А.А. Компьютерные технологии в жизненном цикле изделия. СПб: СПбГУ ИТМО. 2015, 180.
- [4] Кунву Ли. Основы САПР CAD/CAM/CAE. СПб: Питер. 2014, 560.
- [5] Гольдштейн Г.Я. Инновационный менеджмент. Таганрог: Издательство ТРТУ. 2014, 132.
- [6] ГОСТ 12080-66 (СТ СЭВ 537-77). Концы валов цилиндрические. Основные размеры, допускаемые крутящие моменты.

- [7] ГОСТ 12081-72 (СТ СЭВ 537-77). Концы валов конические с конусностью 1:10. Основные размеры. Допускаемые крутящие моменты.
- [8] ГОСТ 2991-85. Ящики дощатые неразборные для грузов массой до 500 кг.
- [9] ГОСТ 24634-81. Ящики деревянные для продукции, поставляемой для экспорта.
- [10] ГОСТ 12082-82. Обрешетки дощатые для грузов массой до 500 кг.
- [11] Базров Б.М. Основы технологии машиностроения. 4-е изд. М.: Машиностроение. 2017, 736.
- [12] Снаксаров А.М. Оптимизация размещения технологического оборудования гибких производственных систем. Станки и инструмент. 1987; 8:2–4.
- [13] Кудинов А.В. Обоснование уровня автоматизации при создании станочных систем. Станки и инструмент. 1987; 7:7–8.

References

- [1] Kalachev ON. Modelirovanie v CAD/CAM Cimatron mekhanobrabotki na stanke s ChPU [Modeling in CAD/CAM Cimatron for CNC machining]. Yaroslavl: YARGTU. 2016, 45. (in Russ.)
- [2] Bednarzhevskiy VS. Obzor CAD/CAM/CAE-sistem v energomashinostroenii [Overview of CAD/CAM/CAE-systems in power engineering]. Barnaul: AltSTU. 2002, 119-121. (in Russ.)
- [3] Yablochnikov EI, Fomina YuN, Salomatina AA. Komp'yuternye tekhnologii v zhiznennom tsikle izdeliya [Computer technologies in the product life cycle]. St. Petersburg: ITMO University. 2015, 180. (in Russ.)
- [4] Kunvu Li. Osnovy SAPR CAD/CAM/CAE [Fundamentals of CAD/CAM/CAE]. St. Petersburg: Piter. 2014, 560. (in Russ.)
- [5] Goldshtein GYa. Innovatsionnyy menedzhment [Innovation management]. Taganrog: TRTU Publishing. 2014, 132. (in Russ.)
- [6] GOST 12080-66 (ST SEV 537-77). Kontsy valov tsilindricheskie. Osnovnye razmery, dopuskaemye krutyashchie momenty [Cylindrical shaft ends. Basic dimensions and permissible torques]. (in Russ.)
- [7] GOST 12081-72 (ST SEV 537-77). Kontsy valov konicheskie s konusnost'yu 1:10. Osnovnye razmery. Dopuskaemye krutyashchie momenty [Tapered shaft ends with 1:10 taper. Basic dimensions. Permissible torques]. (in Russ.)
- [8] GOST 2991-85. Yashchiki doshatye nerazbornye dlya грузов massoy do 500 kg [Non-detachable wooden crates for loads up to 500 kg]. (in Russ.)
- [9] GOST 24634-81. Yashchiki derevyannye dlya produktsii, postavlyaemoy na eksport [Wooden boxes for export products]. (in Russ.)
- [10] GOST 12082-82. Obreshetki doshatye dlya грузов massoy do 500 kg [Wooden frameworks for loads up to 500 kg]. (in Russ.)
- [11] Bazrov BM. Osnovy tekhnologii mashinostroeniya [Fundamentals of mechanical engineering technology]. 4th ed. Moscow: Mashinostroenie. 2017, 736. (in Russ.)
- [12] Snaksarov AM. Optimizatsiya razmeshcheniya tekhnologicheskogo oborudovaniya gibkikh proizvodstvennykh sistem [Optimization of flexible production system equipment layout]. Stanki i instrument = Machine Tools and Equipment. 1987; (8):2–4. (in Russ.)
- [13] Kudinov AV. Obosnovanie urovnya avtomatizatsii pri sozdani stanochnykh sistem [Justification of automation level in creation of machine systems]. Stanki i instrument = Machine Tools and Equipment. 1987; (7):7–8. (in Russ.)

Бизнес және басқару

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-16>

ЭОЖ: 33.2964

GTAMP: 06.01.05

Инновациялық экономика құру және әр түрлі секторды дамыту***¹Жұмақсанова Қ.М., ¹Омарова А.Б.**¹Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: kmuratovna2019@mail.ru

Мақала келді:
18 қантар 2024
Сараптамадан өтті:
29 ақпан 2024
Қабылданды:
01 наурыз 2024

Түйіндеме

Бұл мақалада Қазақстан Республикасында тәуелсіздік алғаннан кейін жүзеге асырылған экономикалық реформалардың мазмұны мен олардың тиімділігіне баға беріледі. Нарықтық қатынастарға көшудің күрделі жолында ел басынан өткерген қиындықтар, институционалдық қайта құрылымдау процесі мен әлеуметтік-экономикалық мәселелер кешені ғылыми негізде талданған. Автор реформалардың стратегиялық тұрғыдан дұрыс бағытта басталғанын, алайда тактикалық деңгейде көптеген кемшіліктер орын алғанын атап өтеді. Бұл кемшіліктер реформалардың бірыңғай, жүйелі және ұзақмерзімді жоспарлар негізінде жүргізілмей, «жыртықты жамау» сипатында болғанымен байланыстырылады. Мақалада Жаңа экономикалық саясаттың (ЖЭС) қабылдануы, индустриялық-инновациялық стратегия, кластерлік даму жолдары мен ұлттық инновациялық жүйе құру бастамалары аясында нақты әдістер мен шаралар сипатталады. Әсіресе, шағын және орта бизнесті қолдаудың маңыздылығы, қаржы секторының ашықтығын арттыру, зейнетақы жүйесін жаңғырту сияқты бағыттар баса көрсетіледі. Сонымен қатар, саяси реформалармен сабақтастық мәселесі де қозғалып, саяси партиялар жүйесінің әлсіздігі экономикалық реформалардың тиімділігіне әсер ететіні айтылған. Мақала қорытындысында автор Қазақстанның болашақ дамуы үшін стратегиялық көзқарас пен халықтың кең әлеуметтік топтарын қамтитын тиімді экономикалық модель қалыптастыру қажеттігін атап өтеді. Бұл зерттеу экономистерге, саясаткерлерге, мемлекеттік басқару саласындағы мамандарға және әлеуметтік ғылымдар зерттеушілеріне арналған.

Түйін сөздер: монография, халық шаруашылығының күрделі ірі кешені, көлік желісі, Инфрақұрылым, нормативтік құқықтық актілер, экономика, көмірсутек шикізатын өндіру.

Жұмақсанова Қ.М.**Авторлар туралы ақпарат:**

Экономика ғылымдарының кандидаты, "Экономика" кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8696-5027>. E-mail: kmuratovna2019@mail.ru

Омарова А.Б.

Экономика ғылымдарының магистрі, "Экономика" кафедрасының аға оқытушысы, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-3937-6982>. E-mail: aiman_1101@mail.ru

Business and Management

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-16>

UDC: 33.2964

IRSTI: 06.01.05

Creation of an innovative economy and development of various sectors***¹Zhumaksanova K.M., ¹Omarova A.B.**¹Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan*Corresponding author email: kmuratovna2019@mail.ru

Received:
18 January 2024
Peer-reviewed:
29 February 2024
Accepted:
01 March 2024

Abstract

This article will assess the content and effectiveness of the economic reforms implemented after independence in the Republic of Kazakhstan. The difficulties faced by the country on the difficult path of transition to market relations, the process of institutional restructuring and a complex of socio-economic problems are analyzed on a scientific basis. The author notes that the reforms began in the right direction from a strategic point of view, but at the tactical level there were many shortcomings. These shortcomings are due to the fact that the reforms are not carried out on the basis of unified, systematic and long-term plans, but are "patching the gap". The article describes specific methods and measures within the framework of the adoption of a new economic policy (TPP), an industrial and innovative strategy, cluster development paths and initiatives to create a national innovation system. In particular, such areas as the importance of supporting small and medium-sized businesses, increasing the transparency of the financial sector, and modernizing the pension system are emphasized. In addition, the issue of continuity with political reforms is also touched upon, and it is noted that the weakness of the system of political parties affects the effectiveness of economic reforms. In conclusion of the article, the author emphasizes the need to form a strategic vision for the future development of Kazakhstan and an effective economic model covering a wide range of social strata of the population. This study is intended for economists, politicians, public administration professionals, and social science researchers.

Keywords: monograph, a complex large complex of the national economy, transport network, infrastructure, regulatory legal acts, economics, extraction of hydrocarbon raw materials.

Zhumaksanova K.M.**Information about authors:**

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8696-5027>. E-mail: kmuratovna2019@mail.ru

Omarova A.B.

