

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 2, 2025 vol. 2

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164

VOLUME 2, ISSUE 2

JUNE, 2025



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 2, ISSUE 2 JUNE, 2025

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

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

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

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

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

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

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

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

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

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

EDITORIAL BOARD

Viktor A. Sidorov

Professor, Doctor of Economic Sciences, Kuban State University

Olga I. Kopytenkova

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

Oksana D. Pokrovskaya

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

Oleg R. Ilyasov

Professor, Doctor of Biological Sciences, Ural State Transport University

Timur T. Sultanov

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

Dmitriy V. Efanov

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

Oyum T. Balabayev

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

Shinpolat M. Suyunbaev

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

Khasan M. Kamilov

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

Experimental research on protecting the slope of the land line from the process of erosion using geosynthetic materials

K.S. Lesov¹^a, A.Sh. Uralov¹^b, J.B. Yuldashaliyev¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The ground surface is simultaneously affected by various forces and natural processes. One of these processes is erosion. During the erosion process, the ground surface may experience varying degrees of washing away due to the effects of wind and water, leading to the formation of small rivulets and moderate-sized gullies. This phenomenon depends on several factors, such as soil type, terrain slope, the amount of precipitation in the area, and wind speed.

There are numerous methods used worldwide to protect the ground surface from erosion. This article examines the application of geosynthetic materials, which are widely used globally, and the planting of desert vegetation (a biological method) to protect the railway embankment from erosion in the desert regions of the Bukhara-Misken railway, a crucial section of Uzbekistan Railways.

The results of experimental research demonstrated the effectiveness of these measures in protecting the railway embankment slopes from erosion.

Keywords:

ground surface, slope, erosion process, wind and water erosion, geosynthetic materials, biological method, desert vegetation

Geosintetik materiallarni qo'llagan holda yer polotnosi qiyaliklarini eroziya jarayonidan himoyalash bo'yicha eksperimental tadqiqotlar

Lesov K.S.¹^a, O'ralov A.Sh.¹^b, Yuldashaliyev J.B.¹^c

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Yer polotnosiga bir vaqtning o'zida turli kuchlar va tabiiy jarayonlar ta'sir qiladi. Ulardan biri esa eroziya jarayonidir. Eroziya jarayonida yer polotnosiga shamol va suv ta'siridan turli darajada yuvilib ketishlar, mayda irmoqchalar va o'rta darajada jarliklar yuzaga kelishi mumkin, bu grunt turi, joy nishabligi, hududdagi yog'ingarchilik miqdori va shamol tezligi kabi ko'plab omillarga bog'liq. Yer poltnosini eroziya jarayonidan himoyalashning dunyo bo'ylab qo'llanilib kelinayotgan ko'plab usullari mavjud. Ushbu maqolada O'zbekiston temir yo'llarida muhim qismi hisoblangan Buxoro-Misken cho'l hududlarida joylashgan temir yo'llar yer polotnosini eroziya jarayonidan himoyalashda butun dunyo amaliyotida keng qo'llanilayotgan geosintetik materiallarni qo'llash va cho'l o'simliklarini ekish (biologik) usullari ko'rilgan.

Eksperimental tadqiqot natijalari temir yo'l yer polotnosi qiyaligini eroziya jarayonidan himoyalashda ijobiy samarasini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar:

yer polotnosi, qiyalik, eroziya jarayoni, shamol va suv eroziyasi, geosintetik materiallar, biologik usul, cho'l o'simliklari

1. Kirish

Bugungi kunda "O'zbekiston Temir yo'llari" AJ da Buxoro va Urganch shaharlari o'rtasida poyezdlar harakatlanish tezligini oshirish, buning natijasida umumiy harakatlanish vaqtini qisqartirgan holda yuk va yo'lovchi tashish hajmini oshirish hamda ushbu qadimiy shaharlarga turistlar sonini oshirish hamda xizmat ko'rsatish sifatini oshirish dolzarb vazifa bo'lib kelmoqda. Bu esa temir yo'l infratuzilmasi zamonaviy talablarga to'liq javob berishi zaruratini keltirib chiqaradi.

So'nggi yillarda butun dunyo qurilish amaliyotida zamonaviy qurilish materiallaridan foydalanilmoqda. Bu

materiallar ichida geosintetik materiallar alohida o'rin tutadi.

Geosintetik materiallar – bu qurilishning turli sohalarida, jumladan, yo'l qurilishida qo'llaniladigan barcha turdagi sintetik materiallar uchun umumiy tasnifiy atamadir. Ushbu tushuncha quyidagilarni o'z ichiga oladi: geotekstillar, geopanjalar, geosetkalar, geomembranalar, geomatlar va geokompozitlar.

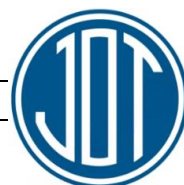
Geosintetik materiallar quyidagi noyob xususiyatlarga ega [1-4]:

Yuqori mustahkamlik; kimyoviy ta'sirlarga chidamlilik; uzoq xizmat muddati (foydalanish muddati 100 yilgacha); yuqori haroratga chidamlilik; kam material sarfi; yengillik (kichik og'irlik).

^a <https://orcid.org/0000-0002-9434-0713>

^b <https://orcid.org/0000-0002-6124-5250>

^c <https://orcid.org/0000-0001-5366-1775>



Tuzilishiga ko'ra, geosintetik materiallar quyidagi turlarga bo'linadi:

Geotekstillar, geopanjalar, geosetkalar, geomembranalar, geomatlar va geokompozitlar.

O'tkazuvchanligiga ko'ra, geosintetik materiallar 5 toifaga ajratiladi:

Izolyatsion, namlik o'tkazmaydigan, filtrlovchi, drenajli, gaz o'tkazmaydigan.

Shakli va tarkibiga ko'ra, geosintetik materiallar quyidagi turlarga bo'linadi:

Quruq (sochiluvchi), rulon shaklidagi, geopenalar.

Yuklama ta'sirida deformatsiyalanish darajasiga ko'ra, geosintetik materiallar quyidagicha tasniflanadi:

Cho'zilmaydigan, cho'ziluvchi, super cho'ziluvchan.

Geosintetik materiallardan malakali foydalanish yo'l konstruksiyalarini loyihalashda ba'zi an'anaviy yondashuvlarni tubdan o'zgartiradi, ayniqsa, murakkab grunt-gidrologik sharoitlarda. Shu bilan birga, geosintetik materiallarning tannarxi ularning qo'llanishidan olinadigan natijalarga nisbatan juda past. Chunki ular qurilish hajmini va muddatini qisqartirish, shuningdek, yo'l konstruksiyalarining xizmat muddatini uzaytirish imkonini beradi [3].

2. Tadqiqot metodologiyasi

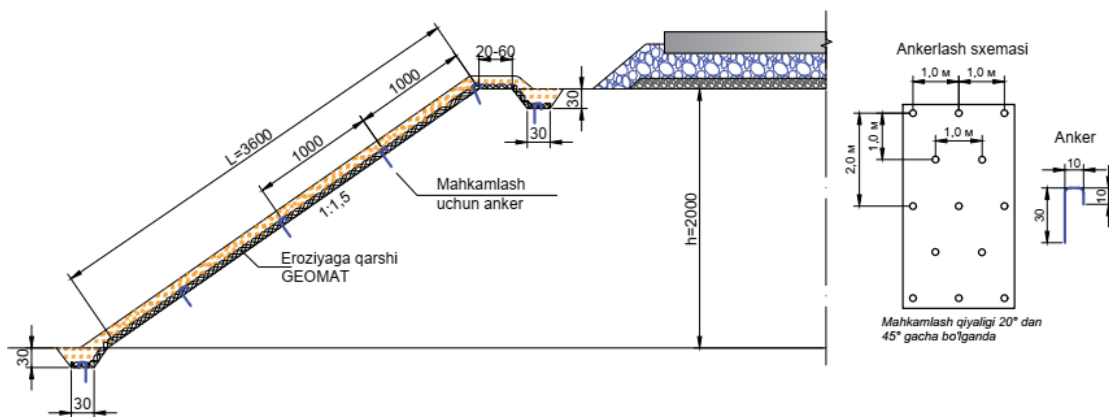
Yer polotnosiga bir vaqtning o'zida turli kuchlar va tabiiy jarayonlar ta'sir qiladi. Ulardan biri esa eroziya jarayonidir. Eroziya jarayonida yer polotnosiga shamol va suv ta'siridan turli darajada yuvilib ketishlar, mayda irmoqchalar va o'rta darajada jarliklar yuzaga kelishi mumkin, bu grunt turi, joy nishabligi, hududdagi yog'ingarchilik miqdori va shamol tezligi kabi ko'plab omillarga bog'liq [12,13]. Temir yo'llar yer polotnosi qiyaligini eroziya jarayonidan himoyalashda geosintetik materiallardan hajmli geopanjara va geomatlardan foydalaniladi.

Geomat – bu tekis yoki hajmli element bo'lib, u termik (erish orqali), mexanik (to'r yoki shtapellar yordamida) yoki kimyoviy (yopishtiruvchi moddalar orqali) usullarda birlashtirilgan tartibsiz joylashgan polimer mononitlar, shuningdek, o'simlik tolalari va poyalaridan tayyorlanadi. Geomatlar rulon yoki qatlam holatida (bir-birining ustiga joylangan matlar) yetkazib beriladi. Ularning asosiy vazifasi qiyaliklarni mustahkamlash hisoblanadi.

Hajmli polimer geomatlar qiyaliklarga yotqizilib, bir vaqtning o'zida o'simlikli tuproq bilan to'ldiriladi va o't ekiladi. Boshqa bir usulda esa qo'pol tolali tekis matlardan qoplama sifatida foydalaniladi, bu matlarning teshiklarida asta-sekin tuproq zarrachalari yig'ilib, o't o'sib chiqadi. Ayrim hollarda esa o't urug'lari bevosita geomat ishlab chiqarish jarayonida material tarkibiga kiritiladi [3].

Geomatlarni qiyalik yuzasiga mahkamlab uning ustiga urug' sepish yoki urug' sepmasdan qo'llash mumkin. Bu usul o't ildiz tizimining geomat orqali o'sishi hisobiga zichroq chim qoplamasini yaratish, o't qoplamasining shakllanishi uchun qulay sharoit yaratish (namlik rejimini barqarorlashtirish, geomatlari urug' bilan qo'llanganda – urug'larni unib chiqish davrida himoya qilish) imkonini beradi [5].

Tabiat eroziyaga qarshi kurash vositalariga ega bo'lsada, samarali sun'iy yechim sifatida polimer asosidagi geomatlardan foydalanish tavsiya etiladi. Hajmli geomati ildiz tizimini mustahkamlash orqali qiyalik va yon bag'irlarni uzoq muddatli himoya qiladi. Uning ochiq tuzilishi tuproq bilan to'liq to'ldirilishiga va o'simlik ildizlarining erkin o'sishiga imkon beradi. Geomat kimyoviy, biologik ta'sirlarga va ultrabinafsha nurlanishga chidamli bo'lib, uzoq xizmat qilish muddatiga ega. U yengil, egiluvchan va ekologik toza bo'lib, og'ir beton yoki asfalt konstruksiyalarga muqobil hisoblanadi. Uch o'lchovli tuzilishi tuproqni mustahkamlaydi, yomg'ir oqimiga va tuproqning siljishiga qarshi yuqori chidamlilikni ta'minlaydi. Geomat murakkab hududlarda ham eroziyaning oldini oladi va o'rnatish uchun maxsus malakaga ehtiyoj sezilmaydi [6].



1-rasm. Yer polotnosi ko'ndalang kesimi va ankerlarni o'rnatish tartibi

3. Natija va muhokamalar

Geomatlarni yer polotnosi qiyaliklariga eroziya jarayonidan himoyalash uchun o'rnatishning texnologiyasi bo'yicha bir nechta manbalarni ko'rib chiqdik hamda quyidagilarni xulosa qilishimiz mumkin:

-dastlab yer polotnosi qiyaligini rejalashtirish yoki ortiqcha kattalikdagi turli materiallar, toshlar va o'simlik poyalaridan tozalash hamda tekis holatga keltirish;

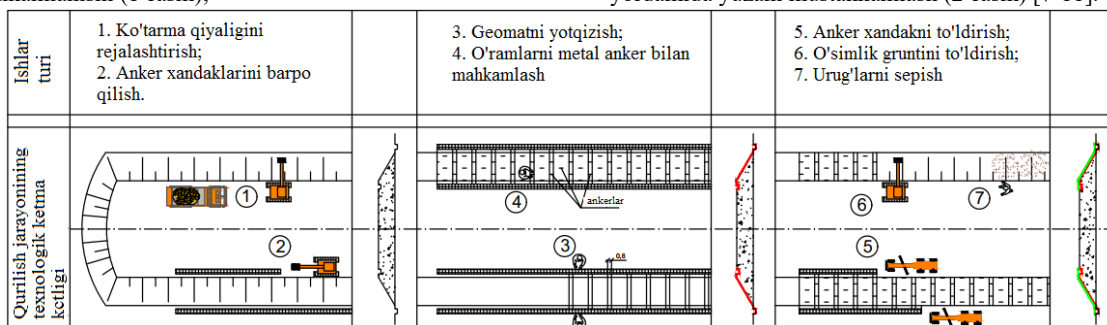
-yer polotnosi qirrasi (brovka) dan 300 mm masofada hamda yer polotnosining quyi qismida geomat tortilib ketmasligi uchun mahkamlashga chuqurligi 300 mm bo'lgan anker transheya (xandak) ni barpo etish;

-geomatni joyga to'g'ri yotqizish hamda transheyalarda anker bilan mustahkamlash;

- ankerlar o'lchami joydagi grunt holatidan kelib chiqib 6-10 mm diametrda va 300-700 mm uzunlikda bo'lishi kerak;

- o'ramlar bo'yлама va ko'ndalang bir-biriga ulanganda ular ustma-ust holatda (vertikal 150 mm va gorizontaal 200 mm) ankerlar ketma ketligi 500-1000 mm bo'lgan holda mustahkamlanishi (1-rasm);

- anker transheya (xandak) ni to'ldirish;
- o'simlik urug'ining 2/3 qismini sepish, bunda har 1 m² uchun 40-60 gramm;
- o'simlik qatlami gruntini to'ldirish 50-100 mm;
- o'simlik urug'ining 1/3 qismini sepish;
- 20-30 kg li qo'l katogi yoki zichlash moslamalari yordamida yuzani mustahkamlash (2-rasm) [7-11].



2-rasm. Geomatlarni qiyalikka mustahkamlashning texnologik sxemasi



Qiyalikning dastlabki ko'rinishi



Qiyalikni tekislash jarayoni



Transheya qazish jarayoni



O'simlik urug'ining 2/3 qismini sepish



Materialni yotqizish jarayoni



Anker bilan mahkamlash



O'simlik urug'ining 1/3 qismini sepish



Yuzani grunt bilan yopish

3-rasm. Geomatlarni qiyalikka mustahkamlash jarayoni

Ushbu tadqiqotda geomatni yotqizishda unga qo'shimcha tarzda cho'l o'simliklari urug'lari ham ekildi. Bu urug'lar uch o'lchovli geomatning bo'sh qismlarida yaxshi rivojlanadi va bu o'simliklar ildizi grunt bilan chim xosil qilib qo'shimcha mustahkamlik beradi. Bu eroziyaga qarshi kurash usullari ichida eng samarali xisoblanadi.

Zamonaviy geosintetik materiallarni va ular bilan birgalikda biologik usulni qo'llash, texnologiyani qulayligi hamda kam mexnat sarfi talab etishi hamda yer polotnosini eroziya jarayonidan himoya qilish ko'rsatkichlari yuqoriligi bilan ajralib turadi.

4. Xulosa

Buxoro – Miskin temir yo'lida geosintetik materiallardan foydalanish yer polotnosining barqarorligini ta'minlash va eroziyadan himoyalashda muhim rol o'ynaydi. Ushbu usul quyidagi jihatlari bilan dolzarb ahamiyat kasb etadi:

Eroziyaga qarshi himoya – geosintetik materiallar grunt qatlamlarini mustahkamlash orqali shamol va suv ta'sirida yuvilishning oldini oladi, natijada yo'l barqarorligi oshadi.

Gruntning barqarorligini ta'minlash – geosintetik materiallar gruntning siljishini kamaytirib, sirpanish va o'pirilish xavfini pasaytiradi.

Gidrotexnik samaradorlik – maxsus geosintetik qatlamlar tuproqning suv o'tkazuvchanligini tartibga solib, ortiqcha nam to'planishining oldini oladi. Bu esa gruntning yumshab, deformatsiyaga uchrash xavfini kamaytiradi.

Xizmat muddati va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish – geosintetik materiallar gruntning mustahkamligini oshirish orqali yo'l infratuzilmasining uzoq muddat xizmat qilishini ta'minlaydi va ta'mirlash xarajatlarini kamaytiradi.

Ekologik jihatdan samaradorlik – geosintetik materiallar tabiiy resurslardan oqilona foydalanish imkonini berib, atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytiradi.

Umuman olganda, Buxoro – Miskin temir yo'lida geosintetik materiallardan foydalanish temir yo'l infratuzilmasining ishonchligini oshirib, transport tarmoqlarining uzluksiz va xavfsiz ishlashiga zamin yaratadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Агушева А. А. Геосинтетические материалы в дорожном строительстве. Вестник магистратуры. 2018. №12-4 (87). URL:



<https://cyberleninka.ru/article/n/geosinteticheskie-materialy-v-dorozhnom-stroitelstve> (дата обращения: 21.02.2025).

[2] С.А. Матвеев. Инновационные материалы, технологии и конструкции: теория и практика применения. Техника и технологии строительства. Геосинтетические материалы. Спецвыпуск. Выпуск 2(2) ноябрь 2015 г. 41.