Master of Economics, Senior Lecturer of the Department of Economics, Kazakh Automobile and Road Institute named after L. B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-3937-6982>. E-mail: aiman_1101@mail.ru

Бизнес и управление

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-16>

УДК: 33.2964

МРНТИ: 06.01.05

Создание инновационной экономики и развитие различных секторов

*¹Жұмақсанова Қ.М., ¹Омарова А.Б.¹Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан*Автор-корреспондент email: kmuratovna2019@mail.ru

Поступила:

18 января 2024

Рецензирование:

29 февраля 2024

Принята в печать:

01 марта 2024

Аннотация

В данной статье дается оценка содержания и эффективности экономических реформ, осуществленных после обретения независимости в Республике Казахстан. На научной основе проанализированы сложности, с которыми столкнулась страна на сложном пути перехода к рыночным отношениям, процесс институциональной реструктуризации и комплекс социально-экономических проблем. Автор отмечает, что реформы начались в стратегически правильном направлении, однако на тактическом уровне произошло много недостатков. Эти недостатки связаны с тем, что реформы носят «рванный характер», а не проводятся на основе единых, системных и долгосрочных планов. В статье описываются конкретные методы и меры в рамках принятия новой экономической политики (ВЭС), индустриально-инновационной стратегии, путей кластерного развития и инициатив по созданию национальной инновационной системы. Особенно подчеркиваются такие направления, как важность поддержки малого и среднего бизнеса, повышение прозрачности финансового сектора, модернизация пенсионной системы. Кроме того, затрагивается вопрос преемственности с политическими реформами, отмечается, что слабость системы политических партий влияет на эффективность экономических реформ. В заключении статьи автор подчеркивает необходимость формирования стратегического видения будущего развития Казахстана и эффективной экономической модели, охватывающей широкие социальные слои населения. Это исследование предназначено для экономистов, политиков, специалистов в области государственного управления и исследователей социальных наук.

Ключевые слова: монография, сложный крупный комплекс народного хозяйства, транспортная сеть, инфраструктура, нормативные правовые акты, экономика, добыча углеводородного сырья.

Жұмақсанова Қ.М.	Информация об авторах: Кандидат экономических наук, ассоциированный профессор кафедры "Экономика", Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л. Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8696-5027 . E-mail: kmuratovna2019@mail.ru
Омарова А.Б.	Магистр экономических наук, старший преподаватель кафедры "Экономика", Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л. Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-3937-6982 . E-mail: aiman_1101@mail.ru

Кіріспе

Бүгінгі таңда Қазақстан күрделі экономикалық және саяси міндеттерді табысты шешуде басқа елдерге үлгі боларлық деңгейге көтерілді. Қазақстанның бәсекеге қабілетті елдердің көшбасшылығына ұмтылуы – заңды құбылыс. Өйткені еліміздің экономикалық әлеуеті, қоғамдағы саяси тұрақтылық пен демократияның дамуы бұған мүмкіндік беріп отыр.

XXI ғасыр – білімнің, ақпараттың және жаңа технологиялардың өркендеу ғасыры. Білім мен ғылымның бәсекеге қабілеттілігі бүгінде көптеген мемлекеттер үшін өзекті мәселе болып отыр. Озық ғылыми-техникалық инфрақұрылымсыз және кәсіби шеберлігі жоғары білімді кадрларсыз жаһандану талаптарына сай даму мүмкін емес. Осы мақсатта отандық ғылым мен білім беру жүйесінің алдында тұрған басты міндет – білім мен ғылымды халықаралық деңгейге көтеру.

Экономикамыздың жаңа даму кезеңіне өту процесі халық шаруашылығының нақты секторын, әсіресе, оның басты саласы болып табылатын индустрияны қайта құру мен дамытуда маңызды әрі сапалы өзгерістер енгізумен басталды. Бұл кезеңде индустриялық өнімдер өндірісінің артуы сала құрылымындағы жағымды өзгерістермен байланысты болды. Дәлірек айтқанда, мұнай, газ, қара және түсті металлургия, азық-түлік және тоқыма индустриясы өнімдерін өндіру мен өңдеу салаларының салмақ үлесі айтарлықтай артты.

Индустриялық-инновациялық даму – Қазақстанды қазіргі дағдарыс кезеңінен мейлінше аз шығынмен алып шығатын жол. Біз жаңа технологияларды игеріп, инновациялық өсуді қолдаған жағдайда ғана дағдарыстың зардаптарынан тезірек арылуға болады. Индустриялық өндірістің тұрақты өсу үрдістерін нығайту және оның құрылымдық өзгерістерін жетілдіру үшін отандық индустрияны дамыту мәселелерін кешенді түрде шешуді көздейтін, 2025 жылға дейінгі мерзімге арналған жаңа мемлекеттік индустриялық-инновациялық саясатты қабылдау және жүзеге асыру қажет.

Өйткені мұндай саясат индустрияға кешенді сипат бере отырып, саланың даму деңгейі мен қазіргі жағдайын нақтылауға, сондай-ақ оны жүзеге асыру барысында туындауы мүмкін қателіктер мен кемшіліктердің алдын алуға мүмкіндік береді.

Халықтың әл-ауқатының артуы мен ұлттық экономиканың тиімділігі көп жағдайда инновациялық үрдістердің даму деңгейімен айқындалады. Осы мақсатта қабылданған Қазақстан Республикасының 2020–2025 жылдарға арналған индустриялық-инновациялық даму стратегиясының жүзеге асырылуы – тәуелсіз Қазақстанның кемел келешекке ұмтылғандығының айғағы. Қазақстан индустриясы – халық шаруашылығының индустриялану деңгейін, егемен ел экономикасының нақтылығы мен болашағын, сондай-ақ қазіргі әлемдік экономикадағы орнын айқындайтын негізгі фактор болып табылады.

Әдістер

Қазақстанның инновациялық экономикасын дамытуда төмендегідей нақты әдістер қолданылды:

Кешенді стратегиялық жоспарлау әдісі. Экономикалық даму процестерін басқару үшін орта және ұзақ мерзімді стратегиялық құжаттар (мысалы, индустриялық-инновациялық даму стратегиясы) негізінде жүйелі жоспарлау жүргізілді. Бұл әдіс мемлекеттік саясаттың бірізділігін және мақсаттылығын қамтамасыз етті.

Кластерлік даму әдісі. Экономиканың басым салаларында (туризм, мұнай-газ, металлургия, тоқыма өнеркәсібі, логистика) кластерлер қалыптастыру арқылы аймақтық және салалық бәсекеге қабілеттілік арттырылды. Бұл әдіс қосылған құн тізбегін құру мен салалық кооперацияны нығайтуға бағытталған.

Мемлекеттік-жекеменшік әріптестік әдісі (МЖӘ). Мемлекет пен жеке сектор арасындағы ынтымақтастықты дамыту арқылы инфрақұрылым, технология, инвестиция салала-

рындағы жобалар іске асырылды. Бұл әдіс инвестициялық тәуекелдерді бөлісу мен ресурс тиімділігін арттыруды көздейді.

Шағын және орта бизнесті қолдау әдісі. Арнайы қаржы құралдары (жеңілдетілген несиелер, кепілдік беру, сақтандыру) арқылы кәсіпкерлік субъектілерінің қолжетімділігін кеңейту жүзеге асырылды. Сонымен қатар, «Шағын кәсіпкерлікті дамыту қоры» арқылы қаржылық ресурстарды тиімді үлестіру жолға қойылды.

Ұлттық инновациялық жүйе құру әдісі. Зияткерлік меншікті дамыту, ғылыми зерттеулерді қаржыландыру және инновациялық жобаларды қолдау арқылы жаңа технологияларды енгізуге жағдай жасалды. Бұл жүйе мемлекеттік даму институттарын капиталдандыру арқылы қолдау тапты.

Қаржы нарығын реформалау әдісі. Зейнетақы жүйесін жаңғырту, құнды қағаздар нарығын дамыту, банктердің ашықтығын қамтамасыз ету арқылы қаржы секторын тұрақтандыруға бағытталған шаралар қолданылды.

Мониторинг пен бағалау әдісі. Экономикалық реформалар мен саясаттардың тиімділігін бағалау үшін үнемі мониторинг жүргізу, талдау жасау және қажет болған жағдайда түзетулер енгізу әдісі қолданылады. Бұл шешім қабылдаудағы дәлдікті арттырады.

Нәтижелер

Экономикалық реформа қоғамдық жарасымдылық, өткен кездің оң жетістіктері мен тенденцияларын сақтау, мемлекеттің қауіпсіздігі және халықтың барлық топтарының құқықтары мен оның ерекшеліктерін қамтамасыз ету принциптеріне негізделген түбегейлі шаралардың біртұтас жүйесін қажет ететіні айқын болды. Қазақстан Республикасының Президенті жүргізіп жатқан экономикалық реформалар бағыты стратегиялық тұрғыдан, жалпы алғанда дұрыс.

Бірақ Қазақстандағы экономикалық реформалардың жайына жасалған талдау және олардың барысы тактикалық тұрғыдан алғанда, Үкімет пайдаланып отырған әдістердің, нарықтық қатынастарға көшудің модельдері мен кезеңдерінің тиімсіз екенін дәлелдейді. Реформаларды жүзеге асыру барысында елеулі қателіктерге жол берілді. Әлеуметтік-экономикалық міндеттерді «жыртықты жамау» әдісімен шешуден бас тартатын мезгіл жетті, тактикалық міндеттерді әлеуметтік-экономикалық реформаларды жүзеге асыру стратегиясына сәйкестендіре шыңдап қолға алу мақсатымен жүйелі жұмыс бастайтын уақыт келді. Қазақстан Республикасын өз ерекшеліктеріне, ұлттың менталитетіне сай, дүниежүзілік тәжірибені ескере отырып әлеуметтік-экономикалық дамыту моделін жасайтын және іске асыратын мезгіл жетті.

Ел экономикасы ХХІ ғасыр шебінде тұр. Мәселе – ХХІ ғасырдың табалдырығынан қандай нарықтық жетістікпен, қандай дайындықпен аттағалы отырғанымызда. Соның негізінде отандық тауар өндірушілерге мемлекеттік қолдау көрсету басты мақсаты болып табылатын жаңа экономикалық саясаттың (ЖЭС) концепциялық негізі әзірленді. Экономикалық реформаның түрлі салалары, жолдары осы ЖЭС концепциясымен негізделуге, онымен байланыстырылуға тиіс. Нарықтық экономиканы басқаруды реформалау жөніндегі жаңа тәсілдер, Қазақстан Республикасының экономикасын дағдарыстан шығарудың әдістері мен жолдары ұсынылған.

Шағын және орта бизнес экономиканы тұрақтандырудың аса маңызды факторы болып табылады. Осыған байланысты шағын және орта бизнеске мемлекеттік қолдау көрсету бағдарламасын, кәсіпкерлікті дамытудың отандық және шетелдік озық тәжірибесін ұсынған. Шағын және орта бизнес саласында сондай тауар өндірушілер тобын қалыптастыру міндеті қойылған, ал олар дамыған елдерде жалпы ұлттық өнімнің жартысынан астамын өндіретіні тілге тиек етілген.

Экономиканы түпкілікті реформалауға бағыт ұстап, біз қысқа мерзімнің ішінде нарықтық реформаларды жүргізе білдік, тиісті заңнамаларды жасауға қол жеткіздік. Бүгінгі таңда Қазақстанда нақтылы жұмыс істеп тұрған нарықтық экономика бар.

Қазақстан өз азаматтары үшін өмір сүрудің жоғары стандарттарын жасай отырып, әлемнің тиімді дамып келе жатқан елдерінің қатарына қосылуға тиіс. Біз мұны ұлтымыз бен экономикамыз бәсекеге қабілетті болған жағдайда ғана істей аламыз.

Біз экономиканы диверсификациялауға бағытталған Индустриялық-инновациялық стратегияны іске асыра бастадық. Бұл – болашақтың бағдарламасы. Біз бәсекеге қабілетті экономиканың үлгісін таңдай отырып, бәсекелестікке қарымы мол басым салаларды дамытуға кірістік, сол арқылы қазақстандық кластерлер жүйесінің дамуына жол аштық.

Биылғы жылдың ортасына қарай біздің қолымызда нарықтың туризм, мұнай-газ машиналарын жасау, тамақ және тоқыма өнеркәсібі, көлік-логистикалық қызмет көрсету, металлургия және құрылыс материалдары сияқты салаларда кемінде 5–7 кластерін жасау мен дамытудың жоспары болуы керек деп санаймын. Ел экономикасының шикізаттық емес салалардағы ұзақ мерзімдік мамандануын, міне, солар айқындайтын болады.

Біз өзімізді жаңа технологиялар мен жаңа экономика әлеміне енгізген экономикалық дамуды басқарудың түбегейлі жаңа жүйесі – Ұлттық инновациялық жүйе жасауды қолға алдық. Индустриялық-инновациялық дамудың инфрақұрылымы қазірдің өзінде қалыптасты. Мемлекеттік даму институттарын капиталдандыру жыл басында 730 млн АҚШ долларын құраса, инвестициялық жобалар портфелі 1 млрд 200 млн АҚШ долларынан асып отыр.

Біздің стратегиялық міндетіміз – бәсекеге қабілетті елдердің қатарынан лайықты орын алу. Сондықтан да мемлекет пен жеке меншік сектор өзара сенім мен тиімділікке негізделген әріптестік қатынастарын жолға қоюы керек.

Қаржы секторын одан әрі дамыту үшін қазір құнды қағаздар нарығын дамыту мен 2020–2025 жылдары жинақтау зейнетақы жүйесін дамыту бағдарламалары қабылданды.

Банктердің қызметі ашықтықтың айтулы өнегесі болуға тиіс. Ең алдымен, мұның меншік құрылымы мен аффилирленген тұлғалар туралы мәліметтерге қатысы бар. Банк қабылдайтын шешімдерге елеулі ықпалы бар барлық тұлғалар уәкілетті органның келісімін ала отырып, өздерінің мәртебесін нақтылай түсулері керек. Банктердің инвестициялық қызметіне қойылатын талаптарды топтасу негізінде ретке келтіру қажет. Аффилирленген тұлғалармен жасалатын мәмілелер банктерді тәуекелге барғызбауы шарт. Қаржылық қадағалау агенттігінің бұл жұмысты батыл жүргізуі міндет.

Жапония, Германия, Бельгия, Италия сияқты елдерде шағын және орта бизнес олардың барлық кәсіпорындары санының 90 пайыздан астамын құрайды, көптеген дамыған елдерде олар жалпы ішкі өнімнің 50 пайыздан астамын береді.

Сондықтан да біздің шағын және орта кәсіпкерлікті дамытудың түбірінен жаңа идеологиясын түзуіміз қажет. Біз кәсіпкерлік ортаның бастамашылығын іске асыру үшін қолайлы жағдай туғызуымыз керек.

Әрбір іскер қазақстандық осы ортаға кірігіп, инновациялық экономикадағы өз орнын табуға тиіс.

Қазақстандықтардың бастамашылығына кең өріс ашу үшін жағдай жасалды, кәсіпкерлер ендігі жерде осы мүмкіндіктерді пайдалана білсе игі. Ендігі жерде жаңа идеологияға сәйкес заңнаманы сапалық жағынан жақсарту міндет.

Қысқасы, сөзден іске көшетін, мемлекеттік кәсіпорындар мен мегахолдингтердің, ең алдымен ірі мемлекеттік компаниялар мен монополиялардың өздеріне үйлеспейтін міндеттерін шағын және орта бизнеске беру жөніндегі жұмысты тындыратын сәт туды. Сол арқылы біз бизнеске тың тыныс ашамыз.

Бұл ретте бірқатар стратегиялық маңызды мемлекеттік компаниялар акцияларының пакеттерін басқаруды арнайы құрылатын мемлекеттік холдинг компаниясына беру қажет. Әлбетте бұл шараларға қарсыласу да, сөзбұйдаға салу да болмай қоймайды. Бірақ Үкіметтің батылдық танытып, бұл іске мықтап кірісетін кезі келді.

Келесі бір мәселе туралы. Даму банкі мен Инвестициялық қорға барлық кәсіпкерлердің қолы жете бермейді. Сондықтан «Шағын кәсіпкерлікті дамыту қоры» өзіндік бір «үлкен қаржылық маркетке» айналуға тиіс. Біз қорға биылғы жылы республикалық бюджеттен қосымша 10 млрд теңге бөлеміз, сонда шағын бизнес субъектілерін кредиттеу мүмкіндігі 25 млрд теңгеге дейін өседі. Биылдан бастап, банк кредиттеріне кепілдік беру мен сақтандыруды жүзеге асыруды қолға алу керек. Мұның өзі қомақты мемлекеттік қолдау болмақ.

Экономиканың барлық субъектілерінің түгелдей дерлік тұрақсыз болып, беріктігі қалыптаспаған жағдайда біздің еліміздің әлеуметтік-экономикалық дамуын белгілі бір дәрежеде анықтап, болжам жасау өте күрделі іс. Тіпті негізделіп жасалған болжамның өзін күтпеген жағдайда жоққа шығаратын факторлардың көптігі соншалық, келешекті анық елестетуге мүмкіндік бермейді.

Дегенмен ХХІ ғасырдың қарсаңындағы әлеуметтік-экономикалық дамудың негізгі бағыт-бағдарлары бой көрсете бастады. Мысалы: Қазақстанның жақын жылдарға арналған әлеуметтік-экономикалық дамуының болжамы. Саяси жағдай. Қазақстан мемлекеттік тәуелсіздікке ие болғаннан кейін сындарлы түрде жаңа ахуал қалыптасты. Жаңа мемлекет өзінің ішкі және сыртқы даму жолын анықтауды, байыппен парасаттауды қажетсінеді. Салыстырмалы түсініктегі саяси тұрақтылық, саяси рәміздерді, оның ішінде ең маңызды саяси партиялар жүйесін өркениетті саяси жүйеге (тұрақты) көшіруді талап етеді.

Бұл ретте әртүрлі әлеуметтік және кәсіпқой топ өнімдері өздерінің мүдделерін тек бүгінгі күнмен өлшемей, тереңірек ойлап, болашаққа сәйкес шешудің маңызы зор екенін ұққаны дұрыс. Республикамыздың келешекте дамуы қазіргі жағдайда қандай саяси әрекеттердің, заңдар мен шешімдердің қажет екенін көрсетеді. Қазақстанда жаңадан саяси жүйелердің жаңа негізі пайда болуда. Экономикамызда нарықтық қатынастың негізі қалануда. Мұндай жағдайда саяси партиялардың тез арада пісіп жетілмеуі де сөз жоқ – табиғи нәрсе. Республикада саяси процестердің дамуы үкімет пен халық мүддесін қорғайтын қатаң ынталылық принципіне негізделген. Саяси өркениетті өмірдің пайда болып, оның әрі өркендеп дамуы талап етіледі.

Мұндай процестердің негізі – көпшілік әлеуметтік тұрғындар тобының мүддесін толық қорғайтын шынайы, парламенттік партиялардың қалыптасуы, дамуы болуы мүмкін.

Біздегідей ауқымды, кең, терең өзгерістерді жүзеге асыру әрине, маман басшыларсыз мүмкін емес. Негізінде демократия дегеніміз – әлсіз, әсері жоқ, я өкіметсіз өмір емес. Түпкілікті өзгерістерді тек тегеурінді атқарушы өкімет қана жүзеге асыра алады. Әсте, жоғарыдан төмен қарай жалғасқан демократиялық байланыстың қатаң заң бақылауында болуының маңызы зор.

Экономикалық жаңғыру болашақта кәсіпкерлер тобы – «орта тап» құруы мүмкін. Айта кету керек, экономикасы дамыған қай елді алсақ та, тұрғындардың басым көпшілігі тек кәсіпкерлер қатарынан тұрмайды. Олар үшін ірі парламенттік партиялар да ашылмайды. Ал біздің жағдайда меншіктің барлығы дерлік мемлекеттің қарамағында, тұрғындардың басым көпшілігі жалданбалы еңбекпен шұғылданады. Саяси жағдайдың бір ерекше көрінісі – осы басым көпшіліктің саяси партиялар жүйесінде өте аз орын алатындығы. Сол себепті белсенділік күтпеген, арнайы ұйымдастырылмаған жерде пайда болып, партиялар мен бірлестіктер ықпалынан тыс қалып отыр.