[3] Штабинский, В. В. О применении геосинтетических материалов в строительстве / Геотехника Беларуси: наука и практика : материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию кафедры оснований, фундаментов и инженерной геологии и 90-летию со дня рождения профессора Юрия Александровича Соболевского (Минск, 23–25 октября 2013 г.). В 2 ч. Ч. 2 / редкол.: М. И. Никитенко, Д. Ю. Соболевский, Т. М. Уласик. – Минск : БНТУ, 2013. – С. 333-340.

[4] ОДМ 218.5.003-2010. Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог. Федеральное дорожное агентство (Росавтодор). Москва 2010.

[5] ОДМ 218.2.078-2016. Методические рекомендации по выбору конструкции укрепления откосов земляного полотна автомобильных дорог общего пользования. федеральное дорожное агентство. (Росавтодор). Москва 2016.

[6] Медведев Н. В. Рекомендации по применению противозрозионных геосинтетических материалов – СПб.: МИАКОМ, 2013. – 51 с., ил.

[7] Lesov K.S., O'ralov A.Sh. Yer polotnosi qiyaliklarini eroziyadan himoyalashda geosintetik materiallarni yotqizish texnologiyasi. Qurilish va ta'lim ilmiy jurnali. 2024-yil. Maxsus son-1. 193-b.

[8] АО «Ўзбекистон темир йўллари» Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта. Научно-исследовательская лаборатория «Путь и путевое хозяйство». Программе и методике экспериментальных исследований по укреплению откосов земляного полотна железных дорог. Ташкент – 2019.

[9] Жукова Татьяна Юрьевна, Еремеев Андрей Викторович, Ханов Нартмир Владимирович, Зборовская Марина Ильинична, Новиченко Антон Игоревич Исследование возможности применения инженерно-экологического противозрозионного покрытия – геомата с грунтом и посевом трав // Экономика строительства. 2022. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vozmozhnosti-primeneniya-inzhenerno-ekologicheskogo->

protivoerozionnogo-pokrytiya-geomata-s-gruntom-i-posevom-trav (дата обращения: 11.09.2024).

[10] Лесов К. С., Таджибаев Ш., Кенжалиев М. К. Технология укрепление откосов земляного полотна железных дорог из песчаных грунтов с применением геосинтетических материалов Проблемы архитектуры и строительства (научно-технический журнал). № 4, 2019 //Самарканд, СамГАСИ. – 2019. - С. 15-18

[11] К. Лесов, Ш. Таджибаев, А. Мавланов, М. Кенжалиев. Расчет устойчивости насыпи и укрепление откосов земляного полотна с использованием геосинтетических материалов. Транспорт шёлкового пути (научнотехнический журнал). №1, 2021. Ташкент, С. 78-83.

[12] Бахтиёр Рамазонович Рамазонов. "ПРОЦЕССЫ ЭРОЗИИ, ОПУСТЫНИВАНИЕ В ПРИРОДЕ И ИХ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ" Academic research in educational sciences, vol. 2, no. 5, 2021, pp. 386-396. doi:10.24411/2181-1385-2021-00903

[13] Абдусаламова Р. Р., Баламирзоева З. М. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ПОЧВЫ ОТ ВОДНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭРОЗИИ // Вестник СПИ. 2021. №4 (40). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-zaschity-pochvy-ot-vodnoy-i-vetrovoy-erozii> (дата обращения: 20.02.2025).

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

Lesov Kuvandik Saginovich	Toshkent davlat transport universiteti "Temir yo'l muhandisligi" kafedrası mudiri, t.f.n., professor E-mail: kuvandik@mail.ru Tel.: +99899 876-19-63 https://orcid.org/0000-0002-9434-0713
O'ralov Akmal Shakar o'g'li / Uralov Akmal Shakar ugli	Toshkent davlat transport universiteti "Temir yo'l muhandisligi" kafedrası doktoranti E-mail: akmaljonorlov1928@gmail.com Tel.: +99899 817-43-12 https://orcid.org/0000-0002-6124-5250
Yuldashaliyev Jamshid Baxodir o'g'li / Yuldashaliyev Jamshid Bakhodir ugli	Toshkent davlat transport universiteti "Temir yo'l muhandisligi" kafedrası assistenti E-mail: jamshidyuldashaliyev601@mail.com Tel.: +99890 131-32-02 https://orcid.org/0000-0001-5366-1775



Assessment of indicators for detecting electric vehicle malfunctions and improving their service

B.A. Kasimov¹ ^a

¹Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzakh, Uzbekistan

Abstract:

This article analyzes the environmental impact of electric vehicle production and use in our Republic, as well as methods for detecting malfunctions, improving environmental protection, and enhancing service quality. In our study, through preliminary inspections, we identified several shortcomings in detecting common malfunctions of electric vehicles, finding problems during maintenance processes, and protecting against various climatic conditions. As a result, recommendations were provided based on the synthesis of findings related to checking the quality and volume of brake fluid in electric vehicles, tire storage and maintenance, addressing the most critical aspects of tire defects, and resolving shortcomings and problems in electric vehicle batteries.

Keywords:

electric car, hybrid, electricity, energy, power, engine, failure, support, ecology, battery

Elektromobillarning nosozliklarini aniqlash va ularga servis xizmatlarini yaxshilash ko'rsatgichlarini baholash

Qosimov B.A.¹ ^a

¹Jizzax politexnika instituti, Jizzax, O'zbekiston

Annotatsiya:

Ushbu maqolada Respublikamizda elektromobillarni ishlab chiqarish va ulardan foydalanishning atrof-muhitga ta'siri, atrof-muhitni muhofaza qilish hamda xizmat ko'rsatishni takomillashtirish shuningdek, nosozliklarni aniqlash usullarini tahlil qilingan. Ushbu olib borilgan tadqiqotimizda dastlabki tekshiruv orqali elektromobillarning keng tarqalgan nosozliklarini aniqlash, xizmat ko'rsatish jarayonida muammolarni topish va turli iqlim sharoitlaridan himoyalanih bo'yicha bir qator kamchiliklar aniqlandi. Natijada, Elektromobillarning tormoz suyuqligi hajmi sifatini tekshirish, shinalarni saqlash, shina nuqsonlarining eng muhim jihatlarini bartaraf etish, elektromobillar akkumulyatoridagi kamchiliklar va muammolarni hal qilish bo'yicha olingan natijalarni umumlashtirish asosida tavsiyalar berildi.

Kalit so'zlar:

elektromobil, gibrid, elektr, energiya, quvvat, dvigatel, nosozlik, qo'llab-quvvatlash, ekologiya, batareya

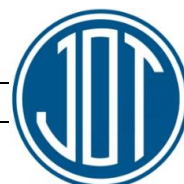
1. Kirish

Elektromobillar atrof-muhitga ta'sirini yaxshilash, avtomobillarga sarflanadigan xarajatlarni kamaytirish va ishlab chiqarish jarayonlarini mamlakatimizda rivojlantirishga qaratilgan masalalarni o'rganish juda muhim hisoblanadi. Biroq elektromobillarni ekspluatatsiya sharoitida qanday saqlash kerakligi, qanday qilib muammosiz ulardan foydalanish, elektr energiya bilan muntazam ta'minlash, elektromobillarga servis xizmat ko'rsatish bo'yicha eng yaxshi samarasi kadrlarni yetishtirish masalalari bugungi kunning muhim muammolaridan biridir. Iqtisodiy rivojlanishning hozirgi jarayonida atrof-muhitning ifloslanish muammolari tobora jiddiy tus olib borayotgan bir vaqtda, energiya tanqisligi va havoning ifloslanishi bilan bog'liq muammolar tobora kuchayib borayabdi. Shu sababli jamiyatning barcha tarmoqlari energiyani tejash va chiqindilarni kamaytirishga qanday erishish mumkinligi haqida tashvishlanib bormoqda. Bu borada O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 19-dekabrda "Elektromobillar ishlab chiqarishni tashkil etishni davlat tomonidan qo'llab-quvvatlash chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-443-son qarori ijrosini

ta'minlash maqsadida, Respublikada elektromobillari, gibrid avtomobillarni ishlab chiqarishni tashkil etish va mahalliy avtomobilsozlik mahsulotlari nomenklaturasini yanada kengaytirish hamda elektromobillar ishlab chiqarishni tashkil etishni davlat tomonidan qo'llab-quvvatlash chora-tadbirlari to'g'risida qaror qabul qilingan edi [1].

Atrof-muhitni yaxshilash, ekologiyani muhofaza qilishga e'tibor ham tobora ortib boryapdi. Bunga sabab iqlim o'zgarishi va ekologiyani meyoridan ortiq darajada ifloslanib ketishidir. Shaharsozlikni rivojlanishi va kengayishda davom etib boryotgan bir vaqtda, shahar aholisi, ayniqsa yirik shaharlarda ko'payib bormoqda. Bu esa shahar aholisida avtomobillarga bo'lgan ehtiyoji ortib borishiga sabab bo'lib qolmoqda. Jami avtomobillarning dvigateli tashqariga chiqadigan chiqindi gazlarni tozalash bo'yicha chora-tadbirlar ko'rish juda muhim hisoblanadi. Bunday dolzarb ekologik muammolarni tezroq hal qilish lozimdir. Aks holda ekologiya yaroqsiz holga kelib qolishi ham mumkin bo'lib qoladi. Avtomobil chiqindisi havoning ifloslanishining muhim sabablaridan biridir. Bu borada respublikamizda elektromobillarning ishlab chiqarilish va ularni soni kundan-kunga ortib borishi bilan

^a <https://orcid.org/0009-0004-2359-7732>



bog'liqdir. Endilikda elektromobillar soni oshib borishi va ularga servis xizmat ko'rsatishga bo'lgan talab ham oshadi. Elektromobillarning xavfsiz ishlashini ta'minlash uchun ularning nosozliklarini aniqlash va muammolarni bartaraf etish faol ravishda amalga oshirilishi kerak. Elektromobillarga servis xizmat ko'rsatishda nosozliklarni aniqlash va servis xizmat korsatish texnologiyasining roli katta ahamiyatga egadir. Chunki uning sababi elektromobillarga servis xizmat ko'rsatishda juda aniqlik va malakali mutaxassis bo'lishi talab qilinadi.

Akkumulyator batareyani energiya saqlash manbai sifatida ishlatishi mumkin bo'lgan yirik texnologiyalar ham ishlab chiqariladi va amaliyotga targ'ib etiladi. Bu esa elektromobillarning shahar atrof-muhitga zarar yetkazishni kamaytirish, yoqilg'ilarni tejash va ekologiyasini muhofaza qilish talablariga javob berib uni amalga oshiradi deb hisoblanadi.

Elektromobillar va gibid bilan solishtirganda ikkalasining quvvat uzatish tizimlarida aniq farqlar mavjudligini bilish mumkin. Elektromobillarning nosozliklarini tuzatish texnologiyasining kelajakdagi rivojlanish tendentsiyalari va uni amaliyotga joriy etish orqali servis xizmat ko'rsatishni ham rivojlantirish mumkin bo'ladi. Bu esa elektromobillarni uzoq vaqt ishlashi va xizmat ko'rsatishiga olib keladi. Elektromobilda uchiqaydigan nosozliklarni aniqlash, ularni ta'mirlash texnologiyasini ishlab chiqish, o'zlashtirish hamda amaliyotga joriy etish va malakali kadrlarni tayyorlash bugungi kunning muhim muammolaridan biri hisoblanadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Elektromobillarga servis xizmat ko'rsatish vaqt me'yorlarini hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

$$T = \frac{S}{v} \quad (1.1)$$

bu yerda:

T – servis xizmat ko'rsatishda bo'lib o'tadigan oralig'i oylarda yoki kilometrda o'lchanadib (s);

S – servis xizmat ko'rsatishni bo'yicha turlari, jumladan batareyaning elektor dvigatelnining, shinalarning va tormoz tizimining ishlash muddatlari ko'rsatgichlari (m);

v – elektromobilning ishlatilishi jarayonida amalga oshirish. Bu yurish masofasi va bir oyda o'rtacha bosib o'tilgan masofasi (m/s).

Elektromobillarning umumiy nosozliklarini dastlabki diagnostika orqali tashhislash va servis xizmat ko'rsatishda hududiy markazlarni ham tashkil etish talab qilinadi. Chunki uzoq masofadagi elektromobillar uchun o'z yashash hududiga yaqin bo'lgan markazlarning tashkil etilishi vaqt hamda uzoq masofani qisqartiradi. Elektromobillarning tuzilishi ichki yonuv dvigatellar avtomobillarga qaraganda oddiyroq bo'lsada, ularni ishlash jarayoni murakkabligi yoki ishga tushirishda qiyinchiliklarga olib keladigan ko'plab omillar mavjuddir [2].

Elektromobillarning asosan batareyalariga ham ko'proq texnik xizmat ko'rsatish talab qiladi. Buni quyidagi formuladan foydalanish mumkin bo'ladi.

$$T_{bat} = \frac{C_{max}}{C_f \cdot D_{ort}} \quad (1.2)$$

bu yerda:

T_{bat} – batareyaga texnik xizmat ko'rsatish oralig'i (oylarda yoki km);

C_{max} – batareyaning maksimal sig'imi (kWh);

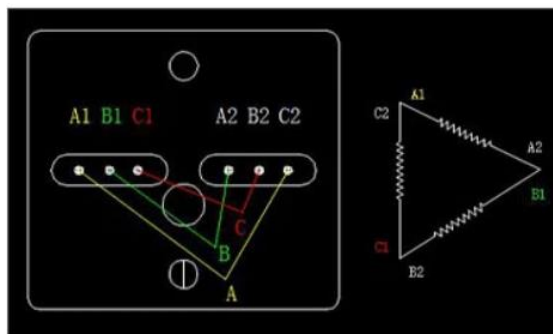
C foydalanish – o'rtacha kundalik foydalanish sig'imi (kWh);

D o'rtacha – kunlik o'rtacha yurish masofasi (km).



1-rasm. Elektromobillarda konstruksiyasining ko'rinishi

Bundan tashqari servis xizmat ko'rsatuvchi mutaxassislar akkumulyator ulagichining holatini ham tekshirishlari kerak, akkumulyator ulagichi oksidlangan yoki bo'shashganligi aniqlansa ishga tushirishdagi nosozliklarni bartaraf etish va elektromobil bilan bog'liq muammolar yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xavflarini bartaraf etish uchun oksidlangan ulagichni to'g'ridan-to'g'ri almashtirish kabi samarali choralar ko'rish kerak.



2-rasm. Elektromobil akkumulyatorlaridagi simlarning oddiy usulda ulash tizimi

Umumiy olinganda elektromobillarga kam hollarda servis xizmat ko'rsatiladi. Ichki yonuv dvigatellariga qaraganda elektromobil akkumulyatorida harakatlanuvchi qismlar mavjud emas. Ammo elektromobilni haydash va undan keyin zaryadlash uzoq vaqt davomida batareyaning maksimal quvvatini asta-sekin pasaytiradi ya'ni batareyani ishdan chiqishiga olib keladi. Elektromobil akkumulyator batareyalarining ishlash muddatini uzaytirish uchun ham bir qancha tavsiyalar berib o'tish lozim.

3. Natija va muhokamalar

Elektromobillarga qaraganda ichki yonuv dvigatellariga ega bo'lgan avtomobillarga texnik xizmat ko'rsatish osonroq hisoblanadi. Elektromobillarga texnik xizmat ko'rsatish ishlari kamroq lekin murakkab hisoblanadi. Bunga sabab batareya qurilmalariga doimiy texnik xizmat ko'rsatish ishlari talab qilmasligidadir. Chunki dvigatelda moyi kabi suyuqliklar va harakatlanuvchi qismlar ancha kam hisoblanadi. Batareyaga texnik xizmat ko'rsatish elektromobillarda ishlatiladigan ilg'or batareyalar cheklangan miqdordagi zaryadlash davrlariga ega bo'ladi. Ba'zi avtomobil akkumulyator tizimlari xavfsiz ish haroratini saqlab turish uchun sovutish tizimlaridan foydalanadi. Ushbu tizimlar muntazam tekshiruvlarni talab

qiladi. Chunki batareyani sovituvchi asosiy suyuqlik hisoblanadi. Elektromobillardagi akkumulyatorlar odatda avtomobilning kutilayotgan xizmat muddati uchun mo'ljallangan bo'ladi. Ichki yonuv dvigatellar kabi elektromobillardagi ilg'or akkumulyatorlar ham uzoq umr ko'rish uchun mo'ljallangan bo'ladi. Ammo hozirda ishlab chiqariladigan batareyalarning umri juda qisqa hisoblanadi va uni almashtirish juda qimmatdir. Elektromobil akkumulyatorlarining nosozliklari haqida to'liq ma'lumotlar mavjud bo'lmasa-da, bir qancha ishlab chiqaruvchilar o'zlarining elektromobil akkumulyatorlari uchun 8-yil/160,934 kilometr kafolat beradi.

Elektromobillarni ishlab chiqaruvchilar tomonidan batareyalarni almashtirish muddatini va ularning tannaxrlarini alohida ma'lum bir summada belgilab qo'yishmagan bo'lishda bu katta xarajatni tashkil etadi. Biroq texnologiya takomillashgani va ishlab chiqarish hajmi oshirilishi batareyalar narxining pasayishiga olib kelishi mumkin bo'ladi. Elektromobillar odatda 100 dan 600 voltgacha bo'lgan yuqori kuchlanishli elektr tizimlariga ega bo'ladi. Bu esa ulardagi havfni oshiradi. Batareyani parvarish qilish muhim bo'lsa-da, hali ham yodda tutish kerak bo'lgan ba'zi muhim fikrlar aytib o'tish lozimdir. Demak batareyaning optimal ishlashini ta'minlash uchun muntazam servis xizmat ko'rsatish kerak bo'ladi. Bundan tashqari batareyalar ishlatilmayotganda doimo salqin joyda saqlanishi kerak bo'ladi. Bunga sabab bu ularning haddan tashqari qizib ketishining oldini olishga xizmat qiladi. Batareyaning ishlash muddatini saqlab qolish uchun to'g'ri zaryadlash va zaryadsizlantirish tartiblariga rioya qilish juda muhim hisoblanadi. Umuman olganda, elektromobillarning akkumulyatorlari muntazam parvarishlashni talab qilib boradi. Bunga zaryad darajasini kuzatish, muntazam zaryadlash va tushirish hamda to'g'ri isitish kiradi. Elektromobillarni egalari isitishning muhimligini tushunib, tegishli texnik xizmat ko'rsatish vazifasini o'z zimmlariga olishlari orqali avtomobil akkumulyatorining optimal ishlashi va uzoqroq ishlash muddatini ta'minlashlari mumkin [10].