Міне, осындай ахуалдың болуы және оның кей кездерде экономикалық қайта құру салдарынан туындап отырған әлеуметтік толғаныстардың кернеуінен өрлеуі саяси тұрақсыздықтың қауіпті ошақтарының бірі болып табылады.

Реформаларды жүргізу бағытын ұстана отырып, жоғарыдағы қайшылықтар мәмілеге, келісімге келу арқылы бейберекеттік сипатта шешілмей, көпшілік еңбекшіл тұрғындардың, әртекті әлеуметтік топтардың, әсіресе жалдамалы жұртшылықтың мүддесін көздейтін беделді саяси партиялар мен ағымдардың араласуы, ықпалы арқылы шешілуі тиіс.

Экономикасы дамыған елдердің іс-тәжірибесі көрсеткендей, тек осы бағытпен, яғни еңбек пен капиталдың «шиеленіскен одақтастық» позицияларында тұрған, кәсіподақтармен

байланыстағы партияның белгілі бір әлеуметтік буындардың мүддесін қорғауы саяси тұрақтылықты сақтай отырып, жеңіске жетеді.

Талқылау

Қазақстан Республикасындағы экономикалық реформалар жүйесі посткеңестік кеңістіктегі ең ауқымды және құрылымдық өзгерістердің бірі болып табылады. Жоғарыда талданғандай, реформалар стратегиялық тұрғыдан негізді болғанымен, олардың тактикалық жүзеге асырылуында бірқатар жүйелік кемшіліктер орын алды. Бұл – реформалардың тек жекелеген салаларды емес, бүкіл экономиканы кешенді түрде қамтуы қажеттігін көрсетеді.

Мемлекеттік қолдаудың жеткіліксіздігі, реформалардың тиімділігіне кері әсер еткен шешімдер мен салалық үйлесімсіздік, шағын және орта кәсіпкерліктің әлеуетін толық іске асырудағы кедергілер – нақты реформалық жетістіктерге жетудегі басты шектеуші факторлар қатарында. Әлеуметтік әділеттілік пен аймақтық теңгерімді ескермей жүргізілген кейбір реформалар халықтың белгілі бір топтарының наразылығын туғызғаны да жасырын емес.

Дегенмен, Жаңа экономикалық саясаттың (ЖЭС) қабылдануы, индустриялық-инновациялық дамуға бет бұру, кластерлік жүйені қалыптастыру және ұлттық инновациялық инфрақұрылымды жетілдіру сияқты бастамалар экономикалық дамудың жаңа кезеңіне өтуге жол ашты. Бұл саясаттар мемлекеттің экономикалық әртараптандыру бағытын қолдап, шикізаттық емес секторды дамытуға серпін берді.

Қаржы секторындағы реформалар, зейнетақы жүйесінің жаңғыруы, банк қызметіндегі ашықтықты арттыру қадамдары экономикалық тұрақтылықтың институционалдық негізін қалыптастыруға бағытталған. Сонымен қатар, кәсіпкерлік ортаны нығайту мен шағын бизнеске жағдай жасау бағытында да оң қадамдар жасалуда.

Саяси тұрақтылық пен реформалардың үйлесімділігі де ерекше мәнге ие. Экономикалық шешімдердің тиімділігі көбіне саяси институттардың кемелдену деңгейіне тікелей байланысты. Қазақстан жағдайында саяси партиялар жүйесінің баяу дамуы, азаматтық қоғам институттарының әлсіздігі реформалардың әлеуметтік тиімділігіне теріс ықпал етіп отыр.

Сондықтан еліміздің экономикалық жаңғыруы тек экономикалық шаралармен шектелмей, саяси жүйенің жетілуімен қатар жүруі тиіс. Бұл бағытта қоғамның түрлі әлеуметтік топтарының мүдделерін қамтитын, тиімді өкілдік пен қатысу тетіктері бар саяси кеңістікті қалыптастыру маңызды.

Қорытынды

Республикамыздағы қоғамдың саяси ахуалдың әзірше тұрақтануы тоқмейілдікке жол бермеуі керек. Жағдайды кешенді түрде талдау, саралау қажет. Қоғамдағы келеңсіз ахуалды туында-татын ахуалдарды болжап, алдын ала сақтандыру, залалсыздандыру керек. Осының бәрімен шұғылданатын тұрақты «мониторингке» ие ірі орталықтың болғаны жөн.

ЕАО қалыптасуының басты принциптерінің бірі — оған болашақ мүше елдердің түрлі жылдамдықпен кіруінде. Өйткені кеңестік кезеңнен кейінгі кеңестік елдерінің ортақ мүдделерінен басқа әрқайсысының алдында тұрған ұлттық-мемлекеттік міндеттері бар еді. Оларды дұрыс шеше алған жағдайда ғана тең құқықты интеграциялық процестердің қарым-қатынасын ориата алады. Қазақстан Республикасының президентінің идеясы мақсат-мүдделік принципінің негізіне құрылған еді. Бұрынғы біртұтас кешенді шаруашылық қатынастарын қажетінше сақтай отырып және нарықтық қатынасты ескерген жаңа бастамамен даму қажеттілігінен туған.

Сонымен қатар осы идея әлемдік тәжірибеден алынды. Мысалы өркенниетті елдерде экономикалық гүлдену меп демократия мақсатында өркендеген елдер бір-бірімен қарым-қатынастарын күшейтіп, соның арқасында әлемдік бірлестік қоғамының тең құқықты және беделді мүшесі болып отыр. Әсіресе Германия, Люксембург (елдерінің қатысуымен) Белгия,

Франция, Голландия, Люксембург елдерінің қатысуымен «Көмір мен болат» бірлестігін құрудан басталған Еуропалық ұйымның тәжірибесінің маңызы зор.

Интеграциялық процестердің даму нәтижесі Еуропалық бірлестікті дүниеге келтірді. Ал қазіргі кезде ол Еуропалық одаққа айналды. Еуропалық одақтың әрекеті құқықтық принципке негізделген.

Ереже мен әрекеттер одақты тұғызатын шарт-келісім және оларды толықтыратын акт негізінде жасалған. Оның заңдары мен бағдарламалары әр алуан сипатта, әр деңгейде жүргізілген кеңесулердің нақты нәтижесі.

Мүдделер қақтығысы. Корреспондент автор мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Осы мақалаға сілтеме: Жұмаксанова Қ.М., Омарова А.Б. Инновациялық экономика құру және әр түрлі секторды дамыту. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):163-177. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-16>

Cite this article as: Zhumaksanova K.M., Omarova A.B. Innovatsionnaya ekonomika kuru zhane ar turli sektordy damytu [Creating an innovative economy and developing various sectors]. Vestnik Kazhaskogo avtomobil'no-dorozhnogoinstituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):163-171. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-16>

Литература

- [1] Послание Президента РК от 1 сентября 2023 года. <https://iqaa.kz/item/1111618-poslanie-prezidenta-rk-ot-1-sentyabrya-2023-goda> (дата обращения: 12.01.2024).
- [2] Казахстан Республикасының көлік-логистикалық әлеуетін дамытудың 2030 жылға дейінгі тұжырымдамасын бекіту туралы (Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2022 жылғы 30 желтоқсандағы № 1116 қаулысы). <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P050000075> (дата обращения: 12.01.2024).
- [3] Қазақстан Республикасын индустриялық-инновациялық дамытудың 2020 – 2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасын бекіту туралы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1900001050> (дата обращения: 12.01.2024).
- [4] Өтепберген К.Е., Джулаева А.М., Жакупбекова Г.Е. Қазақстан Республикасының инновациялық даму мәселелері. <https://stud.kz/referat/show/show/15059> (дата обращения: 12.01.2024).

References

- [1] Poslanie Prezidenta RK ot 1 sentyabrya 2023 goda [Address of the President of the Republic of Kazakhstan dated September 1, 2023]. <https://iqaa.kz/item/1111618-poslanie-prezidenta-rk-ot-1-sentyabrya-2023-goda> (accessed 12.01.2024). (in Russ.)
- [2] *Ob utverzhdenii kontseptsii razvitiya transportno-logisticheskogo potentsiala Respubliki Kazakhstan do 2030 goda* [On approval of the concept of development of the transport and logistics potential of the Republic of Kazakhstan until 2030]. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P050000075> (accessed 12.01.2024). (in Russ.)
- [3] *Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy industrial'no-innovatsionnogo razvitiya Respubliki Kazakhstan na 2020–2025 gody* [On approval of the state program of industrial and innovative development of the Republic of Kazakhstan for 2020–2025]. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1900001050> (accessed 12.01.2024). (in Kaz.)
- [4] Otepbergen KE, Dzhulaeva AM, Zhakupbekova GE. Voprosy innovatsionnogo razvitiya Respubliki Kazakhstan [Issues of innovative development of the Republic of Kazakhstan]. <https://stud.kz/referat/show/show/15059> (accessed 12.01.2024). (in Russ.)