3-rasm. Elektromobil batareyalarga texnik xizmat ko'rsatish uchun kerakli jihozlar

Elektromobillarni turli iqlim sharoitidan saqlash uchun bir qancha tavsiyalar talab qilinadi. Bu haddan tashqari harorat issiq va sovuq bo'lishi batareyalar uchun xavflidir. Elektromobilni ishlab chiqaruvchilar batareyaning haroratini maqbul darajada ushlab turish uchun ularni zarur yordamchi sovitish va isitish tizimlari bilan jihozlashadi. Elektromobilni to'g'ridan-to'g'ri quyosh nuridan va uzoq vaqt davomida sovuq sharoitda qo'ymaslik zarur. Imkon qadar garaj yoki soyali joyga joylashtirish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Detektor batareyaga o'n soniyadan ko'proq ulanganda, kuchlanish tebranishsiz 10,5 ~ 11,6 V da qoladi, bu batareyaning yaxshi holatda ekanligini va hech qanday nosozliklar yo'qligini isbotlaydi. Biroq agar kuchlanish 9,6 V va 10,5 V oralig'ida bo'lsa, bu quvvatning yetarli emasligini va batareyaning noto'g'ri ekanligini anglatadi. Agar kuchlanish 9,6 V dan pastga tushsa bu quvvatning jiddiy ravishda yetarli emasligini yoki batareyaning noto'g'ri ekanligini anglatadi.

Tormoz elektromobillarning tormoz tizimlari asosiy komponenti va xarakatlanish xavfsizligi uchun muhim kafolat hisoblanadi. Elektromobillar uchun disk tormozlari va baraban tormozlari deb ataladigan ikki xil tormoz qurilmalari mavjud bo'lib ishlash jarayonida ishonchli xizmat qiladi. Harakatlanish vaqtida shinalarni tez xarakatlanadigan qismi hisoblanadi. Tormozlash usullari har xil bo'lsada, tormozlashning ikkala turi ham shinalar bilan ishqalanish orqali avtomobilni to'xtatadi. Bu jarayon aynan elektromobillarda shinalarni tezroq yeyilishiga olib keladi. Taqqoslash uchun, diskli tormozlarning ishlashi baraban tormozlariga qaraganda yaxshiroq samara beradi. Disk tormozlari ham keng qo'llaniladigan tizimlardan biridir. Biroq, disk tormozlari ham yuqori narx, qiyin o'rnatish va oson eskirish kabi muammolarga egadir. Xavfsizlikni ta'minlash uchun birinchi qadam yuqori sifatli va yuqori samarali tormozlarni tanlashdir. Misol tariqasida keramik kompozit materiallar va rulonli tuzilmalardan foydalanadigan Green Source seramika tormozi tormozlash masofasini 30% ga qisqaroq hamda 5 baravar uzoqroq ishlash muddatiga erishishi mumkin bo'ladi. Bu esa tormoz xavfsizligini yaxshiroq ta'minlaydi. Elektromobillarning tormoz tizimlarini kundalik tekshirish va texnik xizmat ko'rsatish juda muhim hisoblanadi.

Elektromobillarni har kuni tekshirish uchun texnik xizmat ko'rsatish markazlariga obora olmaymiz. Shu sababli ham uni uy sharoitida amalga oshirish mumkindir. Elektromobillarni oldinga, orqaga surish va tortish paytida ikkala qo'lingiz bilan rulni ushlang va tormozlarni bosing. Oddiy tormozlash sharoitida g'ildiraklar bu vaqtda aylanmaydi. Tutqichni qo'yib yuboring va odatdagidek ishlaydigan tormoz tizimi tezda tiklanadi. Bu jarayon ham yaxshi samara beradi.

Tezlikni boshqarish dastagini aylantiring va vosita ishlagandan so'ng tormozni bosing. Oddiy sharoitlarda tormozlanish darhol o'lchash mumkin. mumkin. Yuqoridagi uch bosqichli tekshiruv vaqtida biron bir muammo aniqlansa, demak tormoz tizimida kanchilik borligini anglatadi. Bunday hollarda texnik xizmat ko'rsatish uchun elektromobilni imkon qadar tezroq ko'rsatish lozim.



4-rasm. Elektromobildagi tormoz tizimining tuzilishi

Elektromobildagi tormoz tizimi ichki yonuv dvigatelli avtomobilda ishlatiladigan tormoz tizimga juda o'xshashdir. U tormoz prokladkalari, rotorlar, kaliperlar va suyuqlikdan iborat. Biroq bitta asosiy farq borki bu regenerativ tormozlash. Qayta tiklanadigan tormozlash - bu elektr motorini kinetik energiyani elektr energiyasiga aylantirish orqali avtomobilni sekinlashtirishga imkon beruvchi xususiyatdir, keyinchalik u akkumulyatorda saqlanadi. Bu an'anaviy tormozlardan foydalanishga bo'lgan ehtiyojni kamaytiradi va bu yoqilg'ini tejaydi hamda tormoz rotorlarning ishlash muddatini uzaytiradi. Shu bilan birga, regenerativ tormozlash tormozga texnik xizmat ko'rsatish zaruratini bartaraf etmaydi. Doim tormoz suyuqligi hajmini va sifatini tekshirishib turish lozimdir. Shuningdek, tormoz prokladkalari va rotorlarini eskirish va yirtish uchun tekshirishingiz kerak. Shuningdek, tormozlarni zanglashi yoki ushlanib qolmasligi uchun vaqti-vaqti bilan ishlatishingiz kerak. Shuni alohida takidlab o'tish zarurki elektromobillarning tormozlarga texnik xizmat ko'rsatish oralig'i ularning modeliga va harakatlanish sharoitlariga qarab o'zgaradi. Shuning uchun ham harakatlanish vaqtida kerakli qo'llanma yoki malakali mexaniklar tomonidan amalga oshirilishi lozim. Tormoz tizimidan tashqari elektromobillarda uchiqaydigan muammolardan biri shinalar bilan bog'liqdir. Demak elektromobillarda shinalarning tez yelishi kuzatilishi mumkin Bunga sabab elektromobillarda harakat tezlanishi yuqoriligi, vaznini og'irligi va tormozlanish jarayoni bilan bog'liqdir. Shu sababli ham elektromobillarning shinalarida yeilishlar soni yuqoridir [2].



5-rasm. Elektromobillar shinalariga texnik xizmat ko'rsatish

Elektromobillar shinalariga texnik xizmat ko'rsatishning eng muhim jihatlaridan bir hisoblanadi. Elektromobillarning muhim xavfsiz ishlashi va samaradorligiga ta'sir qiladi. Shinalar yo'l o'rtaqidagi yagona aloqa nuqtasi hisoblanadi. Shuning uchun siz ularning yaxshi holatda saqlash va har doim ishonch hosil qilinishi kerak. Shinalarga texnik xizmat

ko'rsatish bo'yicha ham ba'zi tavsiyalarni shlab chiqish va amaliyotga tadbqiq qish maqsadga muvofiq bo'ladi.

- Shinalar bosimini muntazam ravishda, kamida oyiga uch marta tekshirib borish va ishlab chiqaruvchining texnik xususiyatlariga muvofiq sozlash.

- Shinalarni har 10000 km da yoki ishlab chiqaruvchi tomonidan tavsiya etilgan tarzda shinalar o'zini almashtirib turish lozim. Bu shinalarning bir tekis eskirishini ta'minlash va xizmat muddatini uzayishiga olib keladi. Ba'zi elektromobillarlar old va orqa g'ildiraklar uchun turli xil shina o'lchamlariga egadir. Shuning uchun ham avtomobilini to'g'ri almashtirish sxemasiga amal qilish kerak.

- Shinalarda yoriqlar, bo'rtiqlar, teshilishlar ai notekis eskirish kabi shikastlanish kabi nosoliklar olisi kuantiladi. Agar ushbu muammolarga duch kelganda shinalarni imkon qadar tezroq ta'mirlash yoki almashtirish kerak bo'ladi. Shuningdek, shinalarning protektor chuqurligini doimo tekshirish kerak. Eskirgan shinalar elektromobillarning tutilishi va ishlashiga ta'sir qilshi mumkin. Qatlam chuqurligini o'lchash uchun chuqurlik o'lchagichlardan foydalanish mumkin. Agar protektor chuqurligi 4/32 dyuymdan kam bo'lsa, shinalarni almashtirish kerak bo'ladi.

-Shinalar bir-biriga parallel va yo'lga perpendikulyar bo'lishini ta'minlash uchun g'ildiraklarni har 10000 va 150000 km yoki ishlab chiqaruvchi tomonidan tavsiya etilgan tarzda tekislanadi. Noto'g'ri joylashtirilgan g'ildiraklar shinalarning notekis aylanmasi, rul boshqaruvidagi muammolarga va elektor enirgiyasi samaradorligini pasayishiga olib keladi.

Elektromobillarda akkumulyator, tormoz va shinalardan tashqari yana bir qancha komponentlar va tizimlar muntazam texnik xizmat ko'rsatish ishlarini amalga oshirish talab qiladi. Bularni ham ko'rib chiqamiz.

Sovutish tizimi: Sovutish tizimi akkumulyator, elektr motor va quvvat elektronikasini optimal haroratda saqlash vazifasini bajaradi. Sovutish tizimi sovutish suyuqligi, shlanglar, nasoslar va radiatorlardan iboratdir. Sovutish suyuqligi darajasini va sifatini doimo tekshirib borish kerak bo'ladi. Bundan tashqari ishlab chiqaruvchi tomonidan tavsiya etilgan sovutish suyuqligini belgilangan muddatida almashtirish kerak.

Havo filtri: Havo filtri shamollatish tizimi orqali salonn i chiga kiradigan havoni filtrlash vazifasini bajaradi. Salonn havo filtri vaqt o'tishi bilan chang va boshqa ifloslantiruvchi moddalar bilan tiqilib qoladi. Bu havo sifatini, isitish va konditsioner tizimining ish faoliyatini pasaytiradi. Salonn havo filtrini har 15000, 20000 km yoki ishlab chiqaruvchi tomonidan tavsiya etilgan tarzda almashtirish kerak.

Yana bir muhim jarayon borki elektromobillarini sinovdan o'tkazish tizimini tasniflash bugungi ekologik toza muhidni yaratishning muhim masalalaridan biridir. Ushbu tizim orqali elektromobillarning ishlashi, uning quvvati, samaradorligi va ishonchililigini o'lchash uchun ishlatiladi. Hozirda ishlab chiqariladigan turli xil turdagi elektromobillarni sinovdan o'tkazish masalalari bo'yicha turli tizimlari mavjud bo'lib, ular funksional imkoniyatlariga qarab tasniflanadi. Keeling bularni ko'rib chiqamiz. Rivojlanish jarayonini testdan o'tkazish bo'lib ishlab chiqish va sinov bosqichlari hisoblanadi. Bunda elektromobil prototipi yakuniy mahsulotni chiqarishdan oldin uning xarakteristikalar, funktsiyalari va dizayni jixatidan talablarga javob bera olishida hosil qilinishi uchun sinovdan o'tkaziladi va natijalar qayd etiladi. Bu sinov tizimi

ishlab chiqaruvchi kompaniyalar elektromobilning turli ekspluatatsion sharoitlarida qanchalik yaxshi ishlashini tekshirishga yordam beradi hamda amalga oshiriladi.

Elektromobillarning mustaxkamlik va ekspluatatsiya davrida chidamlilikka sinovini amalga oshirish ushbu turdagi sinov tizimlari akkumulyatorli uzatish tizimi va boshqa muhim qismlar kabi elektromobillarning tarkibiy qismlarini chidamliligini tekshirish uchun ishlatilishdan iborat. Bu sinov tizimi avtomobilning xizmat qilish muddatini aniqlashga va u bilan bog'liq servis xizmat ko'rsatish hamda ta'mirlash xarajatlardan kelib chiqib baholashga yordam beradigan jarayon hisoblanadi. Yuquri xavfsizlik talablari asosida o'tkaziladigan sinov jarayonlari. bunda xavfsizlik sinovi elektromobil ishlabchiqaruvchilari uchun juda muhim yuqori talab qo'yiladi, chunki u elektromobilning ishlashi va ekspluatatsiya davrida yuzaga keladigan xavfsizlik xavflarini aniqlash va ulkarni oldini olishga imkoniyat yaratadi. Demak bu sinov tizimi elektromobillarining xavfsizlik tizimlari, xavfsizlik kamarlari, tormoz tizimlaridagi xavfsizliklari va boshqa muhim komponentlar kabi xavfsizlik xususiyatlarini tekshirishdan iboratdir. Elektromobillarni ekologiyaga va atrof-muhitga ta'sirini o'rganish orqali sinovdan o'tkazish hisoblanadi. Ekologiya va atrof-muhitni harorati, namlik, balandlik va boshqa omillar kabi turli xil ekologik sharoitlarda elektromobillarning ishlashini baholaydi. Bu jarayon tizimi ishlab chiqaruvchilarga elektromobilni turli ob-havo sharoitlariga ega bo'lgan turli mintaqalarga mos kelishini ta'minlashga yordam beradi. Butun Dunyo bo'ylab turli mintaqalarda elektromobillarining standartlar, qoidalar va qonunlarga muvofiqligini ta'minlash uchun qo'llaniladi [6].

4. Xulosa

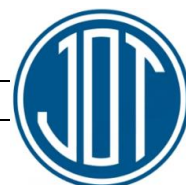
Elektromobil ichki yonuv dvigatelli avtomobillarga qaraganda samaraliroq, ekologik toza va tejankor, ammo ular hali ham optimal ishlashi va uzoq umr ko'rishini ta'minlash uchun muntazam texnik xizmat ko'rsatishni talab qiladi. Ushbu ilmiy maqola va uning asosida ishlab chiqilishi lozim bo'lgan qo'llanmaga rioya qilish orqali elektromobillarning uzoq yillar davomida muammosiz va xavfsiz ishlashini ta'minlash mumkin bo'ladi. Demak mutaxassislar ham shuni takidlab o'tishmoqdaki elektromobillardan foydalanish davrida unga qo'yiladigan talablarga to'liq rioya qilish kerakligi hamda belgilangan muddatda servis xizmatlardan o'tkazib turish lozimdir. Elektromobillarning akkumulyatorlari, tormoz tizimidagi muammolar va shinalarida uchiraydigan nosozliklarni doimo texnik ko'riklardan o'tkazib turish uning uzoq muddat xizmat qilishiga sabab bo'ladi. Elektromobillarini sinovdan o'tkazish tizimlari avtomobil sanoatida hal qiluvchi rol o'ynaydi. Bu ishlab chiqarilgan avtomobillar hukumatlar, nazorat qiluvchi organlar va iste'molchilar tomonidan belgilangan talablar va standartlarga javob berishini ta'minlashga yordam beradi. Shu sababli, ushbu sinov tizimlarini saqlab qolishga intilish toza, yashil va barqaror muhitga erishish yo'lidagi ijobiy qadamdir. Xulosani yako'nida shuni aloxida takidlash lozimki elektromobillarni ekspluatatsiya davrini to'g'ri tashkil etish lozimdir.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh. Mirziyoyev "Elektromobillar ishlab chiqarishni tashkil etishni davlat tomonidan qo'llab-quvvatlash chora-tadbirlari to'g'risida". PQ-443-son Toshkent sh., 2022-yil.
- [2] O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh. Mirziyoyev "Elektromobillar ishlab chiqarishni tashkil etishni davlat tomonidan qo'llab-quvvatlash chora-tadbirlari to'g'risida". PQ-443-son Toshkent sh., 2022-yil.
- [3] Esonboyev Behzodbek Murodjon o'g'li, "Elektromobillarni texnik ekspluatatsiya qilishda me'yor talablari journal of new century innovations", Volume-62_Issue-3_October-2024
- [4] Otanazarov M.M. "O'zbekistonda elektromobillar ishlab chiqarishni rivojlantirish tamoyillari" Экономика и социум №2 2023.
- [5] To'ychiyev O.A. "Elektr gibrid yuritmalı avtomobilning boshqaruv parametrlari va boshqarish rejimlarini aniqlash usullarining tahlili". Toshkent Turin poletixnika universiteti. 2023-yil.
- [6] Scheftor K and Zaccagnino M 2019 Electric vehicle sales facts and figures (EEI Pennsylvania Avenue, NW)
- [7] Beddows, D.C.S., Harrison, R.M., 2021. PM10 and PM2.5 emission factors for non-exhaust particles from road vehicles: dependence upon vehicle mass and implications for battery electric vehicles. Atmos. Environ. 244, 117886.
- [8] Yusupov Sarvarbek Sodiqovich Ph.D., dotsent "Mamlakatimizda elektromobillarni qo'llab-quvvatlash bo'yicha yaratilayotgan imkoniyatlarning tahlili va infratuzilmani yaratishning ahamiyati" Kimyo international university in central asian journal of stem <http://stem.kiut.uz/2023>
- [9] "Электромобили: мировые тренды, проблемы и перспективы", Денис ХИТРОБИХ Директор центра исследований и разработок по маркетингу, MBA, научная статья Журнал: Электрическая политика №1.
- [10] Qosimov B.A. "Elektromobillarga servis xizmat ko'rsatishning tendentsiyalari" respublika ilmiy va ilmiy - texnik anjuman materiallar to'plami. termiz 2024 – yil.
- [11] <http://www.whitehouse.gov/files/documents/Battery-and-Electric-Vehicle-Report-FINAL.pdf>
- [12] <http://srcyrl.superbheating.com/>
- [13] <https://srcyrl.ml-vehicle.com/>

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

Qosimov Baxtiyor	Jizzax politexnika instituti, "Transport vositalari muhandisligi"
Axmatjonovich / Kosimov	kafedrası assistenti
Bakhtiyor Akhmatjonovich	E-mail: baxtiyoraxmatjonovich@gmail.com https://orcid.org/0009-0004-2359-7732



Effect of operating temperature of hydraulic fluid on the service life of automatic transmission

B.H. Turakulov¹ 

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

According to the recommendations of the automatic transmission manufacturer, the average operating temperature of its hydraulic fluid should be 80-95°C.

Exceeding the hydraulic temperature more than 110°C under heavy-duty conditions can reduce its service life by several times. The automatic transmission is the most heat-stressed unit of all vehicle transmission units.

High speeds of hydraulic fluid movement in the torque converter lead to its intensive aeration, increased foaming, accelerating oil oxidation and reducing its service life.

The article is devoted to the analysis of the influence of the working fluid temperature on the reliability of automatic transmissions. To ensure normal automatic transmission temperature, there are various layouts of heat exchangers, which have their own advantages and disadvantages. Among them are: a separately remote heat exchanger for the automatic transmission; built into the main cooling radiator, as well as separate radiators for cooling the transmission fluid.

The layout and design of heat exchangers of automatic transmissions of passenger cars are studied. The main advantages and disadvantages of the designs of the heat exchangers used are presented. Based on the experimental data, a third-degree polynomial equation was obtained to predict the service life of the working fluid.

Taking into account the technical features and design complexity of various types of automatic transmissions of cars, one of the most important issues of their technical operation is reliability.

The article presents the results of operational tests on the replacement of the hydraulic fluid of automatic transmissions of passenger cars under operating conditions in Tashkent. When using automatic transmissions, it is always necessary to monitor the temperature of the automatic transmission. In modern cars, there is no thermometer on the dashboard for the driver to constantly monitor the operating temperature of the hydraulic fluid. The ELM 327 scanner allows you to partially eliminate this drawback and makes it possible to determine the temperature parameters of the automatic transmission.

Our observations carried out at car service stations show that more than 50% of automatic transmission failures occur due to overheating of its hydraulic fluid. To obtain objective information on the operational reliability of the automatic transmission, the authors of the work conducted operational tests. Hydromechanical planetary automatic transmissions were subjected to the experiment.

Based on the analytical review and our operational studies, recommendations are given for the use of an additional radiator for cooling the automatic transmission hydraulic fluid of UzAvto Motors vehicles, such as Chevrolet Gentra, Cobalt, Nexia 3 and Tracker 2. Since, in hot climate conditions, normal cooling of the automatic transmission hydraulic fluid is not fully ensured.

Keywords:

Automatic transmission, hydraulic fluid, heat exchanger, thermal conductivity, torque converter, cavitation, reliability, resource, scanner

Avtomatik uzatmalar qutisi resursiga gidravlik suyuqligi ishchi haroratining ta'siri

Turakulov B.H.¹ 

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Avtomatik transmissiya ishlab chiqaruvchisining tavsiyalariga ko'ra, uning gidravlik suyuqligining ishchi harorati 80-95°C bo'lishi kerak.

Og'ir ish sharoitida gidravlik suyuqlik haroratning 110°C dan oshib ketishi uning xizmat muddatini bir necha marta qisqartirishi mumkin. Avtomatik transmissiya barcha transport vositalarining eng issiqlik ta'siriga uchragan qismidir.

Gidrotransformatorda gidravlik suyuqlik harakatining yuqori tezligi uning intensiv aeratsiyasiga, ko'piklanishining kuchayishiga, oksidlanishini tezlashishiga va xizmat muddatini qisqartirishga olib keladi.

 <https://orcid.org/0009-0002-3742-8222>



Maqola, gidravlik suyuqlik haroratining avtomatik uzatmalar qutisi ishonchligiga ta'sirini tahlil qilishga bag'ishlangan. Avtomatik uzatmalar qutisining normal haroratini ta'minlash uchun moy sovutgich qurilmalarining turli xil sxemalari mavjud bo'lib, ular o'zlarining afzalliklari va kamchiliklariga ega. Ular orasida: avtomatik uzatmalar qutisi uchun alohida moy sovutgich; asosiy sovutish radiatoriga o'rnatilgan moy sovutgich, shuningdek, gidravlik suyuqligini sovutish uchun alohida radiatorlar mavjud.

Amaldagi moy sovutgich konstruksiyalarining asosiy afzalliklari va kamchiliklari keltirilgan. Eksperimental ma'lumotlarga asosanib, ishchi suyuqlikning resursini bashorat qilish uchun uchinchi darajali polinom tenglamasi ishlab chiqildi.

Avtomobillarning har xil turdagi avtomat uzatmalarining texnik xususiyatlari va konstruksiyasini murakkabligini hisobga olgan holda, ularni texnik ekspluatatsiya qilishning eng muhim masalalaridan biri bu ishonchlikdir.

Maqolada Toshkent shahridagi ish sharoitida yengil avtomobillarning avtomat uzatmalari gidravlik suyuqligini almashtirish bo'yicha ekspluatatsion sinovlar natijalari keltirilgan. Avtomatik uzatmalardan foydalanganda, har doim gidravlik suyuqligi haroratini kuzatib borish kerak. Zamonaviy yengil avtomobillarda haydovchiga gidravlik suyuqlikning ish haroratini doimiy ravishda kuzatib borishi uchun asboblardan panelida termometr mavjud emas. ELM 327 skaneri ushbu kamchilikni qisman bartaraf etishga imkon beradi va avtomatik uzatmalar qutisi harorat parametrlarini aniqlash imkonini beradi.

Yo'lovchi avtomashinalariga xizmat ko'rsatish shoxobchalarida olib borilgan kuzatishlarimiz shuni ko'rsatadiki, avtomat uzatmalar qutisidagi nosozliklarning 50 foizdan ortig'i uning gidravlik suyuqligining haddan tashqari qizib ketishi tufayli yuzaga keladi. Avtomatik transmissiyaning ekspluatatsion ishonchligi haqida ob'ektiv ma'lumot olish uchun ish mualliflari ekspluatatsion sinovlarni o'tkazdilar. Tajriba planetar tipidagi gidromexanik avtomat uzatmalar qutisida o'tkazildi.

Tahliliy ko'rib chiqish va ekspluatatsion tadqiqotlarimiz asosida UzAvto Motors korxonasi tomonidan ishlab chiqarilgan Chevrolet Gentra, Cobalt, Nexia 3 va Tracker 2 avtomobillarida avtomatik uzatmalar qutisi gidravlik suyuqligini sovutish uchun qo'shimcha radiatorlardan foydalanish bo'yicha tavsiyalar berildi. Chunki bu avtomobillarda, issiq iqlim sharoitida avtomatik uzatmalar qutisi gidravlik suyuqligining normal sovishi to'liq ta'minlanmagan.

Kalit so'zlar:

Avtomatik uzatmalar qutisi(AUQ), gidravlik suyuqlik, moy sovutgichi, issiqlik o'tkazuvchanlik, gidrotrasformator, kavitatsiya, ishonchlik, resurs, skaner

1. Kirish

Avtomatik uzatmalar qutisi karteridagi gidravlik suyuqlikning o'rtacha ishchi harorati 80-95°C bo'lishi kerak, issiq iqlim sharoitida va katta yuklama bo'lganda shaharda haydash siklida u 130...150°C ga etadi [1-3].

Shunday qilib, avtomatik uzatmalar qutisi barcha avtomobil transmissiya agregatlarining eng issiqlik sharoitida ishlovchi agregatlardan biridir. Avtomatik uzatmalar qutisidagi bunday yuqori moy harorati, mexanik uzatmalar qutisidan farqli o'laroq, asosan ichki ishqalanish sababli xosil bo'ladi, ya'ni gidrotransformatoridagi moy oqimining tezligi 80...100 m/s ga etadi. [14].

Bunga qo'shimcha ravishda, agar dvigateldan harakatga qarshilikni yengish uchun zarur bo'lganidan ko'ra ko'proq quvvat olinsa, ortiqcha quvvat moyning ichki ishqalanishiga sarflanadi, bu esa uning haroratini yanada oshiradi.

Gidrotransformatoridagi moy harakatining yuqori tezligi uning kuchli aeratsiyasiga, ko'piklanishining kuchayishiga, moyning oksidlanishini tezlashishiga olib keladi. Gidrotransformatoridagi moyning asosiy funksiyalari quyidagilardan iborat: dvigateldan quvvatni avtomobil yurish qismiga uzatish; uzatmalar qutisi birikmalarini moylash; AUQ friksion muftalarini ulash uchun energiyani uzatish; birikma va agregat detallarini sovutish.

Gidrotransformatorning yuqori F.I.K. bilan ishlashini va moylanadigan detallarning ishonchli ishlashini ta'minlash uchun moy optimal qovushqoqlikka ega bo'lishi kerak.

Gidravlik suyuqlikning harorati 90°C dan 30°C gacha pasayishi hisobiga qovushqoqligining ortishi gidrotransformator samaradorligini o'rtacha 5...7% ga pasayishiga olib keladi. Boshqa tomondan, ishqalanish

yuzasida mustahkam moy qatlamini ta'minlash uchun moy nisbatan qovushqoq bo'lishi kerak [4,9].

Masalan, AUQ da gidravlik suyuqlik qovushqoqligi 100°C haroratda 5,1 mm²/s o'rniga 1,4 mm²/s ga teng bo'lgan suyuqliklardan foydalanish avtomobilning dinamik ko'rsatkichlarini 6...8 % ga yaxshilaydi hamda yonilg'i tejamkorligiga ham hissa qo'shadi. Gidravlik uzatmalarining eng yuqori samaradorligi 100°C haroratda moy qovushqoqligi 4...5 mm²/s dan katta bo'lmaganda ta'minlanadi [16].

Bundan tashqari, friksion disklarining normal ishlashi uchun moy yuqori ishqalanish ko'effitsientini ta'minlashi kerak, ya'ni 0,1 dan 0,18 gacha. Ko'effitsient 0,1 dan kam bo'lsa, friksion disklarining ishlashi sirpanish bilan va ishqalanish ko'effitsienti 0,18 dan katta bo'lsa, silkinishlar bilan bo'ladi [2-3,5].

Ikkala holatda ham bu friksion disklarining muddatidan oldin ishdan chiqishiga olib keladi. Moyning oksidlanishga qarshi chidamliligi AUQ ning ishonchli va mustahkam ishlashini ta'minlaydi. Moy o'ng ishqalanishi, uning umumiy ifloslanishiga va kislotali mahsulotlarning ko'payishiga, qo'shimcha ravishda friksion disklarining normal ishlashini buzishiga olib keladi.

Ma'lumki, gidravlik suyuqlik-ning zichligi qanchalik yuqori bo'lsa, avtomat uzatmalar qutisi shunchalik ko'p quvvatni uzatishi mumkin.

80...95°C ishchi haroratida avtomatik uzatmalar qutilarida ishlatiladigan gidravlik suyuqlikning zichligi 0,818...0,809 g/sm³, xona haroratida esa 0,863...0,867 g/sm³ ni tashkil qiladi. Bundan tashqari, ishchi suyuqlik moylash va sovutish agenti bo'lib, shuningdek yeyilish mahsulotlarini ularning hosil bo'lish manbalaridan olib tashlaydigan vositadir [12-13].



Shuning uchun, gidravlik suyuqlikka juda yuqori talablar qo'yiladi. Gidravlik suyuqlik quyidagi xususiyatlarga ega bo'lishi kerak:

yaxshi moylash xususiyati; kam ko'piklanish; korroziyaga qarshi xususiyatlari; AUQ qismlarining konstruksion materiallariga nisbatan inertlik; past toksiklik; yonmaydigan; yaxshi issiqlik o'tkazuvchanlik; ma'lum vaqt davomida fizik va kimyoviy xususiyatlarni saqlab qolish qobiliyati.

Ushbu xususiyatlarni ta'minlash uchun ishlab chiqarish jarayonida gidravlik suyuqlikka turli xil qo'shimchalar kiritiladi: korroziyaga qarshi, ko'pikka qarshi, oksidlanishga qarshi, tiralishga qarshi va boshqalar.

Biroq, eng yaxshi xususiyatlarga ega bo'lgan suyuqlik ishlatilsa ham, AUQ ishlashida ishqalanish yuzalarining yeyilishi, oksidlanishi va boshqa jarayonlar kam bo'lsada muqarrar ravishda sodir bo'ladi.

Shuning uchun, avtomatik uzatmalar qutisining normal va uzoq muddat ishlashini ta'minlash uchun nafaqat ishchi suyuqlikning markasini to'g'ri tanlash, balki avtomatik uzatmalar qutisini malakali ekspluatatsiya qilish kerak.

Ko'pikka qarshi xususiyatlar gidravlik suyuqlikning ko'pik hosil qilmasdan havo yoki boshqa gazlarni chiqarish qobiliyatini tavsiflaydi. Odatda, ishlayotgan avtomatik uzatmalar qutisining moyi 0,01...6% erimagan havoni o'z ichiga oladi. Bundan tashqari, ishchi suyuqlikda ma'lum miqdorda erigan havo mavjud bo'lib, u moyning fizik-kimyoviy xususiyatlariga deyarli ta'sir qilmaydi. Lekin bosimning keskin o'zgarishi sodir bo'lgan joylarda, ayniqsa nasoslarning so'rish quvurlarida, drossellarda va gidravlik yuritmaning boshqa joylarida kavitatsiyaning paydo bo'lishiga olib keladi. Gidravlik suyuqlikning ko'piklanishga qarshi qobiliyati ko'pikka qarshi qo'shimchani qo'shish orqali yaxshilanadi [20,21].

Gidravlik suyuqlikning korroziyaga qarshi xususiyatlari metallarda korroziyasining yo'qligi, shuningdek, suyuqlik kimyoviy xossalarning barqarorligi bilan tavsiflanadi. Gidravlik suyuqlikning korroziyaviy faolligining sababi unda metallarning korroziyasini keltirib chiqaradigan kimyoviy birikmalarning to'planishi hisoblanadi. Korroziyaga ta'sir etuvchi bunday asosiy birikmalar orasida, gidravlik suyuqlikning eskirishi natijasida hosil bo'ladigan kuyindilardir [17].

Agar gidravlik suyuqlikning qovushqoqligi haddan tashqari yuqori bo'lsa, suyuqlikdagi ishqalanish kuchlari oqimning uzluksizligini yo'qolishiga olib kelishi mumkin. Bunday holda, nasosning ishchi kameralari suyuqlik bilan yaxshi to'lmaydi, kavitatsiya paydo bo'ladi va oqim tezligi pasayadi.

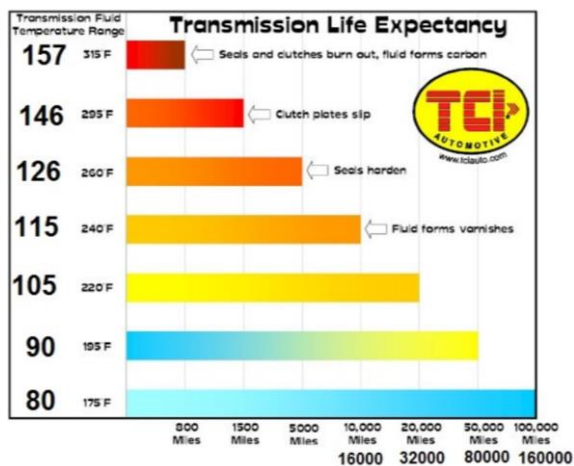
Gidravlik suyuqlikning yaxshi issiqlik o'tkazuvchanligi gidravlik tizim agregatlaridan issiqlikni chiqarish va gidroyuritmaning normal faoliyati uchun kerakli issiqlik rejimini ta'minlash uchun zarur [15,18].

2. Tadqiqot metodikasi

Gidravlik suyuqligi haroratining AUQ kilometrlarda ko'rsatilgan resursiga ta'siri, shuningdek avtomatik uzatmalar qutisi haddan tashqari qizib ketganda sodir bo'ladigan jarayonlar 1-rasmda ko'rsatilgan.

Avtomatik uzatmalar qutisining normal haroratini ta'minlash uchun moy sovutish qurilmalarining turli xil sxemalari mavjud bo'lib, ular o'zlarining afzalliklari va kamchiliklariga ega [4-7]. Ular orasida: avtomatik uzatmalar

qutisi uchun alohida moy sovutgichi; asosiy sovutish radiatoriga o'rnatilgan; shuningdek, gidravlik suyuqligini sovutish uchun alohida radiatorlardir.



1-rasm. TCI Avtomotive kompaniyasi ma'lumotlariga asoslangan, avtomatik uzatmalar qutisi resursining gidravlik suyuqligi haroratiga bog'liqligi

Moy sovutgichning asosiy ish parametrlaridan biri, bu issiqlik oqimi Q - ixtiyoriy sirt orqali vaqt birligiga o'tkaziladigan issiqlik miqdori va issiqlikdan foydalanish samaradorligini tavsiflovchi parametr - η issiqlik samaradorligidir.