Бизнес және басқару

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-17>

ӘОЖ: 65.656

ҒТАМР: 65.656

Қоғамдық көлік жүйесін жетілдірудегі инновациялық шешімдер: жаңа көлік түрлерінің даму келешегі

*¹Рахимбаев А.Б., ¹Карипова М.Р.¹Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан*Автор-корреспондент email: rakhimbaev1961@mail.ru

Мақала келді:
15 қантар 2024
Сараптамадан өтті:
30 қантар 2024
Қабылданды:
21 ақпан 2024

Түйіндеме

Мақалада Алматы қаласының қазіргі көлік инфрақұрылымындағы өзекті мәселелер мен оларды шешудің инновациялық жолдары қарастырылады. Әсіресе, қаладағы көлік кептелісі, экологиялық жағдайдың нашарлауы, жол-көлік оқиғаларының көбеюі, жолаушылар ағынының теңгерімсіздігі және қоғамдық көлік жүйесінің жеткіліксіз дамуы секілді проблемалар кеңінен сипатталады. Бұл жағдайлар қаланың тұрақты дамуына кедергі келтіріп отырған маңызды факторлар ретінде көрсетіледі. Осы мәселелерді шешудің тиімді жолдарының бірі ретінде аспалы жол жүйесі (АЖЖ) ұсынылады. Бұл көлік түрі әлемнің бірқатар қалаларында, соның ішінде Колумбияның Меделлин қаласында сәтті енгізілген. Меделлин мен Алматы қалаларының географиялық орналасуы, жер бедері және демографиялық құрылымы ұқсас болғандықтан, зерттеуде аталған қаланың тәжірибесі егжей-тегжейлі талданады. АЖЖ жүйесінің артықшылықтары ретінде оның салыстырмалы арзан құны, экологиялық тиімділігі, қауіпсіздігі, жоғары өткізу қабілеті, кеңістікті үнемдеуі және инфрақұрылымға жүктемесі аз болуы атап өтіледі. Мақалада АЖЖ жүйесін Алматы қаласына бейімдеу мүмкіндіктері, оны енгізу үшін қажетті экономикалық және техникалық алғышарттар, сондай-ақ қоғамдық қабылдау мәселелері қарастырылған. Сонымен қатар, халықаралық тәжірибе негізінде АЖЖ жүйесінің ұзақ мерзімді перспективада әлеуметтік-экономикалық және экологиялық тұрғыдан тиімділігі дәлелденеді. Зерттеу қорытындысында Алматы қаласы үшін бұл жүйе көлік саласындағы түбегейлі өзгерістер мен тұрақты дамуға жол ашатын маңызды қадам болатыны тұжырымдалады.

Түйін сөздер: аспалы жол жүйесі, Колумбия, Бразилия және Венесуэла, әуе арқан жолдары, жол-көлік оқиғалары.

Рахимбаев А.Б.	Авторлар туралы ақпарат: Экономика ғылымдарының кандидаты, "Экономика" кафедрасының профессоры, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-2806-6675, E-mail: rakhimbaev1961@mail.ru
Карипова М.Р.	Экономика ғылымдарының магистрі, "Экономика" кафедрасының аға оқытушысы, Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-8882-3813, E-mail: amikosha2006@mail.ru

Innovative solutions in improving the public transport system: prospects for the development of new modes of transport

*¹Rahimbaev A.B., ¹Karipova M.R.

¹Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Republic of Kazakhstan

*Corresponding author email: rakhimbaev1961@mail.ru

Received: 15 January 2024
Peer-reviewed: 30 January 2024
Accepted: 21 February 2024

Abstract

This article examines the current challenges facing the transportation infrastructure of Almaty and explores innovative solutions to address them. Particular attention is given to issues such as traffic congestion, deteriorating environmental conditions, increasing road traffic accidents, imbalanced passenger flow, and underdeveloped public transportation systems. These factors are identified as major obstacles to the city's sustainable development. As one of the potential solutions, the implementation of a cable car system (CCS) is proposed. This form of transport has been successfully introduced in several cities around the world, including Medellín, Colombia. Given the geographical similarities, terrain, and demographic characteristics shared between Medellín and Almaty, the study provides a detailed analysis of Medellín's experience in adopting CCS. The key advantages of the cable car system include its relatively low construction and maintenance costs, environmental efficiency, safety, high passenger capacity, space efficiency, and minimal impact on urban infrastructure. The article discusses the potential for adapting CCS to Almaty's urban context, the economic and technical prerequisites for its implementation, and public acceptance challenges.

Based on international experience, the long-term socio-economic and environmental benefits of CCS are substantiated. The study concludes that this system could serve as a transformative solution for Almaty's transportation sector and a significant step toward achieving sustainable urban development.

Keywords: passenger cable car, Colombia; Brazil and Venezuela; aerial cableways, road traffic accidents.

Rahimbaev A.B.

Information about authors:

Candidate of Economic Sciences, Professor of the Department of Economics, Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-2806-6675>. E-mail: rakhimbaev1961@mail.ru

Karipova M.R.

Master of Economics, Senior Lecturer of the Department of Economics, Kazakh Automobile and Road Institute named after L. B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-8882-3813>. E-mail: amikosha2006@mail.ru

Бизнес и управление

<https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-17>

УДК: 65.656

МРНТИ: 65.656

Инновационные решения в совершенствовании системы общественного транспорта: перспективы развития новых видов транспорта

*¹Рахимбаев А.Б., ¹Карипова М.Р.

¹Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова, г.Алматы, Казахстан

*Автор-корреспондент email: rakhimbaev1961@mail.ru

Поступила: 15 января 2024 Рецензирование: 30 января 2024 Принята в печать: 21 февраля 2024	Аннотация В статье рассматриваются актуальные проблемы современной транспортной инфраструктуры города Алматы и инновационные пути их решения. Особое внимание уделяется таким вопросам, как транспортные заторы, ухудшение экологической обстановки, рост числа дорожно-транспортных происшествий, дисбаланс пассажирских потоков и недостаточное развитие системы общественного транспорта. Эти проблемы обозначены как ключевые факторы, препятствующие устойчивому развитию города. Одним из эффективных решений указанных проблем предлагается внедрение системы подвесной дороги (СПД). Данный вид транспорта успешно реализован в ряде городов мира, в частности в колумбийском городе Медельин. Поскольку Алматы и Медельин имеют схожие географические условия, рельеф и демографическую структуру, в исследовании подробно анализируется опыт внедрения СПД в Медельине. К преимуществам СПД отнесены сравнительно низкая стоимость строительства и эксплуатации, экологическая безопасность, высокая пропускная способность, компактность размещения и минимальная нагрузка на городскую инфраструктуру. В статье рассматриваются возможности адаптации СПД к условиям города Алматы, необходимые экономические и технические предпосылки для внедрения, а также вопросы общественного восприятия данной инициативы. На основе международного опыта обосновывается долгосрочная социально-экономическая и экологическая эффективность СПД. В заключении подчеркивается, что для Алматы эта система может стать ключевым шагом к системным изменениям в транспортной отрасли и обеспечению устойчивого городского развития. Ключевые слова: пассажирская канатная дорога, Колумбия; Бразилия и Венесуэла, воздушные канатные дороги, дорожно-транспортные происшествия.
Рахимбаев А.Б.	Информация об авторах: Кандидат экономических наук, профессор кафедры "Экономика", Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л. Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-2806-6675, E-mail: rakhimbaev1961@mail.ru
Карипова М.Р.	Магистр экономических наук, старший преподаватель кафедры "Экономика", Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л. Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-8882-3813, E-mail: amikosha2006@mail.ru

Кіріспе

Латын Америкасы елдерінде қолжетімді қоғамдық көлік ретінде ең үлкен даму кабельдік аспалы жол жүйесі (АЖЖ) саласында байқалды. Бұл елдерге Колумбия, Бразилия және Венесуэла жатады. Сондықтан мақалада аталған мемлекеттердің тәжірибесі жан-жақты қарастырылады.

Кабельдік көліктің экономикалық тиімділігі, рентабельділігі және өзін-өзі тез өтейтін сипаттары Алматы қаласының жолаушылар қоғамдық көлік жүйесіне енгізу мәселесін негіздеуге мүмкіндік береді. Мақалада АЖЖ-ды енгізудің келесі артықшылықтары атап өтіледі:

- кез келген жер бедерінде және одан тыс қашықтықтағы кедергілерді еңсеру мүмкіндігі;

- құрылысы мен пайдаланудың төмен шығындары;
- экологиялық тазалық;
- қауіпсіздік деңгейінің жоғары болуы;
- көлік кептелісінен тәуелсіз жоғары қозғалыс жылдамдығы;
- жолаушыларды тасымалдаудың жоғары өткізу қабілеті.

Аталған факторлар кабельдік жолақты тек туристік-ойын-сауық құралы ретінде емес, сонымен қатар дәстүрлі көлік түрлерін (автобус, автомобиль, теміржол, трамвай және т.б.) толықтыратын және олардың пайдалану тиімділігін арттыратын құрал ретінде қарастыруға негіз болады. Қазіргі қаржы-экономикалық дағдарыстың кең ауқымы бұл құбылыстың тек жекелеген салалармен шектелмейтінін, экономикалық қызметтің барлық бағыттарында кешенді өзгерістер қажет екенін көрсетеді. Бұл жағдай — қоғам өміріне өзгеріс енгізуге және көлікке тәуелді өмір салтынан бас тартуға тиімді мүмкіндік болып отыр.

Әдістері

Бұл зерттеуде салыстырмалы-талдамалық әдіс қолданылды. Атап айтқанда, Латын Америкасының – Колумбия, Бразилия және Венесуэла сияқты елдерінің қоғамдық көлік жүйесіндегі табысты тәжірибелері, әсіресе аспалы жол технологиясын енгізу мен пайдалану бағытында зерттелді. Бұл елдердің Алматы қаласымен географиялық, экономикалық және әлеуметтік көрсеткіштерінің ұқсастығы, олардың үлгісін жергілікті жағдайға бейімдеуге мүмкіндік береді.

Зерттеу барысында келесі аспектілер ескерілді:

- жер бедері мен урбанизация деңгейі;
- халық саны мен тығыздығы;
- жан басына шаққандағы жалпы ішкі өнім (ЖІӨ);
- жол-көлік оқиғалары мен қауіпсіздік көрсеткіштері;
- қоғамдық көлік жүйесінің жүктемесі мен өткізу қабілеті;
- құрылыстың экономикалық тиімділігі мен экологиялық әсері.