Shuning uchun, baholovchi ko'rsatkich sifatida issiqlik samaradorligi η dan foydalandik. Issiqlik samaradorligi ko'rilayotgan issiqlik almashtirgichni issiqlik oqimi Q ni, ideal issiqlik oqimi Q_{ID} ga nisbati bilan o'lchanadi. Q_{ID} isitiluvchi issiqlik olib yuruvchini ideal sharoitda uzatishi mumkin bo'lgan holda: ya'ni issiqlik uzatkich yuzasining cheksiz katta yuzasida yoki cheksiz katta issiqlik uzatish koeffitsiyentida. [8].

$$\eta = \frac{Q}{Q_{ID}} = \frac{W_i \Delta t_i}{W_{min} \Delta t_{max}} = \frac{W_q \Delta t_q}{W_{min} \Delta t_{max}} \quad (1)$$

bu yerda:

$W_{i(q)} = G_{i(q)} \cdot c_{pi(q)} \frac{kJ}{(kg \cdot ^\circ C)}$ - isitiladigan va qizdiruvchi

muhit massaviy sarfining issiqlik sig'imi,

$G_{i(q)}$ - isitiladigan va qizdiruvchi muhitning issiqlik uzatuvchi massaviy sarfi,

$c_{pi(q)}$ - isitiladigan va qizdiruvchi muhitning solishtirma issiqlik sig'implari,

$W_{min} = \min(W_i, W_q)$,

$\Delta t_i, \Delta t_q$ - issiqlik uzatuvchi qurilmaning kirish va chiqish joylarida issiqlik uzatuvchi haroratining farqi.

Urech moy sovutgichda, qizdiruvchi issiqlik olib yuruvchini eng kam issiqlik sig'imi bilan xarakterlanadi. Ideal issiqlik almashtirgich, maksimal harorat farqiga ega. Bu harorat farqi, moy sovutgichning kirish qismida, qizdiruvchi va isitiluvchi issiqlik olib yuruvchi haroratining farqiga teng. U holda:

$$Q_{ID} = W_{min}(t_q^{kir} - t_i^{chiq}) \quad (2)$$

Avtomatik uzatmalar qutisi moy sovutgichlari transmissiya suyuqligi sovutgichlari bo'lgani uchun va ideal holatda uning maksimal sovushini olish kerak, bu esa eng katta harorat farqini ta'minlaydi.

$\Delta t_{max} = t_q^{kir} - t_q^{chiq}$, shuning uchun $W_{min} = W_q$



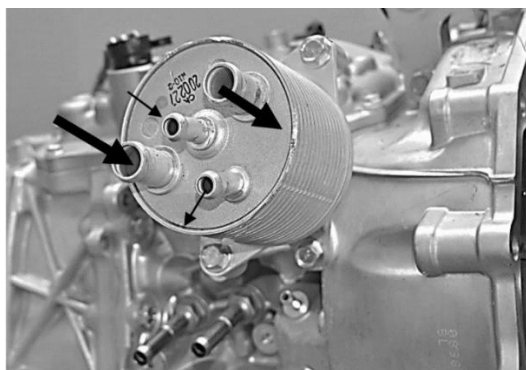
Sovutgich uchun (2) ni (1) ga qo'ysak, quyidagilarni hosil qilamiz:

$$\eta = \frac{Q}{Q_{ID}} = \frac{W_q \Delta t_i}{W_q \Delta t_{max}} = \frac{t_q^{kir} - t_q^{chiq}}{t_q^{kir} - t_i^{kir}}$$

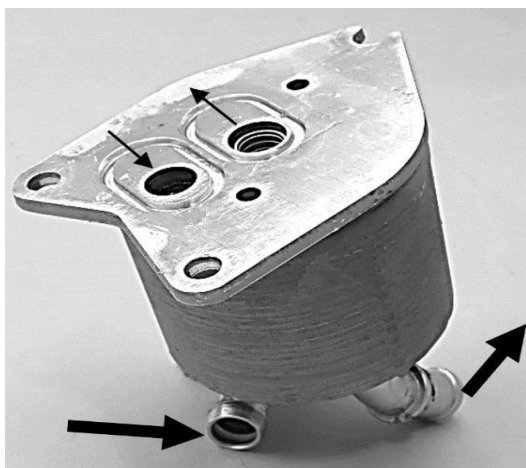
Olingan ifodadan, mavjud qurilma uchun, ifloslantiruvchi moddalarini hosil bo'lishi natijasida issiqlik uzatishning yomonlashishini hisobga olgan holda, haqiqiy issiqlik samaradorligini aniqlash mumkin. Buning uchun moy sovutgichning kirish va chiqish qismida transmission (qizdiruvchi issiqlik olib yuruvchi) va sovutuvchi(isitiluvchi) suyuqliklarning haroratlarini o'lchash kerak.

AUQ uchun alohida moy sovutgich. Avtomobil ishlab chiqaruvchilari orasida ko'pincha uzatmalar qutisining korpusiga AUQ uchun alohida moy sovutgichini o'rnatish qo'llaniladi. Bunday holda, quyidagi variantlar bo'lishi mumkin:

transmissiya suyuqligini (rasmlarda harakat yo'nalishlari ingichka chiziqlar bilan ko'rsatilgan) alohida quvurlar orqali etkazib berish bilan (2-rasm) yoki AUQ korpusidagi teshiklar orqali (3-rasm). Sovutish suyuqligining kirish va chiqish yo'nalishi qalin chiziqlar bilan ko'rsatilgan. Ushbu konstruktsiya ajratilmaydigan plastinkasimon moy sovutgichi bo'lib, uning issiqlik almashuvchi yuzasi bitta paketga yig'ilgan, shtamplangan metall ingichka plastinalar to'plamidan iborat.



2-rasm. Issiqlik almashtirgich Subaru Forester [19]



3-rasm. Volkswagen Jetta moy sovutgichi [19]

Issiqlik tashuvchilar devorni ikki tomondan yuvib, issiqlik bilan almashadilar. Issiqlik almashish jarayoni doimiy ravishda sodir bo'ladi va odatda statsionar xarakterga ega. Har ikki tomondan issiqlik tashuvchilar tomonidan yuvilgan devor, moy sovutgichning ishchi yuzasi

deb ataladi. Ushbu qurilmada kanallarning joylashishiga qarab, issiqlik tashuvchilarning harakati uchun turli xil sxemalar amalga oshirilishi mumkin. Bunday moy sovutgichning afzalliklari quyidagilardan iborat: konstruktsiyaning ixchamligi, o'rnatish qulayligi, yuqori ishonchlilik. Agar moy sovutgichdan suyuqlikning oqishi yuzaga kelsa, uni ta'mirlash mumkin emas va bu jiddiy kamchilik deb hisoblanadi.

Sovutish radiatoridagi moy sovutgich. Bunday sxemada asosiy sovutish radiatorining bachogidan biriga avtomatik uzatmalar qutisi moy sovutgichi o'rnatiladi (4-rasm). Issiqlik almashinuvi kanallarning devorlari o'rtasida sodir bo'ladi, uning ichida gidravlik suyuqligi harakatlanadi va u tashqi tomondan radiator bachogida joylashgan sovutish suyuqligi bilan yuviladi. Gidravlik suyuqligining uzatilishi va qaytishi alohida quvurlar orqali amalga oshiriladi.

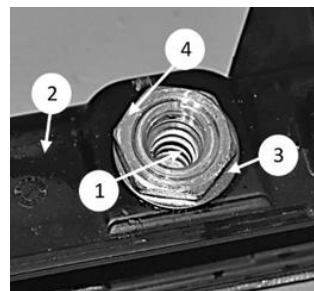


4-rasm. Avtomatik uzatmalar qutisi moy sovutgichining radiator bachogidagi joylashuvi

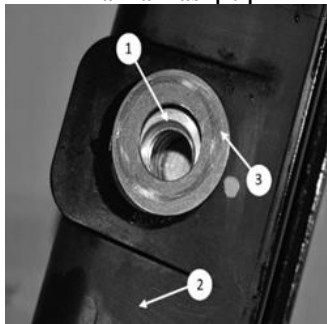
Ushbu yechim konstruktsiyani murakkablashtiradi va asosiy radiatorning narxini oshiradi. Ushbu konstruktsiyani muhim kamchiliklari, masalan, 2019-yilgi Nissan Altimada bo'lgani kabi, moy sovutgich radiator bachogidan bo'shab qolganda transmission va sovutish suyuqliklarini aralashib ketish xavfidir (5-rasm).

Shtutser mahkamlanishi bo'shab qolganda, sovutish suyuqligi radiator bachogi korpusi (2) va zichlagich (3) o'rtasida hosil bo'lgan tirqish orqali moy sovutgichining (1) ichki qismiga kira boshlaydi. Sovutish suyuqligining uzatmalar qutisiga kirishi natijasida zichlagichlar va friksionlar shikastlanadi, shuningdek, AUQ va gidravlik blokining elektron elementlari ham ishdan chiqadi. Ushbu muammoni hal qilish moy sovutgichni radiator korpusiga shtutser bilan emas, balki alohida element (4) bilan ulashdan iboratdir.

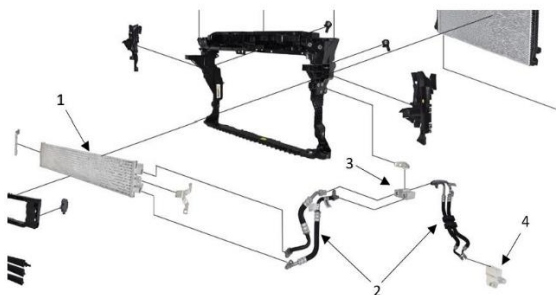
Xuddi shunday sxema Hyundai Santa Fe avtomobilida ham amalga oshirilgan (6-rasm). Ushbu moy sovutgichning afzalliklari quyidagilardan iborat: gidravlik zarbga mustahkam, issiqlik tashuvchilarning tozaligiga nisbatan past talablar, texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlanishi qulayligi.



5-rasm. Nissan Altima moy sovutgichini mahkamlash[19]



6-rasm. Hyundai Santa Fe moy sovutgichini mahkamlash[19]



7-rasm. Volkswagen Atlas Cross Sport transmissiya suyuqligini sovutish elementlari [19]

Radiator. Gidravlik suyuqligini sovutishning yana bir usuli - bu alohida radiatorni odatda asosiy radiatoridan oldid o'rnatish. Konstruksiya ko'ra plastinkali, yoki quvurli radiatorlardan foydalanish mumkin. Ushbu yechim, sovutish suyuqligining transmissiya sovutish tizimining konturiga kirish imkoniyatini yo'q qiladi. Ushbu sxema kerakli haroratni saqlab turish uchun qo'shimcha elementlarni talab qiladi. Bularga uzatmalar qutisining haddan tashqari sovib ketishini oldini olish uchun rostlovchi klapan yoki termostatni o'z ichiga oladi, shuningdek, qo'shimcha ventilyator o'rnatilishi mumkin yoki avtomatik uzatmalar qutisi yuqori yuklama ostida ishlaganda issiqlik tarqalishini oshirish uchun asosiy radiatorning ventilyatoridan foydalanish mumkin.

Ushbu konstruksiya Volkswagen Atlas Cross Sport (7-rasm) da qo'llaniladi va plastinkasimon radiator (1), quvurlar (2), ulash muftasi (3) va rostlovchi klapani (4) o'z ichiga oladi.

Qo'shimcha sovutish. Transmissiya suyuqligining haddan tashqari qizishi jiddiy muammolarga olib keladi, shuning uchun ba'zi hollarda qo'shimcha sovutgich ishlatiladi. Qo'shimcha sovutgich tog' sharoitlari ekspluatatsiyasida, tirkamani tortib yurishda, issiq iqlim sharoitlarida yoki shataksirashda kerak bo'lishi mumkin.

Eng samarali yechim – bu radiatorni tashqi moy sovutgichidan keyin o'rnatish.

Gidravlik suyuqligi qizigunga qadar u faqat moy sovutgich (1)da soviydi va keyin avtomatik uzatmalar qutisiga qaytadi. Ma'lum bir haroratga yetganda termostat (3) ochiladi va suyuqlik radiatorga (2) kira boshlaydi.

Gidravlik suyuqlikning ma'lum vaqt oralig'ida fizikaviy va kimyoviy xususiyatlarini maqbul chegaralarda saqlab turish qobiliyati xususiyatlarning barqarorligi deb ataladi.

Barqarorlik o'zaro bog'liq bo'lgan gidravlik suyuqlikning oksidlanishga qarshi qobiliyati va gomogenligi bilan tavsiflanadi. Uzoq muddatli ekspluatatsiya jarayonida

neft uglevodorodlarining atmosfera kislorodi bilan reaksiyaga kirishishi natijasida gidravlik suyuqlikda qatronli erimaydigan fraksiyalar paydo bo'ladi, ular detallarning yuzalarida lak qatlamlari hosil qiladi, drossellar va tirqishli zichlagichlarda obletiratsiyani hosil qiladi, bu esa gidravlik yuritmaning to'liq ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin [12,15].

Hozirgi vaqtda avtomatik uzatmalar qutisi bo'lgan avtomobillar uchun diagnostika skanerlarining eng keng tarqalgan turlaridan biri bu ELM 327 qurilmasidir. Skaner bizga juda ko'p turli xil parametrlarni o'lchash imkonini beradi: yonilg'i sarfi, avtomobil bosib o'tgan masofasi, avtomatik transmissiya suyuqligi va dvigatel moyi harorati, dvigatel sovutish suyuqligi harorati, tirsakli valning aylanish chastotasi, atrof-muhit harorati va boshqalar.

Turli xil ekspluatatsiya sharoitida AUQ ko'pincha qizib ketishi natijasida ishdan chiqadi. Shuning uchun, har doim avtomatik uzatmalar qutisining haroratini nazorat qilib borish kerak.

Zamonaviy yengil avtomobillarda gidravlik suyuqlikning haroratini aniqlash uchun asboblardan panelida termometr mavjud emas. ELM 327 skaneri ushbu kamchilikni bartaraf etishga imkon beradi.

Yengil avtomobillariga servis xizmat ko'rsatish markazlarining statistik ma'lumotlari bo'yicha kuzatishlarimiz shuni ko'rsatadiki, avtomat uzatmalar qutisidagi nosozliklarning 50% dan ortig'i undagi gidravlik suyuqligining haddan tashqari qizib ketishi tufayli sodir bo'ladi [22-26].

Shunday qilib, avtomobillarining har xil turdagi avtomat transmissiyalarning texnik xususiyatlari va konstruksiya murakkabligini hisobga olgan holda, ularning texnik ekspluatatsiyasining eng muhim masalalaridan biri bu ishonchlilikdir.

Transmissiyalarning ishonchlilikini tahlil qilish uchun turli turdagi yengil avtomobillarning avtomatik uzatmalar qutisining nosozliklari to'g'risidagi ma'lumotlar to'plandi.

Avtomobil mexanizmlari, birikmalarida sodir bo'ladigan barcha jarayonlar tasodifiy xarakterga ega. Buning sababi shundaki, avtomobillar ishlaydigan tashqi sharoitlar: harorat, dinamik yuklar va boshqalar tasodifiy o'zgaradi. Avtomobil uchun avtomobil harakatlanadigan yo'l yuzasidagi notekisliklar tasodifiy almashinadi va harakat yo'lidagi to'siqlar tasodifiy takrorlanadi.

Bunga qo'shimcha ravishda, materialning o'ziga xos mustahkamlik xususiyatlari: mustahkamlik, oquvchanlik, qattqlik chegarasi avtomobil detallari doimiy qiymatlar emas, balki tasodifiy o'zgaradi. Shunday qilib, avtomobilda har qanday jarayonni o'rganayotganda, biz tasodifiy kattaliklar, jarayonlar bilan shug'ullanamiz.

Toshkent shahridagi yengil avtomobillarning avtomat uzatmalar qutisi gidravlik suyuqligini ekspluatatsiya sharoitida almashtirish bo'yicha sinovlar natijalari 1-jadvalda keltirilgan. Eksperimental sinov metodikasi GOST 17510-2013 standartiga mos keladi. Tajriba rejasi sifatida [NUN] turi tanlangan.

Tasodifiy jarayonlarni tahlil qilganda, tajribalar sonining ko'payishi bilan sinov natijalarining aniqligi oshadi; tajribalar soni cheksizlikka intilganda, eksperimental ma'lumotlarning parametrlari o'rganilayotgan jarayonning haqiqiy parametrlari bilan mos keladi. Shu bilan birga, sinovlar hajmi (sinovdagi tanlovlar) ortishi bilan material, mehnat sarfi va sinovlarning davomiyligi oshadi. Shu munosabat bilan, amaliyot uchun maqbul bo'lgan sinov

natijalaridagi aniqlikni hisobga olib, sinovlarning minimal hajmini aniqlash kerak.

1-jadval

Avtomatik uzatmalar qutisi suyuqligini almashtirish bo'yicha tadqiqotlar natijalari

№ t/r	Ekspluatatsion sinov ko'rsatkichining nomi	Gidromexanik AUQ
1	Sinovga tanlov N, birlik	20
2	Intervallar soni «n»	5
3	Interval qadami h, ming km	10,0
4	Moy almashtirishgacha minimal bosib o'tilgan yo'l L_{min} , ming km	60,1
5	Moy almashtirishgacha maksimal bosib o'tilgan yo'l L_{max} , ming km	110,1
6	Moy almashtirishgacha o'rtacha bosib o'tilgan yo'l $\bar{L}$, ming km	86,5
7	Moy almashtirishgacha bo'lgan masofaning o'rta kvadratik og'ishi σ , ming km	24,22
8	Dispersiya D, ming km ²	586,6
9	Variatsiya koeffitsiyenti V	0,28
10	Gidravlik suyuqlikni almashtirish taqsimot qonuni	Normal taqsimot qonuni
11	Gipotezalarini tekshirish me'zonlari	Pirson
12	Intervallarda gidravlik suyuqlikni almashtirishlar soni:	
	birinchi interval	3
	ikkinchi interval	4
	uchinchi interval	8
	to'rtinchi interval	3
	beshtinchi interval	2

Avtomatik uzatmalar qutisi ishonchliligi haqida obyektiv ma'lumot olish uchun maqola mualliflari ekspluatatsion sinovlarni o'tkazdilar. Tajriba planetar tipidagi gidromexanik avtomatik uzatmalar qutilarida (20 dona) o'tkazildi. Sinov uchun tanlovlar, avtomatik uzatmalar qutisidagi nosozliklar bo'lgan avtomobil egalarining servis xizmat ko'rsatish markaziga murojaatlarini aks ettiruvchi birlamchi hujjatlar asosida shakllantirildi. Birlamchi ma'lumotlarning o'ziga xos xususiyati shundaki, u bevosita ekspluatatsiyadan to'plangan. To'plangan ma'lumotlarga

matematik statistika usullari yordamida ishlov berildi va gipotezalar Pirson me'zonlari bo'yicha tekshirildi.