Колумбияның Меделлин қаласы таңдалып алынған нақты зерттеу нысаны ретінде қарастырылды. Бұл қала АЖЖ жүйесін табысты енгізуімен және жолаушылар тасымалдаудағы тиімділігінің жоғары болуымен ерекшеленеді.

Қосымша түрде Алматы қаласының көлік инфрақұрылымына қатысты статистикалық деректер, ресми жоспарлар және даму бағдарламалары пайдаланылды. Бұл мәліметтер Алматыда АЖЖ-ды енгізудің техникалық, экономикалық және әлеуметтік мүмкіндіктерін негіздеуге мүмкіндік берді.

Нәтижелер

Қоғамдық көлік, жаяу серуендеу және велосипедпен жүру үлесі жоғары қалаларда көлік шығындары осы көрсеткіштер төмен қалаларға қарағанда екі есе аз болады. Бұл –

қалалардың әлеуметтік тұрақтылығы мен экономикалық тиімділігін арттырудың маңызды шарты. Қазіргі уақытта қалалар мен мемлекеттер үшін жаңа экономикалық даму мен әлауқатты қамтамасыз етудің келесі кезеңіне негіз қалаудың бірегей мүмкіндігі туып отыр. Бұл үрдіс қалалық ұтқырлық жүйесін түбегейлі өзгерту қажеттілігін туындатып, көлік инфрақұрылымын дамытуда жаңа басымдықтарды алға шығарды.

Қалалардың орнықты дамуы көлік жүйелерін дамытудың инновациялық жолдарын қажет етеді. Бұл тұрғыда жеке автокөліктерге емес, қоғамдық көлік инфрақұрылымын жетілдіруге басымдық берілуі қажет. Себебі жеке көлікке тәуелділік – көлік кептелісінің, ауа ластануының және энергия ресурстарына жоғары сұраныстың негізгі себепшісі.

Осы мақсатта батыл және көреген стратегиялар қажет. Қоғамдық көлік саласында мамандар тапшылығы жоқ және қалалардағы өмір сапасын арттыруға деген ұмтылыс жоғары. Бұл тенденциялар әлемнің көптеген қалаларында байқалып отыр. Осы жаһандық сын-қатерлерге жауап ретінде қалалық жолаушылар тасымалындағы қоғамдық көліктің үлесін 2025 жылға қарай екі есеге арттыру көзделуде.

Қоғамдық көлік жұмыс орындарын қамтамасыз етеді және әлеуметтік тұрақтылықты нығайтады. Еуропа елдерінде қоғамдық көлік жүйесі миллионға жуық адамды жұмыспен қамтып отыр. Бұл жұмыс орындары көшіруге келмейтін, тұрақты қызмет түрлері болып табылады. Сонымен қатар, қоғамдық көлік секторы экономикадағы басқа салаларға тікелей әсер етеді. Әрбір қоғамдық көлік саласындағы жұмыс орны экономиканың басқа салаларында төрт жаңа жұмыс орнын тудырады, ал өндірілген әрбір еуро жалпы экономикада қосымша төрт еуро қосылған құн қалыптастырады.

Қоғамдық көлік сонымен қатар экологиялық тұрғыдан да маңызды. Өткен ғасырдың ортасынан бері көлікке қажетті энергия ресурстарына деген сұраныс бес есеге артты. Бүгінде көлік секторы Еуропа Одағында энергия тұтынудың 30%-ын және дүниежүзілік зиянды газдар шығарындыларының шамамен 19%-ын құрайды. Қазіргі уақытта автомобиль көлігі барлық көлік шығарындыларының 74%-ын құрайды [1, 7 б.].

Экологиялық әсерді азайту үшін тек жаңа технологияларды енгізу жеткіліксіз, адамдардың жүріс-тұрыс дағдыларын өзгерту қажет. Қоғамдық көлікті пайдалану әдетін қалыптастыру – осы бағыттағы басты қадам.

Сонымен қатар, қоғамдық көлік қалалық кеңістікті тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Автокөлік метроға қарағанда 90 есе, ал автобуска қарағанда 20 есе көп орын алады. Бұл урбанизация үдерісімен бірге көлік кептелістерін күрделендіріп, инфрақұрылымға қысым түсіреді. Қалалық кеңістіктің барлық тұрғындарға тиесілі екенін ескерсек, қоғамдық көліктің тиімділігі мен әділеттілігі айқын көрінеді.

Біріккен Ұлттар Ұйымының Қоршаған ортаны қорғау бағдарламасына сәйкес, мысалы, Бейжің қаласында күн сайын 1000-ға жуық жаңа көлік тіркеледі. Бұл жағдай күн сайын екі футбол алаңына тең жаңа тұрақ орындарын қажет етеді. Жол кеңістігінің мұндай тиімсіз пайдаланылуы қоғамдық көлік арқылы оңтайландыруды қажет етеді.

Жалпы алғанда, қоғамдық көлік – қалалардың тұрақты дамуын қамтамасыз етудің маңызды факторы. Ол экономикалық тиімділікпен қатар, экологиялық және әлеуметтік тұрғыдан да орнықты болашаққа жол ашады.

Бүгінгі таңда Алматыда көлік секторы дамып келе жатқанымен, оның құрылымы теңгерімсіз болып отыр. Қалада жол қозғалысын басқару мүмкіндіктері шектеулі, ал көлік жүйесінің тиімділігі толық қамтамасыз етілмеген. Қоғамдық көлікке қарағанда жеке автокөліктерге деген тәуелділік әлі де жоғары деңгейде сақталуда.

Қазіргі деректерге сәйкес, алматылықтардың шамамен 40%-ы жеке көлікті пайдалануды жөн көреді, ал 60%-ы қоғамдық көлік, велосипед, скутер сияқты баламалы көлік түрлерін немесе жаяу жүруді тандайды. Бұл көрсеткіш Париж (25%-дан 75%-ға дейін) және Вена (20%-дан 80%-ға дейін) қалаларындағы жағдайлармен салыстырғанда әлдеқайда төмен деңгейде тұр [1, б.40].

2022 жылдың алғашқы жартыжылдығында Алматыдағы қоғамдық көлікпен 185 миллион сапар жасалған. Бұл көрсеткіштерді өткен жылдармен салыстырар болсақ: 2019 жылы – 177 млн, 2020 жылы – 127,7 млн (пандемия әсері), ал 2021 жылы – 157,7 млн сапар тіркелген [1]. Бұл деректер қоғамдық көлікке сұраныстың біртіндеп артып келе жатқанын көрсетеді.

Әлемдік тәжірибеде ірі қалалардың жолаушылары көбінесе метро, жеңіл рельсті көлік (ЖРК), автобустар мен троллейбустар сияқты жылдам көлік жүйелерін пайдаланады. Ал велосипедтер мен скутерлер қысқа қашықтықтағы сапарлар үшін немесе жедел транзиттік желілерге жету құралы ретінде қолданылады. Яғни, дамыған қалаларда жоғары жылдамдықты қоғамдық көлік жүйесі негізгі қозғалыс құралы ретінде қалыптасқан.

Алайда Алматыда бұл жағдай керісінше: негізгі үлесті рейстік автобустар мен троллейбустар құрайды, ал жүрдек қоғамдық көлік жүйесі (метро, ЖРК) бастапқы даму сатысында. Қалада 13 шақырымдық 11 метро станциясы жұмыс істейді, оларда 15 пойыз қатынайды. Соңғы онжылдықта метроны пайдаланатын жолаушылар саны тәулігіне 30 мыңнан 70 мыңға дейін артқанымен, бұл өсім шектеулі сипатта қалуда. Оның себебі – метро желілерінің жер үсті бағыттарымен қайталасуы және жаңа станциялардың құрылыс қарқынының баяулығы [1].

XX ғасырдың соңынан бастап мегаполистердің жылдам өсуі және урбанизация процесінің жеделдеуі көлік инфрақұрылымына жаңа шешімдерді қажет етті. Ірі қалалардағы көлік ағымдарын тиімді басқару үшін дәстүрлі тәсілдер жеткіліксіз болып отыр. Көптеген мегаполистерде қазіргі заманғы жолаушылар ағынымен күресу қиындап, көлік тығыны, экологиялық жүктеме және қозғалыс қауіпсіздігі секілді мәселелер шиеленісе түсті.

Қоғамдық көлікке арналған арнайы жолақтарды бөлу біршама оң нәтижелер бергенімен, бұл әдіс барлық көлік қозғалысына қатысушылар үшін қолайлы шешім емес. Бұл тәсіл жалпы қалалық қозғалыс тиімділігін түбегейлі арттыра алмайды.

Осы тұрғыда Алматы қаласының болашақ көлік инфрақұрылымын дамыту үшін АЖЖ негізіндегі арнайы мемлекеттік бағдарламаны енгізу орынды шешім бола алады. Мұндай жүйе күрделі жер бедерінде орналасқан қала үшін тиімді әрі қолжетімді балама ретінде қарастырылады.

Қазіргі уақытта Алматыда аспалы жол жүйесі қоғамдық көлік ретінде қолданылмаған. Осы себепті мақалада шетелдік, әсіресе Латын Америкасы елдерінің табысты тәжірибесін талдау қажет. Бұл елдер — Колумбия, Венесуэла және Бразилия — Алматыға ұқсас географиялық және макроэкономикалық сипаттамаларға ие.

Аталған елдер жер бедері, өмір сүру деңгейі, жан басына шаққандағы жалпы ішкі өнім (ЖІӨ), инфляция деңгейі, орташа жалақы және басқа да әлеуметтік көрсеткіштері жағынан Алматымен салыстырмалы. Зерттеу объектісі ретінде Колумбияның Меделлин қаласы таңдалды. 2023 жылғы 1 мамырдағы мәлімет бойынша, Алматы қаласының халқы 2,179 миллион адамды құраса, Меделлинде шамамен 2,5 миллион тұрғын бар. Екі қала да таулы рельефте орналасқан. Жан басына шаққандағы ЖІӨ Колумбияда 6 104 АҚШ доллары, ал Қазақстанда — 11 298 АҚШ доллары [2] (дереккөз: take-profit.org).

Бұл зерттеудің негізгі әдісі — халықаралық тәжірибедегі АЖЖ қолдану үлгілерін талдау. Бұл тәсіл Алматы қаласына тиімді көлік шешімдерін бейімдеуге мүмкіндік береді.

Көлік инфрақұрылымына келер болсақ, бір бағытта сағатына 50 000 жолаушыны тасымалдау үшін қажетті жол кеңістігі мынадай:

- жеке автокөлікпен – 175 м;
- автобустармен – 35 м;
- темір жолмен – небәрі 9 м [2].

Бұл көрсеткіштер қоғамдық көліктің қала кеңістігін үнемдеудегі артықшылығын анық көрсетеді.

Қоғамдық көлік тек жолаушылар тасымалы құралы ғана емес, сонымен қатар білім беру, денсаулық сақтау және экономикалық қызметтерге қолжетімділікті қамтамасыз ететін маңызды әлеуметтік тетік. Бұл әсіресе табысы төмен азаматтар үшін ерекше маңызды.

Қоғамдық көлік әлеуметтік теңсіздікті азайтып, әлеуметтік интеграцияның тиімді құралы бола алады.

Экономикалық даму деңгейі төмен елдерде қала халқының тез өсуі лашық аудандардың көбеюіне әкеледі. Бұл мәселені шешудің алғашқы қадамы – қолжетімді және кең ауқымды қоғамдық көлік жүйесін дамыту. Сонымен қатар, адамдардың қаржылық жағдайы мен сапар мақсатына қарамастан, қоғамдық көлік бүгінде таңдаулы көлік құралы ретінде қалыптасып отыр. Жеке автокөлік иелену енді ұтқырлықтың кепілі емес.

Қоғамдық көліктің қауіпсіздігі де маңызды факторлардың бірі. Автокөлікпен салыстырғанда, қоғамдық көлікте апатқа ұшырау ықтималдығы 10 есе төмен. Бұл – қалалық өмір сапасын арттыруда шешуші рөл атқаратын көрсеткіш. Көлік таңдаудағы мінез-құлық өзгерісі жол-көлік оқиғаларының санын азайтып, қалалар мен олардың маңындағы өмірді қауіпсіз етеді.

Қалалық көлік саясатын әзірлеуде қоғамдық көліктің әлеуетін барынша пайдалану қажет. Жақсы жоспарланған және тиімді жұмыс істейтін көлік жүйесі – тұрақты қалалық дамудың негізі. Қоғамдық көлік жүйесі экономикалық, әлеуметтік және экологиялық аспектілерді оңтайландырып, қала тұрғындарының өмір сүру сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Қоғамдық көлік жүйелерінің тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін инвестициялық бағдарламалардың сенімді қаржыландырылуы аса маңызды. Бұл саладағы қаржылық тұрақтылықты қамтамасыз етудің төрт негізгі тірегі бар: әртараптандырылған кіріс көздері, тұрақты қаржыландыру жүйесі, тиімділікті арттыру және жолаушылар ағынын ұлғайту. Бұл факторлар өз кезегінде қоғамдық көлік жүйесінің субсидияларға тәуелділігін азайтуға ықпал етеді.

Бүгінде қоғамдық көлікке деген сұраныс бүкіл әлемде тұрақты түрде өсіп келеді. Бұл үрдіс урбанизация қарқынының артуымен, энергия бағасының өсуімен және экологиялық қауіптердің күрделене түсуімен түсіндіріледі. Сонымен қатар, өмір салты мен әлеуметтік әдеттердің өзгеруі де қоғамдық көлікке деген қажеттілікті арттырып отыр.

Колумбияның Меделлин қаласындағы аспалы жол жүйесін енгізу тәжірибесін зерттей отырып, Алматы үшін де осыған ұқсас көлік шешімдерін қарастырудың маңыздылығы туындайды. Алматы қаласының көлік жүйесі бүгінде күрделі сипатқа ие: халық тығыз орналасқан, жол желісі жеткіліксіз, ал қозғалыс қауіпсіздігі өзекті мәселе болып тұр.

2017–2021 жылдар аралығындағы кезеңде Алматыда орын алған жол-көлік оқиғаларына (ЖКО) қатысты деректер көңіл алаңдатады. Атап айтқанда, «жаяу жүргіншіге соқтығысу» түріндегі апаттар кең таралған. Бес жыл ішінде осындай 9 626 оқиға тіркеліп, нәтижесінде 9 682 адам жарақат алып, 369 адам қаза тапты. Жалпы, осы аралықта қалада 20 565 ЖКО орын алып, 24 285 адам жарақаттанып, 598 адам өмірден өтті [1].

Алматыдағы көлік кептелістері бүгінде күнделікті шындыққа айналған. Қала орталығынан небәрі 5–7 км жер жүру, әсіресе қарбалас сағаттарда, бір-екі сағат уақытты алады. Қолайсыз ауа райы жағдайында бұл уақыт 3–4 сағатқа дейін созылуы мүмкін. Автокөлік санының жыл сайын артуы сарапшыларды алаңдатып отыр. Егер көлік жүйесінде түбегейлі өзгерістер жасалмаса, Алматы жақын болашақта көлік дағдарысына ұшырауы мүмкін.

Аталған мәселелер Алматы сияқты ірі мегаполистерде жол қозғалысын ұйымдастыру жүйесінің жеткіліксіздігін айқын көрсетеді. Қоғамдық көлікке арналған арнайы жолақтарды енгізу ішінара нәтиже бергенімен, бұл тәсіл бүкіл қозғалыс жүйесінің тиімділігін арттыра алмайды және барлық жол қозғалысына қатысушылар үшін қолайсыздықтар туындатады.

Осы тұрғыда, аспалы жол жүйесін енгізу Алматы қаласы үшін көлік түйткілдерін шешудің бірегей әрі тиімді жолы болуы мүмкін.

Алматы қаласының болашақ қалалық көлік инфрақұрылымын дамытуда аспалы жол (АЖЖ) жүйесін енгізу – қалыптасқан көлік дағдарысынан шығудың тиімді шешімі болуы

мүмкін. Бұл жүйе көлік тығынын азайтып, экологиялық жүктемені төмендетуге және урбанистикалық ортаның сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Әлемдегі ең алғашқы кабельдік жолаушылар көлігі 1873 жылы Сан-Францискода іске қосылған. Қазіргі күнге дейін үздіксіз жұмыс істеп келе жатқан бұл жүйе өзінің сенімділігі мен ұзақмерзімділігін дәлелдеді. XIX ғасырдың соңында және XX ғасырдың басында аспалы жолдар Альпі тауларына саяхат жасау мақсатында кеңінен дамып, аймақтарға туристер легін тартып, жергілікті бюджеттерге қосымша кіріс әкелген.

Бүгінде аспалы жол қоғамдық көлік түрлерінің ішінде ең тиімді шешім ретінде қарастырылуда. Алайда, тәжірибе көрсеткендей, кейбір шенеуніктердің назарын негізсіз қымбат «ғарыштық» жобалар көбірек аударады. Аспалы жолдардың құрылыс құны автомобиль жолдары, теміржолдар және метро желілерімен салыстырғанда ондаған, тіпті жүздеген есе төмен. Мысалы, метроның бір шақырымын салу бірнеше жүз миллион АҚШ долларына бағаланса, АЖЖ жобасы әлдеқайда үнемді болады.

АЖЖ жүйесінің бірқатар артықшылықтарын атап өтуге болады:

Қауіпсіздік. Жыл сайын Қазақстан жолдарында 3–3,5 мың адам қаза табады [1]. АЖЖ жүйесі қазіргі уақытта кез келген төтенше жағдайда, тіпті электр қуаты өшсе де, кабинаның станцияға қауіпсіз оралуын қамтамасыз ететін автоматтандырылған қауіпсіздік жүйесімен жабдықталған.

Экологиялық тұрақтылық. Алматы әлемдегі ауасы ең ластанған жиырма қаланың қатарында. Аспалы көліктер зиянды шығарындыларсыз жұмыс істейді және шу деңгейін төмендетуге де оң әсер етеді.

Экономикалық тиімділік. АЖЖ жүйесін салу мен пайдалану үшін қажетті күрделі шығындар мен ағымдағы шығындар өте төмен. Бір жолаушыны тасымалдауға кететін шығын автобуспен салыстырғанда екі есе аз. Электр қуатын тұтыну да минималды, себебі электр қозғалтқыштар тек станцияда орналасады.

Жоғары жылдамдық. АЖЖ жүйесі маршрутты екі нүктенің арасындағы ең қысқа жолмен (45° көлбеу бұрышқа дейін) жүргізуге мүмкіндік береді. Бұл кептелістерсіз қозғалысты қамтамасыз етеді және жолаушыларға қолайлы жағдай мен тамаша көрініс сыйлайды.

Өткізу қабілетінің жоғарылығы. Мысалы, Колумбияның Меделлин қаласында аспалы жолды ай сайын шамамен миллион адам пайдаланады. Бұл жүйе жердегі метро желісіне интеграцияланған, соның нәтижесінде көмірқышқыл газы шығарындылары жылына 17 400 тоннаға азайған [2].

Қалалық кеңістікті үнемдеу. Ірі қалаларда жер аса қымбат ресурсқа айналған. Аспалы жол жүйесі жерді минималды пайдалануды талап етеді, бұл өз кезегінде экожүйені бұзбайды және инфрақұрылымның әлеуметтік шиеленіссіз жүзеге асуына мүмкіндік береді.