3. Tadqiqot natijalari

Issiq iqlim sharoitida engil avtomobil avtomatik uzatmalar qutisi detallari ishonchliligining (buzilish va nosozliklar) gidravlik suyuqligining haroratiga bog'liqligi 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Engil avtomobil avtomatik uzatmalar qutisi detallari ishonchliligining gidravlik suyuqligining haroratiga bog'liqligi

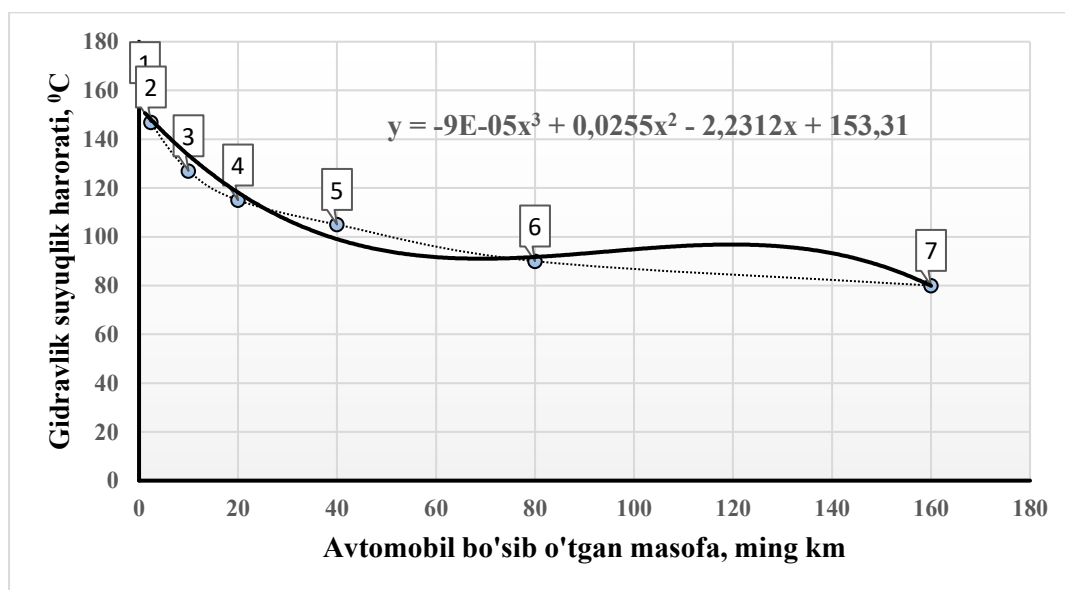
№ t/r	Detalning nomi	Bosib o'tilgan masofa, km	Gidravlik suyuqlikning harorati, °C	AUQ detallarining nosozligi yoki buzilishi
1	AUQning barcha detallari	160900	80 gacha	-
2	AUQ ning barcha detallari	80450	90 gacha	-
3	AUQ ning barcha detallari	32180	105 gacha	davriy silkinishlar va zarbalarning paydo bo'lishi
4	AUQ ning barcha detallari	16090	115 gacha	detal yuzalarida lakning paydo bo'lishi
5	AUQ ning barcha detallari	8045	130 gacha	rezina zichlagichlarining qotishi, gidravlik suyuqlikning oqa boshlashi
6	AUQ ning barcha detallari	4400	145 gacha	rezina zichlagichlarining qotishi, gidravlik suyuqlikning oqishi, muftalar sirpanashi, uzatmalar qutisi "shataksirashi"
7	AUQ ning barcha detallari	805	160 gacha	salnik va muftalar kuyishi, suyuqlikning polimerlanishi, qora rangga aylanishi va kuygan hidga ega bo'lishi

Eslatma: Gidravlik suyuqligining normal ishchi harorati 80...95°C oralig'ida bo'lishi kerak

Yuqorida aytilganlarning barchasiga qaramay, avtomatik uzatmalar qutisining chidamliligi va xizmat ko'rsatishni cheklovchi asosiy ko'rsatkich gidravlik

suyuqlikning harorati bo'lib qoladi. Yuqoridagilarning isboti bo'lib, quyidagi avtomatik uzatmalar qutisi resursining gidravlik suyuqlik haroratiga va avtomobilning bosib o'tgan yo'lga bog'liqligi grafigi xizmat qiladi.





8-rasm. Avtomatik uzatmalar qutisi resursining gidravlik suyuqlik haroratiga bog'liqligi

Eslatma: 1 nuqta-salnik va muftalar kuyadi, gidravlik suyuqlik polimerlanadi, qora rangga aylanadi va kuygan hidiga ega (805 km, 160°C); 2 nuqta-muftalar sirpanadi, uzatmalar qutisi "shataksiraydi"; (4400 km, 145°C); 3 nuqta - rezina zichlagichlar qotadi, gidravlik suyuqlik oqa boshlaydi (80-45 km, 130°C); 4 nuqta - avtomatik uzatmalar qutisining detal yuzalarida lak paydo bo'ladi (16090 km, 115°C); 5 nuqta - davriy silkinishlar va zarbalar paydo bo'ladi (32180 km, 105°C); 6 nuqta - avtomatik uzatmalar qutisining ruxsat etilgan ishchi haroratidagi resurs (80-450 km, 90°C);

7 nuqta – avtomatik uzatmalar qutisining normal ishchi haroratidagi resursi (160900 km, 80°C).

8-rasmdagi ma'lumotlardan xulosa qilishimiz mumkinki, harorat 90°C dan 160°C gacha ko'tarilganda, avtomatik uzatmalar qutisining ta'mirlashgacha bo'lgan resursi mos ravishda 80450 va 805 km ni tashkil qiladi.

8-rasmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash natijasida uchinchi darajali polinom ko'rinishidagi tenglamani oldik. Shuni ta'kidlash kerakki, avtomatik uzatmalar qutisi gidravlik suyuqligining harorati qanchalik yuqori bo'lsa, ta'mirlashgacha bo'lgan resurs shuncha qisqa bo'ladi va aksincha.

4. Xulosa

Analitik tahlil va ekspluatatsion tadqiqotlarimiz asosida quyidagi xulosalar chiqarish mumkin:

1. Yengil avtoombillardagi avtomatik uzatmalar qutisida moy sovutgichlarning joylashishi va konstruksiyasini o'rganish natijasida aniqlandiki, zamonaviy avtomobillarda ko'pincha uzatmalar qutisi korpusiga o'rnatilgan ajratilmaydigan plastinkali moy sovutgichlardan foydalaniladi, shu bilan birga sovutish suyuqliklarining teskari oqim harakatidan foydalanish, maksimal samaradorlikka erishishga imkon beradi.

2. Avtomatik uzatmalar qutisida qo'shimcha elementlarning mavjudligi uchun, konstruksiyaning murakkabligi sababli boshqa turdagi moy sovutgichlardan kamroq foydalaniladi.

3. Asosiy moy sovutgich gidravlik suyuqligini etarli darajada sovutmasa, avtomatik uzatmalar qutisini haddan

tashqari qizib ketishining oldini olish uchun qo'shimcha moy sovutgich o'rnatilishi kerak. Bu moy sovutgich sifatida naychasimon yoki plastinkasimon radiatorlar ishlatiladi. Ushbu sxemada termostatning mavjudligi avtomatik uzatmalar qutisini o'rtacha yuklamada yoki tashqi muhitning past haroratida haddan tashqari sovushidan himoya qilish imkonini beradi.

4. Avtomatik uzatmalar qutisi bilan jihozlangan avtomobillarning issiq iqlim sharoitida yuqori yuklamalarda (tog' sharoitlari) ekspluatatsiya qilinishi gidravlik suyuqlikning ishlash muddatini va natijada avtomatik uzatmalar qutisining resursini sezilarli darajada qisqartiradi.

5. Tajriba ma'lumotlarini statistik qayta ishlash natijasida gidravlik suyuqlikning resursini bashorat qilish uchun uchinchi darajali polinom ko'rinishidagi tenglama ishlab chiqildi.

6. Issiq iqlim sharoiti uchun avtomatik uzatmalar qutisidagi gidravlik suyuqligini sovutish uchun qo'shimcha avtonom moy sovutgichi bilan ta'minlanishi kerak.

UzAvto Motors tomonidan ishlab chiqarilgan Chevrolet Gentra, Cobalt, Nexia 3, Tracker 2 kabi avtomobillarning mavjud moy sovutgichlarini ishlatish tajribasi shuni ko'rsatadiki, issiq iqlim sharoitida ular avtomatik uzatmalar qutisidagi gidravlik suyuqligining normal sovutishini, ya'ni 80-95°C gacha to'liq ta'minlanmaydi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Автомобильный справочник; перевод с англ. Первое русское издание.-М.: Издательство «За рулем», 1999.с.896.

[2] Харитонов С.А.(2003).Автоматические коробки передач. М.:ООО Изд-во «Астрель», с. 479.

[3] Косенков А.А.(2003). Диагностика неисправностей автоматических коробок передач и трансмиссий.Серия «Библиотека автомобилиста». - Ростов н/Д.: Феникс, с.224.

[4] Базалуков С.А.Сравнительный анализ конструкций теплообменников автоматических коробок передач современных легковых автомобилей. 9-е



Луканинские чтения. Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса. сборник докладов Международной научно-технической конференции. Москва, 2021. С. 23-33

[5] Пришвин, С.А. Теплотехнические измерения в ДВС. Средства измерений - метрологические характеристики. / С.А. Пришвин, П.В. Сафронов, П.В. Душкин // Учебное пособие. - Москва. - 2019.

[6] Шатров, М.Г. Теплотехника. Учебник для студентов высших учебных заведений / М.Г. Шатров, И.Е. Иванов, С.А. Пришвин [и др.]; под ред. М.Г. Шатрова. - М.: «Академия», 2012. - 288 с.

[7] Матюхин, Л.М. Теплогазоснабжение и вентиляция с основами теплотехники / Л.М. Матюхин, С.А. Пришвин, Г.Г. Тер-Мкртчян / Москва. - 2016. - 136 с.

[8] Справочник по теплообменным аппаратам / П. И. Бажан [и др.] - М.: Машиностроение, 1989. - 362 с.

[9] Стручалин В.М.(2008) Современные и перспективные электронные системы автомобилей: учебное пособие. Краснодар.: Изд. КубГТУ, с.261.

[10] Дентон Т. (2008).Автомобильная электроника. пер. с англ. В.М. Александрова.- НТ Пресс, с.576.

[11] Горбатенко Н.Н., под общ. ред. Тарасика В.П.(2010).Диагностирование гидромеханических передач мобильных машин; М.: -Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, с. 511.

[12] Михайлин А.А. и др.(2012) Расчет элементов автомобильных гидросистем. М.МАМИ, с.87.

[13] Рабочие жидкости и уплотнительные устройства гидроприводов Никитин О. Ф.(2013) учеб.пособие. -М.:Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, с. 284.

[14] Hoshimov D.I() AVTOMATIK TRANSMISSIYALAR. Toshkent. "Avtomsan", 2017.- 2017.b. 79.

[15] Таранова Л.В. (2018).Теплообменные аппараты и методы их расчета: Учебное пособие. -2-е изд., перераб. и доп.-Тюмень: Тюм ГНГУ, с.198.

[16] VOLKSWAGEN AG, Вольсбрук, VK-21 Service Training.

[17] ГОСТ 17216-2001. Чистота промышленная. Классы чистоты жидкостей. Москва. Стандартиформ 2001. с.11.

[18] Чабасева Ю.А. Критерии эффективности теплообменников(2012). Успехи в химии и химической технологии. Том XXVI., -№5, с. 112-115.

[19] Automotive Benchmarking.-URL: <https://www.a2mac1.com>

[20] Исследование термоокислительной стабильности жидкостей для ступенчатых гидромеханических и бесступенчатых коробок передач.(2014) Труды РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина №3 с.276.

[21] Алаев А.С., Трушин Н.Н.(2017). Автоматизация диагностики рабочей жидкости в гидросистемах металлорежущих станков. Известия ТулГУ.Технические науки.Вып 8. Ч.2

[22] Ибрахимов К.И., Туракулов Б.Х., (2019).Особенности конструкции и эксплуатации автоматической коробки передач (семейства GM6T).ТИПСЭАД.Международная научно-техническая конференция «Глобальное партнёрство-как условие и гарантия устойчивого развития», стр. 66-69.

[23] Ибрахимов К.И., Туракулов Б.Х.,(2020) Исследование влияния качества рабочей жидкости и её температуры на надёжность гидромеханических передач автомобилей. Вестник ТАДИ №1, стр 79-84.

[24] Alimova, Z. X., Ibragimov, K. I., & Turakulov, B. H. (2022). THE INFLUENCE OF THE OPERATIONAL PROPERTIES OF THE WORKING FLUID ON THE RELIABILITY OF HYDROMECHANICAL TRANSMISSIONS OF CARS. The American Journal of Interdisciplinary Innovations Research, 4(03), 12-16.

[25] Turakulov, B. H., & Ibragimov, K. I., (2022). Research Of Operational Reliability Of Automatic Transmissions. Texas Journal of Multidisciplinary Studies, 11-05-2022, 83-87.

[26] Ibrahmov K. I., Turakulov B. H. The influence of the quality of hydraulic fluid and its operating temperature on the reliability of automatic transmissions. Fifteen International Conference on Thermal Engineering: Theory and Applications May 28-June 1, 2024 Tashkent, Uzbekistan.

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

Turakulov
Baxtiyor
Xushvaxovich /
Turakulov
Bakhtiyor
Hushvakhovich

Toshkent davlat transport universiteti
"Avtomobil va avtomobil xo'jaligi"
kafedrası katta o'qituvchisi
E-mail:
bahtiyorturakulov191@gmail.com
Tel.: +998(99) 815 03 49
<https://orcid.org/0009-0002-3742-8222>



Factors affecting the throughput and processing capabilities of railway stations

D.B. Butunov¹^a, Ch.B. Jonuzokov¹, J.A. Juraboev², D.J. Kengesbaeva¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Academy of the Armed Forces of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The purpose of the work is to identify, systematize and develop a new approach to determining the throughput and processing capabilities of railway stations, which directly affect them. To achieve this goal, systematic analysis, analytical methods and schematic representation methods were used. According to statistical data, it was determined that more than 80% of wagon flows during transportation are at railway stations. Methods for determining the throughput and processing capabilities of stations were studied and it was found that the approaches are different. As a result of the analysis of scientific works, factors affecting the throughput and processing capabilities of technical stations were identified on the example of their operation and were conditionally divided into 4 groups (technological, technical, human, environmental). As a result, a new approach to determining the throughput of a railway station was developed. This made it possible to determine the capacity of the station, taking into account the share of factors that have a permanent impact and cause time losses in obvious and hidden situations that occur during the operation of the station.

Keywords: railway station, throughput capacity, processing capacity, factor, explicit and implicit time loss

Temir yo'l stantsiyalarining o'tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlariga ta'sir ko'rsatuvchi omillar

Butunov D.B.¹^a, Jonuzoqov Ch.B.¹, Jo'raboyev J.A.², Kengesbaeva D.J.¹

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

²O'zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlari akademiyasi, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ishdan maqsad temir yo'l stantsiyalarining o'tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlarini aniqlashda ularga bevosita ta'sir ko'rsatuvchi omillarni aniqlash, tizimlashtirish va yangi yondashuv ishlab chiqishdan iborat. Maqsadga erishish uchun tizimli tahlil, analitik usul va sxematik ifodalash usullaridan foydalanildi. Statistik ma'lumotlarga ko'ra tashish jarayonida vagon oqimlarning 80% dan yuqori holatda temir yo'l stantsiyalarida turishi aniqlandi. Stantsiyalarining o'tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlarini aniqlash usullari o'rganildi va yondashuvlar turlicha ekanligi aniqlandi. Ilmiy ishlar tahlili natijasida texnik stantsiyalar misolida ularning o'tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlariga ta'sir ko'rsatuvchi omillar aniqlandi va ular shartli ravishda 4 ta guruh (texnologik, texnik, inson, atrof-muhit)ga ajratildi. Natijada temir yo'l stantsiyasi o'tkazuvchanlik qobiliyatini aniqlashning yangicha yondashuvi ishlab chiqildi. Bu orqali stantsiyaning o'tkazuvchanlik qobiliyatini doimiy ta'sir ko'rsatuvchi va stantsiya ish jarayonida sodir bo'ladigan aniq va yashirin holatlarda vaqt yo'qotishlarini keltirib chiqaruvchi omillar ta'siri ulushlarini inobatga olgan holda aniqlash imkoniyati yaratildi.

Kalit so'zlar: temir yo'l stantsiyasi, o'tkazuvchanlik qobiliyati, qayta ishlash qobiliyati, omil, aniq va yashirin vaqt yo'qotishi

1. Kirish

Har qanday transport turi tashish xizmatidan foydalanayotgan mijozlar (yuk jo'natuvchi, yuk qabul qiluvchi)ning asosiy talabini qondirishda yuklarni manzillariga o'z vaqtida belgilangan yurish tezliklariga amal qilgan holda yetkazib berish muhim hisoblanadi. Bunda transport turidan kelib chiqqan holda yetkazib berish vaqtiga turli omillar ta'sir ko'rsatadi. Jumladan, katta miqdorda yuk tashish qobiliyatiga ega bo'lgan temir yo'l transportida ham tashish jarayoniga turli doimiy va tasodifiy omillar majmuasi ta'sir ko'rsatadi [1, 4, 6].

Temir yo'l transporti tashish ritmini belgilab berishda temir yo'l stantsiyalari alohida o'rin egallaydi. Bunda yuk tashish yo'nalishini misol tariqasida keltiradigan bo'lsak, yuklar **A** manzildan **B** manzilgacha turli temir yo'l obyektlari (yuk xovlisi, shoxobcha yo'li, stantsiyalar (oraliq, yuk, uchastka, saralash)) orqali harakatini amalga oshiradi.

Bu yerda yukli vagonlarning asosiy vaqti temir yo'l stantsiyalari hissasiga, ya'ni umumiy harakatning 89% (yuk ortish va tushirish stantsiyalari – 50%, texnik stantsiyalar – 34%, oraliq stantsiyalar – 5%) to'g'ri keladi [6]. Shuning uchun temir yo'l stantsiyalari ish faoliyati, ya'ni o'tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlariga salbiy

 <https://orcid.org/0009-0009-4165-0257>



jihatdan ta'sir ko'rsatuvchi omillarni aniqlash, tahlil qilish va ta'sir doirasini baholash hamda kelgusida ularni o'z vaqtida bartaraf etish uchun tizimlashtirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

2. Adabiyotlar tahlili va metodologiyasi

Stansiyalarning o'tkazuvchanlik qobiliyati ma'lum bir vaqt oralig'ida o'tishi mumkin bo'lgan poyezdlar sonini topish uchun aniqlanadi [2]. Qayta ishlash qobiliyatini aniqlash saralash tepaliklari va tortuv yo'llarida qayta ishlanishi mumkin bo'lgan vagonlar va tarkiblar sonini aniqlashga qaratilgan [2].

Stansiyalarning o'tkazuvchanlik qobiliyatlari stantsiyaning turli elementlaridan (qabul qilish-jo'natish yo'llari, stansiya bo'g'izlari, tortuv yo'llari) kelib chiqib bir-biridan farq qiladi [2, 4, 5].

Stansiyaning o'tkazuvchanlik qobiliyati tegishli peregonning o'tkazuvchanlik qobiliyati bilan taqqoslanadi. Agar stansiyaning o'tkazuvchanlik qobiliyati peregonning o'tkazuvchanlik qobiliyatidan kam bo'lsa, mavjud stansiya uchun uni kuchaytirish choralarini (*qabul qilish va jo'natish parklaridagi yo'llar soni ko'paytirish; stantsiya bo'g'izlariga o'zgartirish kiritish; yo'l o'tkazgichlarini qurish; stantsiyaning ish texnologiyasini takomillashtirish; stantsiyada bajariladigan amallar va jarayonlarini avtomatlashtirish*) ishlab chiqiladi.

Yuqorida keltirilgan qayta qurish kabi chora-tadbirlardan tashqari, tashkiliy chora-tadbirlar bilan bog'liq bo'lgan omillar ham mavjud.

Temir yo'l stansiyalari o'tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatini aniqlash usullarini ishlab chiqish va ushbu usullarni takomillashtirish bo'yicha ko'plab ilmiy tadqiqotlar olib borilgan [2, 4, 5 va boshqalar]. Ammo, ular ushbu parametrlarni aniqlashda turli usullardan foydalangan. 1-jadvalda stansiyalarning o'tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlarini aniqlashning analitik usullari keltirilgan.

1-jadval

Temir yo'l stansiyalarining o'tkazish qobiliyatini aniqlash formulalari

No	Stansiyalar nomi	O'tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatini aniqlash formulalari
1	Texnik (uchastka, saralash)	$N_{o't.q.}^{QQP(SP,JP)} = \frac{1440 \cdot Z^{QQP(SP,JP)} - \sum T_{tanaf.}}{t_{band}^{o'r.}} \cdot m, \text{ poyezd}$
2	Yuk	
3	Texnik (saralash tepaligi)	$n_{q.ish.}^{tep.} = \frac{\alpha_{q.m.} \cdot 1440 - \sum T_{doim.}^{tep.}}{t_{tep.} \cdot \mu_{qay.} \cdot (1 + \rho_{tep.})} \cdot m_{tar.}, \text{ vagon}$
4	Texnik (tortuv yo'li)	$n_{q.ish.}^{tor.} = \frac{(1440 - \sum T_{doim.}^{tor.}) \cdot m_{o'rt.}}{t_{o'r.}}, \text{ vagon}$
5	Oraliq	$N_{o't.q.}^{or.} = \frac{Z \alpha_{ish.} (1440 - t_{xiz.})}{t_{band.}}, \text{ poyezd}$
6	Yo'lovchi platformasi (perroni)	$N_{pl(per)} = \frac{T_{davr} P_{pl(per)} - T_{doim.}^{pl(per)}}{t_{band}^{pl(per)}}, \text{ poyezd } n = \frac{1440 \cdot m_{tex} - T_{doim.}^{tex}}{t_{band}^{tex} (1 + p)}$
7	Yo'lovchi texnik stansiyalari	$N_{tex} = \frac{1440 m_{tex} - T_{doim.}^{tex}}{t_{band}^{tex} (1 + \rho)}, \text{ poyezd}$

Izoh: QQP – qabul qilish parki; JP – jo'natish parki; SP – saralash parki

bu yerda:
 1440 – sutkadagi daqiqalar;
 $Z^{QQP(SP,JP)}$ – parkdagi mavjud yo'llar soni (tortuv yo'lidan tashqari);
 m – poyezddagi o'rtacha vagonlar soni;
 $t_{band}^{o'r.}$ – bitta poyezd tomonidan yo'lining o'rtacha band bo'lish vaqti, daqiqa;
 $\sum T_{tanaf.}$ – poyezdlarni qabul qilish uchun yo'llardan foydalanishda tanaffuslarning umumiy vaqti, daqiqa;
 $\sum T_{doim.}^{tep.}$ – sutka davomida saralash tepaligining band bo'lish vaqti (*tarkiblarning tarqalishi bilan bog'liq bo'lmagan doimiy amallarni bajarish uchun*), daqiqa;
 $t_{tep.}$ – saralash tepaligi texnologik intervali, daqiqa;
 $\alpha_{q.m.}$ – qarshi marshrutlar sababli tepalik ishidagi mumkin bo'lgan tanaffuslarni hisobga oluvchi koeffitsient;
 $\mu_{qay.}$ – saralash yo'llarining soni va uzunligi yetishmaganligi sababli vagonlarning bir qismini qayta saralanishini hisobga oluvchi koeffitsient;

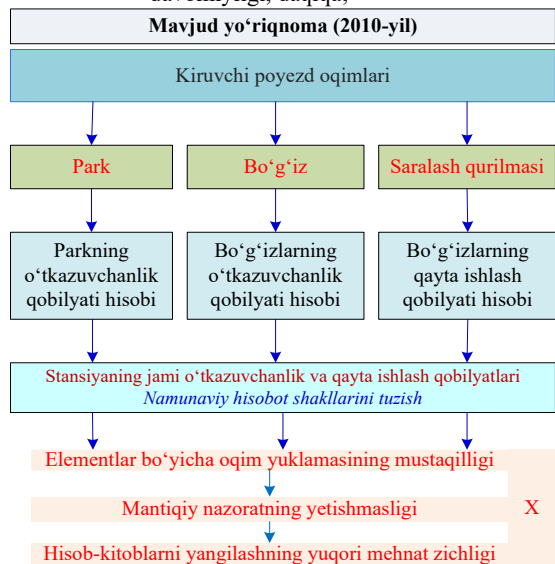
$\rho_{tep.}$ – texnik qurilmalarning ishdan chiqishini hisobga oluvchi koeffitsient;
 $m_{tar.}$ – tarqatiladigan tarkibdagi vagonlar soni;
 $\sum T_{doim.}^{tor.}$ – tortuv yo'lining doimiy amallar bilan band bo'lish vaqti (*ish hajmiga bog'liq bo'lmagan*), daqiqa;
 $m_{o'rt.}$ – tarkibdagi o'rtacha vagonlar soni;
 $t_{o'rt.}$ – lokomotivning bitta tarkibni tortuv yo'lida tarqatishga sarflagan vaqti, daqiqa;
 Z – yo'llar soni;
 $t_{xiz.}$ – xizmat ko'rsatishga sarflanadigan vaqt, daqiqa;
 $t_{band.}$ – yo'lining poyezd tomonidan band bo'lish vaqti, daqiqa;
 $\alpha_{ish.}$ – texnik vositalarning ishlashidagi nosozliklar ta'sirini hisobga oluvchi me'yoriy ishonchlilik koeffitsienti;
 T_{davr} – o'tkazuvchanlik qobiliyati aniqlanadigan hisobiy davr; soat
 $P_{pl(per)}$ – platformadagi perron temir yo'llari soni;
 $T_{doim.}^{pl(per)}$ – hisobiy davrda perron temir yo'llarini boshqa toifadagi poyezdlarni o'tkazib yuborish va manyovr harakatlari bilan



$t_{band}^{pl(per)}$ – bog‘liq amallar bilan band qilishning umumiy vaqti, daqiqa;

m_{tex} – texnik stansiyadagi mavjud yo‘llar soni;

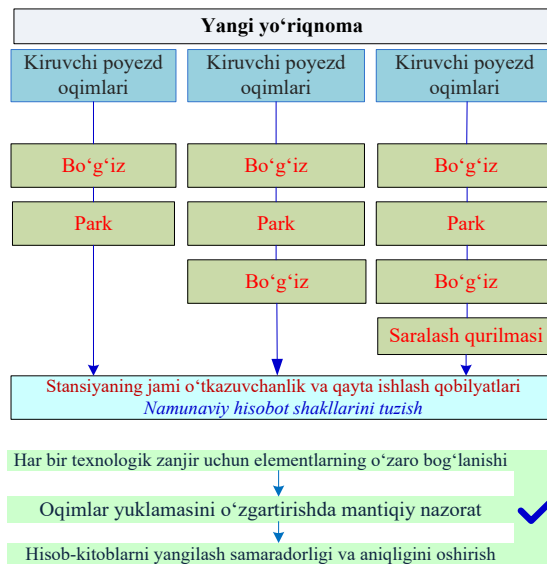
T_{doim}^{tex} – yuk poyezdlari bilan amallar, yo‘llarni tozalash, joriy texnik xizmat ko‘rsatish kabi doimiy ishlarni bajarishda yo‘llarning umumiy band bo‘lish davomiyligi, daqiqa;



t_{band}^{tex} – poyezd tarkibining yo‘lni band qilish vaqti, daqiqa;

ρ – harakatning sutkalik nomutonositligini hisobga oluvchi koeffitsient.

[2] da mualliflar stansiyalarning o‘tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlarini aniqlashda an‘naviy yondashuvlar (1-jadval)ga o‘zgartirish kiritishni taklif etgan (1-rasm).



1-rasm. Stantsiyalar o‘tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlarini hisoblashning uslubiy yondashuvi o‘zgarishi

Mualliflar [2] stansiyaning o‘tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlarini hisoblashning yangi umumiy algoritmi quyidagi bosqichlardan iborat bo‘lishini keltirib o‘tgan:

yo‘l rivojlanishini tahlil qilish asosida belgilangan hisobiy infratuzilma elementlarini o‘z ichiga olgan infratuzilma modelini shakllantirish;

stansiyaning texnologik modelini shakllantirish, shu jumladan texnologik amallar to‘g‘risidagi texnik va texnologik ma‘lumotlar, poyezd oqimlarini, manyovr tarkiblarini, lokomotivlarni infratuzilmaning hisoblangan elementlari bo‘yicha taqsimlash, texnologik zanjirlarni qurish (stantsiya infratuzilmasining hisobiy elementlari bo‘yicha alohida poyezd oqimlari guruhining o‘tish ketma-ketligi) va texnologik xaritalarni shakllantirish (stantsiyaning hisobiy elementlari bo‘yicha amallar to‘plami, ularning bandlik vaqti va strelka bo‘g‘izlari bo‘ylab marshrutlarni tartibga solish);

o‘tkazuvchanlik (parklar va bo‘g‘izlar uchun) va qayta ishlash (saralash tepaliklari va tortuv yo‘llari uchun) qobiliyatlarini hisoblarini element bo‘yicha bajarish;

hisobiy stansiyaning o‘tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlarini aniqlash;

stansiyaning “zaif joylari”ni tahlil qilish va natijada o‘tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlarini oshirish uchun hisobiy infratuzilma elementlari o‘rtasida poyezd oqimlarini qayta taqsimlash imkoniyatini baholash;

hisobiy infratuzilma elementlari o‘rtasida poyezd oqimlarini qayta taqsimlashni hisobga olgan holda stansiyaning o‘tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlarini qayta hisoblash;

stansiyaning “zaif joylari”ni bartaraf etish maqsadida texnologiyani o‘zgartirish, stansiyaning qayta qurish bo‘yicha takliflar ishlab chiqish.

Adabiyotlar tahlilidan shuni xulosa qilish mumkinki, temir yo‘l stansiyalari o‘tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlarini aniqlashda asosan doimiy ta’sir ko‘rsatuvchi omillar inobatga olingan. Biroq, ish davomida sodir bo‘ladigan aniq va yashirin vaqt yo‘qotishlarini keltirib chiqaruvchi omillar inobatga olinmagan.

3. Natijalar

O‘tkazilgan ilmiy ishlar tahlili natijasida texnik stansiyalar misolida ularning o‘tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlariga ta’sir ko‘rsatuvchi omillar aniqlandi. Ular shartli ravishda 4 ta guruhga ajratildi: *texnologik, texnik, inson, atrof-muhit*.

Texnologik omil:

tarkib (vagon)larga texnik xizmat ko‘rsatish davomiyligi stansiyaning me‘yoriy hujjatlarida o‘rnatilgan texnik me‘yordan oshib ketishi [A];

tarkib (vagon)lar tijoriy ko‘rigi va bojxona tekshiruvi davomiyligi stansiyaning me‘yoriy hujjatlarida o‘rnatilgan texnik me‘yordan oshib ketishi [A];

poyezdni jo‘natish uchun lokomotivlarni o‘z vaqtida bermaslik [A];

lokomotiv brigadalarining poyezdlar jo‘nashining belgilangan vaqtiga kelmaganligi [A];

xodimlarning xatolari tufayli vagonlarni qayta ishlash [Y];



tijoriy ko'rik va texnik xizmat ko'rsatish amallarini bajarish davomida takroriy qaytishlar [Y];

poyezd tuzilgandan keyin tijoriy ko'rik va texnik xizmat ko'rsatish amallarini qaytadan bajarish [Y];

stansiyadan amalda jo'natilishi taqiqlangan poyezdga lokomotivni ulash yoki berish [Y];

manyovr lokomotivlarining stansiya bo'ylab me'yoriy hujjatlarda o'rnatilgan tezlik me'yoridan kam harakatlanishi [Y];

texnik xizmat ko'rsatilgandan keyin yuk vagonining nosozligi sababli tarkib tormozlari sinovi paytida tormoz magistralidagi bosimning pasayishi [Y];

noratsional manyovr harakatlari (parklardagi yo'llarning bandligi, stansiya bo'g'izlarining uzun tarkibli poyezdlar bilan berkligi va boshqalar) [Y];

ATTBT (Avtomatlashtirilgan tezkor tashishni boshqarish tizimi)da lokomotivlarni poyezdlarga noto'g'ri biriktirish [Y];

lokomotiv brigadalarining noto'g'ri harakatlari [Y];

lokomotiv brigadalar ish vaqtdan oqilona foydalanmaslik [Y];

vagon nosozligi sababli poyezd tarkibidagi, shu jumladan lokomotiv va vagon o'rtasidagi avtoulavlarning noto'g'ri ulanish markazlarini bartaraf etmaslik [Y];

qo'shni stantsiyalar tomonidan poyezdlarning qabul qilinmasligi [Y];

qo'shni temir yo'llar tomonidan poyezdlarning qabul qilinmasligi [Y];

poyezdning jo'natilishi keyinroq vaqtga ko'chirilganligi sababli jo'nash vaqti kechiktirilishi [Y];

stansiya yo'llarining holati va tungi yorug'likning yetishmasligi tufayli manyovr tezliklarining keskin pasayishi [Y];

qabul qilingan poyezd tarkibida texnik nosozligi mavjud vagonning aniqlanishi [Y];

tarkib tuzilgandan keyin texnik nosozlik sababli tarkibdan yuk vagonini uzish [Y].

Texnik omil:

vagonlarning shikastlanishi (masalan, saralash tepaligidan tarqatishda) [A] (10-20%);

avariyalar, braklar va texnik qurilmalar ishidagi rad etishlar [A];

infratuzilma obyektlari va qurilmalari noto'g'ri ishlashi yoki shikastlanishi (yo'l xo'jaligi, elektr ta'minoti, aloqa va signalizatsiya xo'jaligi) [Y] (60-70%);

elektr ta'minotidagi uzilish yoki kontakt tarmog'idagi kuchlanish pasayishi [Y] (70%);

manyovr lokomotivining nosozligi tufayli kontakt tarmog'ining zararlanishi [A];

texnik qurilmalar nosozligi [A];

manyovr va poyezd lokomotivlari hamda lokomotiv xavfsizlik qurilmalarining nosozligi [A];

lokomotiv nosozligi sababli poyezd radioaloqasining nosozligi [A];

manyovr ishlarida lokomotiv va birinchi vagon o'rtasidagi avtoulagichlarning o'z-o'zidan uzilishi [Y].