Мысал ретінде, Үлкен Алматы айналма автожолы (ҰААЖ) жобасын келтіруге болады. Бұл жоба 2006 жылы басталғанымен, экономикалық және құқықтық кедергілерге байланысты бірнеше рет тоқтатылып, тек 2023 жылы іске қосылды. Жобаның жалпы құны 743 миллион долларды құрады, оның 200 миллионы жер телімдерін сатып алуға жұмсалды. Мұндай мысал АЖЖ жүйесінің салыстырмалы арзан әрі тиімді балама екенін дәлелдейді.

Талқылау

Зерттеу нәтижелері Алматы қаласының көлік жүйесінде аспалы жол жүйесін енгізудің әлеуеті жоғары екенін көрсетті. Колумбияның Меделлин қаласында жүзеге асқан тәжірибе бұл жүйенің таулы және тығыз орналасқан қалалар үшін тиімді шешім бола алатынын дәлелдеді. Алматы мен Меделлин қалаларының топографиялық және демографиялық ұқсастығы бұл жүйенің бейімделу мүмкіндігін негіздейді.

Қазіргі уақытта Алматыда жолаушылардың негізгі бөлігі автобустар мен троллейбустарды пайдаланады. Метро жүйесі дамудың бастапқы сатысында, ал жүрдек көлік инфрақұрылымы жеткіліксіз. Бұл жағдай жолаушылар ағынының өсуіне кедергі келтіреді және көлік кептелісін күрделендіреді. АЖЖ жүйесі көлік қозғалысын жылдамдату, экологиялық

жүктемені азайту және жол қозғалысы қауіпсіздігін арттыру тұрғысынан маңызды артықшылықтарға ие.

Зерттеу барысында қоғамдық көлікке деген сұраныстың тек урбанизациямен ғана емес, сонымен қатар әлеуметтік әдеттер мен экономикалық жағдайлармен де тығыз байланысты екені анықталды. Қоғамдық көлікті таңдауға әсер ететін факторлар – қауіпсіздік, қолжетімділік, жылдамдық және экология. АЖЖ жүйесі осы талаптардың барлығына жауап бере алады.

Дегенмен, АЖЖ жүйесін енгізудің белгілі бір шектеулері бар. Мысалы, бастапқы кезеңде инвестициялық шығындарды жоспарлау және қалалық инфрақұрылыммен үйлестіру маңызды міндеттерді талап етеді. Сондай-ақ, тұрғындар арасында бұл жүйеге деген сенімді қалыптастыру қажет.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері Алматы қаласында АЖЖ жүйесін енгізу – көлік инфрақұрылымын жетілдірудің тиімді бағыты екенін көрсетіп отыр. Бұл жүйе мегаполистің көлік тұрақтылығын қамтамасыз етуге, экологиялық және әлеуметтік мәселелерді шешуге айтарлықтай үлес қоса алады.

Қорытынды

Қоғамдық көлік жүйесін дамыту – заманауи мегаполистер үшін стратегиялық маңызы бар мәселе. Әлемдік тәжірибе көрсеткендей, урбанизацияның күшеюі, экологиялық проблемалардың артуы және көлік инфрақұрылымына түсетін жүктеменің ұлғаюы жағдайында тұрақты әрі тиімді көлік шешімдерін іздеу қажеттілігі туындайды.

Қазіргі уақытта Еуропаның бірқатар ірі қалалары 2035 жылдан бастап қоғамдық көлікті толықтай ақысыз ету жобаларын қарастыруда. Бұл бастаманың сәттілігі мен жүзеге асу мүмкіндігі дамушы елдерде – әлеуметтік-экономикалық ресурстарға, саяси ерік-жігерге және инфрақұрылымдық дайындық деңгейіне тікелей байланысты.

Әлемдік тәжірибеде қоғамдық көлікті ақысыз етуге бағытталған нақты мысалдар бар. Мәселен, Эстония бұл жүйені 2018 жылы енгізсе, Люксембург 2020 жылдың ақпан айында қоғамдық көлікті толықтай тегін етті және әлемдегі мұндай жүйені енгізген алғашқы мемлекетке айналды [3]. Сонымен қатар, жеке автокөлік иелерінен төлем алуды көздейтін «пайдаланушы төлейді» (user pays) қағидатына негізделген модельдер де кеңінен қолданылып келеді. Мысалы, Лондонда қала орталығына кіру үшін арнайы ақы төленеді.

Жоғарыда айтылғандардан шығатын қорытынды — қоғамдық көлік жүйесін жетілдіру тек техникалық немесе қаржылық мәселе ғана емес, сонымен қатар әлеуметтік әділеттілік пен экологиялық тұрақтылыққа жетудің маңызды тетігі болып табылады. Аспалы жол (АЖЖ) сияқты инновациялық шешімдер Алматы сияқты ірі қалалар үшін келешекте тиімді көлік баламасына айналуы әбден мүмкін.

Осыған байланысты АЖЖ жүйесін енгізу перспективаларын, оның әлеуметтік-экономикалық және экологиялық тиімділігін одан әрі терең зерттеу – қазіргі күн тәртібінде тұрған өзекті ғылыми міндеттердің бірі.

Мүдделер қақтығысы. Корреспондент автор мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Осы мақалаға сілтеме: Рахимбаев А.Б., Карипова М.Р. Қоғамдық көлік жүйесін жетілдірудегі инновациялық шешімдер: жаңа көлік түрлерінің даму келешегі. Вестник Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):172-181. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-17>

Cite this article as: Rahimbaev A.B., Karipova M.R. Kogamdyk kolik zhujesin zhetildirudegi innovaciya lyk sheshimder: zhana kolik turlerinin damu keleshegi [Innovative solutions in improving the public transport system: prospects for the development of new modes of transport]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogo instituta = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutynyn Khabarshysy. 2024; 1(5):172-181. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2024-17>

Литература

- [1] Программа развития города Алматы до 2025 года и среднесрочные перспективы до 2030 года. <https://lc-av.ru/2022/09/14/programma-razvitiya-goroda-almaty-do-2025-goda-i-srednesrochnye-perspektivy-do-2030-goda/> (дата обращения: 19.10.2023).
- [2] При каких условиях возможно, что в... https://yandex.ru/q/question/pri_kakikh_usloviakh_vozmozhno_chno_v_d3722769/ (дата обращения: 18.10.2023).
- [3] Общественный транспорт станет бесплатным — не в России. <https://punkta.info/news/federalnoe/obshchestvennyy-transport-stanet-besplatnym-ne-v-rossii#hcq=ixPyzas> (дата обращения: 25.10.2023).

References

- [1] Programma razvitiya goroda Almaty do 2025 goda i srednesrochnye perspektivy do 2030 goda [Development program of the city of Almaty until 2025 and medium-term prospects until 2030]. (Electron resource) 2022. (Access date: 19.10.2023), URL: <https://lc-av.ru/2022/09/14/programma-razvitiya-goroda-almaty-do-2025-goda-i-srednesrochnye-perspektivy-do-2030-goda/> (in Russ.).
- [2] Pri kakikh usloviyakh vozmozhno, chto v... [Under what conditions is it possible that...]. (Electron resource) 2023. (Access date: 18.10.2023), URL: https://yandex.ru/q/question/pri_kakikh_usloviakh_vozmozhno_chno_v_d3722769/ (in Russ.).
- [3] Obshchestvennyy transport stanet besplatnym — ne v Rossii [Public transport will become free — not in Russia]. (Electron resource) 2023. (Access date: 25.10.2023), URL: <https://punkta.info/news/federalnoe/obshchestvennyy-transport-stanet-besplatnym-ne-v-rossii#hcq=ixPyzas> (in Russ.).

Л.Б. ГОНЧАРОВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ АВТОМОБИЛЬ-ЖОЛ ИНСТИТУТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Ғылыми журнал
2023 жылдан шыға бастады.
Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінде тіркеліп, 2022 ж. 5 сәуір
№ KZ14VPY00047598 куәлігі берілген.

**ВЕСТНИК КАЗАХСКОГО АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОГО ИНСТИТУТА
ИМ. Л.Б.ГОНЧАРОВА**

Научный журнал
Издается с 2023 г.
Зарегистрирован Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан. Свидетельство № KZ14VPY00047598 от 5 апреля 2022г.

**BULLETIN OF KAZAKH AUTOMOBILE AND ROAD INSTITUTE NAMED AFTER
L.B. GONCHAROV**

Scientific journal
Published since 2023
Registered by the Ministry of Information and Social Development Republic of Kazakhstan. Certificate No.
KZ14VPY00047598 dated April 5, 2022.

Редакторлар – Редакторы
Өскенбаева Назгүл
Корректорлар – Корректоры
Маралова Айту
Руководитель издательства Қасымжанов Төлеухан

Editor Oskembayeva Nazgul
Copy editor Maralova Aity
Publishing director Kassymzhanov Toleukhan

Материалдарды компьютерде терген және беттеген О.А. Баймбетова
Набор, верстка, изготовление оригинал-макета О.А. Баймбетова
Text Layout, lead out production of the original layout O.A. Baimbetova

Басуға 11 наурыз 2024 ж. қол қойылды.
Форматы 60×84/8. Офсетқағазы.
Шартты баспа табағы 20,62.
Баспанұсқасы. Таралымы 20 дана. Тапсырыс №50.
Бағасы келісім бойынша.

Подписано в печать 11 марта 2024 г.
Формат 60×84/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 20,62.
Печатная версия. Тираж 20 экз. Заказ №50.
Цена договорная.

Signed to print on March 11, 2024.
Format 60×84/8. Offset paper.
Conventional printing plate 20,62.
Printed version. Circulation 20 copies. Order №50.
The price is negotiable.

Қазақ автомобиль-жол институті. 050061, Алматы қаласы, Райымбек даңғылы, 415В.
Казахский автомобильно-дорожный институт. 050061, г. Алматы, проспект Райымбека, 415В.
Kazakh Automobile and Road Institute. 050061, Almaty, 415B Raiymbek Avenue.