Inson omili:

vagonlarning shikastlanishi (masalan, saralash tepaligidan tarqatishda) [A] (60-70%);

STM obyektlarining noto'g'ri harakati yoki shikastlanishi [Y];

yo'llar, aloqa tarmoqlari va texnik qurilmalarni ta'mirlash uchun "okno" davomiyligining me'yordan oshib ketishi [Y];

stansiya yo'llarida harakatlanuvchi tarkib birliklarini tormoz qurilmalari bilan mahkamlash tartibi va me'yorlarining buzilishi [Y];

poyezdga ogohlantirish berish tartibining buzilishi [Y];

poyezdlar tarkiblarining uzunligi bo'yicha "Poyezdlar tuzish rejas" talablarini buzish [Y];

texnik vositalar, shu jumladan SMB, aloqa, elektr ta'minoti va boshqa qurilmalardan noto'g'ri foydalanish [Y];

STM xodimlari tomonidan tashish hujjatlarini o'z vaqtida (yoki noto'g'ri) rasmiylashtirmaslik [Y];

park yo'llari va strelka o'tkazgichlarini qor hamda toshqin oqibatlaridan o'z vaqtida tozalamaslik [Y];

ishchilarning ish joylari bo'ylab mantiqsiz harakatlari [Y];

vagonlarni qayta ishlash uchun ma'lumotlarning yetishmasligi [Y];

manyovr va poyezd marshrutlarini tayyorlash tartibini buzganligi sababli tayyorlangan marshrutni bekor qilish [Y];

tarkib tuzilgandan keyin tijoriy nosozlik sababli tarkibdan yuk vagonini uzish [Y];

tarkib tuzilgandan keyin texnik nosozlik sababli tarkibdan yuk vagonini uzish [Y];

qabul qilingan poyezd tarkibida tijoriy nosozligi (yukni mahkamlash shartlarining buzilishi) mavjud vagonning aniqlanishi [Y];

elektr ta'minotidagi uzilish yoki kontakt tarmog'idagi kuchlanish pasayishi [Y] (20%);

stansiyaning ish rejasida ko'zda tutilmagan yo'l ta'mirlash ishlari [Y];

ish joylarida tartibning yo'qligi (masalan, tormoz boshmoqlarini joylashtirish tartibiga rioya qilmaslik [Y].

Atrof-muhit omili:

vagonlarning shikastlanishi (masalan, saralash tepaligidan tarqatishda) [A] (10% gacha);

infratuzilma obyektlari va qurilmalari noto'g'ri ishlashi yoki shikastlanishi (yo'l xo'jaligi, elektr ta'minoti, aloqa va signalizatsiya xo'jaligi) [Y] (30-40%);

elektr ta'minotidagi uzilish yoki kontakt tarmog'idagi kuchlanish pasayishi [Y] (10%);

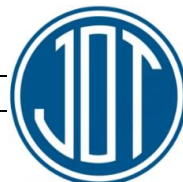
uzunligi stansiyaning qabul qilish va jo'natish yo'llarining foydali uzunligidan ortiq bo'lgan poyezdni qabul qilish [Y];

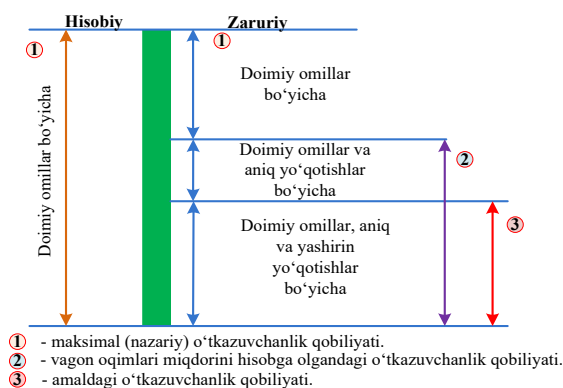
vagon oqimlarining hajmi stansiyada unlarni qayta ishlash imkoniyatidan oshib ketishi [Y].

Izoh: [A] – aniq vaqt yo'qotilishini keltirib chiqaruvchi omil; [Y] – yashirin tarzda vaqt yo'qotilishini keltirib chiqaruvchi omil.

Demak, stantsiyalar ish jarayonida samarasiz vaqt yo'qotishlariga sababchi bo'luvchi omillarning ayrimlari shartli ravishda ajratilgan bir nechta guruhlarda ham sodir bo'lishi mumkin ekan. Jumladan, "Vagonlarning shikastlanishi (masalan, saralash tepaligidan tarqatishda) [A]" omili mos ravishda "Texnik omil" – 10-20%, "Inson omili" – 60-70% va Atrof-muhit omili – 10% gacha sodir bo'lishi mumkin ekan.

Yuqorida amalga oshirilgan ilmiy ishlar tahlili va aniqlangan omillarni tahlil qilish natijalari bo'yicha temir yo'l stansiyasi o'tkazuvchanlik qobiliyatini aniqlashning yangi yondashuvi taklif etiladi (2-rasm).





2-rasm. Stansiyaning o'tkazuvchanlik qobiliyatini aniqlashda turli omillarning ta'sirini hisobga olish sxemasi

Taklif etilgan yondashuv bo'yicha stansiyaning o'tkazuvchanlik qobiliyatining aniq holati haqida ma'lumot olish imkoniyatini beradi. Jumladan, o'tkazuvchanlik qobiliyatini aniqlashda doimiy ta'sir ko'rsatuvchi omillar (1-jadval) va stansiya ish jarayonida sodir bo'ladigan aniq va yashirin holatlarda vaqt yo'qotishlarini keltirib chiqaruvchi omillar ta'siri ulushlari ham inobatga olinadi.

4. Xulosa

Temir yo'l transporti tashish jarayonining samaradorligini oshirishda yuk vagonlari harakati umumiy davomiyligining 80% dan ortiq qismi temir yo'l stansiyalari hissasiga to'g'ri kelishini hisobga olgan holda stansiyalar o'tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlarini oshirish dolzarb ekanligi aniqlandi.

Soha bo'yicha bajarilgan ilmiy ishlar tahlil qilindi va bunda mualliflarning muammolarni yechish bo'yicha yondashuvlari turlicha ekanligi hamda asosan stansiya o'tkazuvchanlik qobiliyatlariga ta'sir ko'rsatuvchi omillar ta'sir darajasini minimallashtirishga e'tibor qaratilganligi aniqlandi. Shundan kelib chiqqan holda temir yo'l stansiyalari o'tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlariga doimiy omillardan tashqari tasodifiy omillar ham ta'sir ko'rsatishi aniqlandi.

Texnik stansiyalar ishi misolida ularning o'tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlariga ta'sir ko'rsatuvchi ta'sodifiy omillar aniqlandi va ular shartli ravishda 4 ta guruhga ajratildi. Natijada temir yo'l stansiyasi o'tkazuvchanlik va qayta ishlash qobiliyatlarini aniqlashda turli omillarning ta'sirini hisobga olish sxemasi ishlab chiqildi. Ushbu yangicha yondashuv stansiya ish jarayonidagi vaqt yo'qotishlarini keltirib chiqaruvchi omillar ta'siri ulushlari ham inobatga olish imkoniyatini yaratadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Butunov D.B. Improvement of technical experimental methods for organization of wagon flows and management evaluation at sorting stations. Dis. ... doc. Phil. (PhD). Tashkent: TashIIT. – 2019. – 187 p.

[2] Borodin A.F. i dr. Izmeneniya v poryadke opredeleniya propusknoy i provoznoy sposobnostey jelezniy dorog OAO "RJD". Byulleten uchenogo soveta AO "Institut ekonomiki i razvitiya transporta" 2021. str. 51-66.

[3] Butunov, Dilmurod Baxodirovich; Aripov, Nodir Kodirovich; and Bashirova, Alfiya Mirkhatimovna (2020) "Systematization of factors influencing during processing of wagons at the sorting station" Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers: Vol. 16: Iss. 2, Article 10. (<https://uzjournals.edu.uz/tashiit/vol16/iss2/10/>)

[4] Opreleniya propusknoy i provoznoy sposobnostey infrastrukturi jeleznodorojnogo transporta obshego prikazom Mintransa Rossii ot 18 iyulya 2018 goda №266. 40 str.

[5] Ivanov A.L., Serebryakov D.V., Pantelev R.A. Verojatnostniy podxod k opredeleniyu propusknoy sposobnosti jeleznodorojnoy stansii. Vestnik Voennoy akademii materialno-texnicheskogo obespecheniya. 2019 4(20). str. 53-65.

[6] Butunov D.B., Pardaeva U.N. Texnik stansiyalar ishini optimallashtirish masalalari. Andijon mashinasozlik instituti tashkil topganligining 10 yilligi va O'zbekiston avtomobil sanoati tashkil topganligining 25 yilligi munosabati bilan o'tkazilgan "O'zbekiston va avtomobil sanoati: fan, ta'lim va ishlab chiqarish integratsiyasi" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjumanning materiallari. Andijon-2021, 62-65 bet.

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

Butunov Dilmurod Baxodirovich / Butunov Dilmurod Bakhodirovich	Toshkent davlat transport universiteti "Temir yo'ldan foydalanish ishlarini boshqarish" kafedrası professori. t.f.f.d (PhD) E-mail: dilmurodpgups@mail.ru Tel.: +99897 267 55 67 https://orcid.org/0009-0009-4165-0257
Jonuzoqov Choriyor Berdimurodovich / Jonuzokov Choriyor Berdimurodovich	Toshkent davlat transport universiteti, tayanch doktorant E-mail: jonuzoqovchoriyor@gmail.com Tel.: +99890 868 08 04
Jo'raboyev Javlon Abdum'mino-vich / Juraboev Javlon Abdumuminovich	O'zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlari akademiyasi aloqa tarmog'i boshlig'i Tel.: +99893 301 96 69
Kengesbaeva Dinara Jengisbay qizi / Kengesbaeva Dinara Jengisbay kizi	Toshkent davlat transport universiteti, talaba E-mail: dinarakengesbaeva06@gmail.com Tel.: +99893 360 16 02



Improving models for ensuring the regularity of city bus traffic

M.N. Juraev¹^a, M.D. Ikromov¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The article presents a mathematical model for optimizing the regularity of city buses, based on the results of the analysis of studies aimed at optimizing the regularity of city buses, i.e., minimizing deviations from the planned schedule, maintaining the intervals between buses, and increasing the efficiency of transport services. The model aims to minimize deviations from the planned schedule and increase service reliability, predicting delays using operational data, optimizing schedules, and dynamically adjusting operations. As a result of applying the model, initial results obtained on a simulated city route showed a 20% reduction in average delay and a 15% improvement in interval regularity compared to traditional methods. This model offers a scalable solution for urban transport systems and contributes to sustainable mobility.

Keywords:

urban transport, bus traffic, regularity, mathematical model, optimization, real-time management, big data analytics, simulation modeling, machine learning, public transport, service reliability, sustainable mobility

Shahar yo‘nalishli avtobuslar harakat muntazamligini ta’minlash modellarini takomillashtirish

Jurayev M.N.¹^a, Ikromov M.D.¹^b

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya:

Maqolada shahar avtobuslar harakat muntazamligini optimallashtirish, ya’ni, rejalashtirilgan jadvaldan og‘ishlarni minimallashtirish, avtobuslar orasidagi intervallarning saqlanishi va transport xizmati samaradorligini oshirishga qaratilgan tadqiqotlar tahlil natijalari xulosasidan kelib chiqib, shahar avtobuslar harakat muntazamligini optimallashtirish uchun matematik model taklif qilingan. Model rejalashtirilgan jadvaldan og‘ishlarni minimallashtirish va xizmat ishonchligini oshirishga qaratilgan bo‘lib, amaliyotdagi ma’lumotlardan foydalanib kechikishlarni bashorat qiladi, jadvallarni optimallashtiradi va operatsiyalarni dinamik ravishda moslashtiradi. Modelning qo‘llanishi natijasida, imitatsiya qilingan shahar marshrutida olingan dastlabki natijalar an’anaviy usullarga nisbatan o‘rtacha kechikishni 20% ga kamayishini va interval muntazamligini 15% ga yaxshilanishni ko‘rsatdi. Ushbu model shahar transport tizimlari uchun kengaytiriladigan yechim taklif qiladi va barqaror mobillikka hissa qo‘shadi.

Kalit so‘zlar:

shahar transporti, avtobus harakati, muntazamlilik, matematik model, optimallashtirish, real vaqt boshqaruvi, katta ma’lumotlar tahlili, imitatsion modellashtirish, mashinaviy o‘qitish, jamoat transporti, xizmat ishonchligi, barqaror mobillik

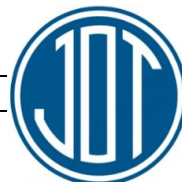
1. Kirish

Jamoat transporti shaharlar va qishloq joylarda aholining kundalik harakatlanish ehtiyojlarini qondirish uchun muhim infratuzilma hisoblanadi [1]. O‘zbekistonda jamoat transporti tizimi avtobuslar, metro, tramvaylar va yo‘nalishli taksilardan iborat bo‘lib, aholining qulay harakatlanishini ta’minlashga xizmat qiladi [14]. Shu bilan birga, infratuzilmaning eskirganligi, transport vositalarining yetishmasligi va muntazamlilik muammolari tufayli xizmat samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda [10]. Respublikaning 36 million aholisidan taxminan 22% (4,4 million) jamoat transportidan foydalansa-da, tizimning qamrovi va sifati hali ham yetarli darajada rivojlanmagan [18]. Bu muammolarni hal qilish maqsadida O‘zbekiston

Respublikasi Prezidenti tomonidan bir qator jamoat transportiga oid qarorlar qabul qilindi, ular har bir viloyatda jamoat transportini rivojlantirishga qaratilgan [13]. Bulardan, 2019 yil 1 fevraldagi UP-5647-sonli “Transport sohasida davlat boshqaruvi tizimini tubdan takomillashtirish bo‘yicha chora-tadbirlar to‘g‘risida” farmonida Transport vazirligi tashkil etilib, har bir viloyatda transport infratuzilmasini yangilash va xizmat sifatini oshirish bo‘yicha umumiy tizim joriy qilindi [14]. Shu bilan birga, PP-4238-sonli (2019 yil 10 mart) “Yuk va yo‘lovchi tashish tizimini tubdan yaxshilash to‘g‘risida” qarorda har bir viloyatda avtobus parklarni modernizatsiya qilish va xususiy sektor ishtirokini kengaytirish choralarini belgilandi [18]. Bundan tashqari, 2021-2025 yillarda jamoat transportini rivojlantirish dasturi doirasida 1000 ta zamonaviy avtobus

^a <https://orcid.org/0000-0002-1119-4053>

^b <https://orcid.org/0009-0009-6282-7111>



xarid qilinib, viloyatlarga teng taqsimlash rejalashtirildi [13]. Nihoyat, 2023 yil 30 noyabrda viloyatlarda jamoat transportini rivojlantirish bo'yicha yig'ilish asosida har bir hududda alohida loyihalar ishlab chiqish topshirildi, bu esa xalq qabulxonalariga kelgan 3000 dan ortiq shikoyatga javob bo'ldi [14]. Ushbu qarorlar natijasida Farg'ona, Namangan, Andijon, Surxondaryo va boshqa viloyatlarda avtobuslar yangilandi, marshrut tarmoqlari kengaytirildi va raqamli monitoring tizimlari sinovdan o'tkazildi [18].

Shahar jamoat transporti tizimlari, xususan, avtobus tarmoqlari shaharlarda samarali mobillikni ta'minlashda muhim o'rin tutadi [9]. Biroq, avtobuslarning nomuntazam harakati, kechikishlar, intervallarning noto'g'ri bo'lishi – bir so'z bilan aytganda xizmat sifatining past bo'lishi ekspluatatsiya samaradorligi va yo'lovchilarning xizmatdan qanoatlanishiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi [10]. Bu nomuntazamliklar ko'pincha tiqilinchlar, yo'lovchilar talabining o'zgaruvchanligi, infrastruktura cheklovlari va haydovchilar xatti-harakatlari, insonga oid omillar kabi bir qator sabablar bilan bog'liq [11]. An'anaviy yondashuvlar, masalan, statik jadval tuzish yoki alohida optimizatsiya usullari, shahar transport tizimlarining dinamik va ko'p qirrali tabiatini hal qilishda yetarli emasligini ko'rsatdi [12]. Shu sababli, real sharoitlarda xizmat ishonchligini oshirishga qaratilgan integratsiyalashgan matematik modelga ehtiyoj yuqoridir [13].

Ushbu maqolada biz shahar yo'nalishli avtobuslar harakat muntazamligini ta'minlash uchun matematik model ishlab chiqildik va bu "Avtobuslar harakat muntazamligini optimallashtirish uchun matematik model" deb nomlanadi [7]. Model rejalashtirilgan jadvaldan og'ishlarni minimallashtirish va avtobuslar orasidagi doimiy intervallarni saqlash orqali transport xizmati samaradorligini oshirishga qaratilgan [3]. Bu maqsadga erishish uchun bu usul bir qator jarayonlarni o'z ichiga oladi: katta ma'lumotlar tahlili, kechikish namunalari aniqlash uchun katta hajmdagi real vaqt ma'lumotlarini yig'ish va qayta ishlash [4]; imitasion modellashtirish, avtobus harakat jarayonlarini virtual tasvirini yaratish va amaliyotda sinash [9]; mashinali o'qitish, statistik va kontekstual ma'lumotlarga asoslanib kechikishlarni bashorat qilish [2]; optimallashtirish algoritmlari, optimal jadvallar va flot taqsimotini aniqlash [8]; ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi, bekatlarda yo'lovchilar kutish vaqtlarini tahlil qilish [6]; tizimli yondashuv, infrastruktura va inson omillari kabi sifat jihatlari hisobga olish [16]; real vaqtda adaptiv boshqaruv, kutmagan vaqtdagi texnik nosozlik javoban jarayonlarni dinamik ravishda tuzatish [5]. Ushbu usullarni bitta gibrid tuzilmaga birlashtirish ushbu ishning ilmiy yangiligini tashkil etadi [19]. Oldingi tadqiqotlarda alohida usullar – masalan, transportni reja qilishda imitatsiya (Smit va boshq., 2018) [1], tiqilinchni bashorat qilishda mashinali o'qitish (Li & Zhang, 2020) [2] va avtobus jadvallarini optimallashtirish (Chen, 2019) [3] o'rganilgan bo'lsa-da, bu tadqiqotlar ko'pincha umumiy yondashuvga ega emas [15]. Masalan, katta ma'lumotlar tahlili joriy sharoitlar haqida qimmatli ma'lumot beradi, lekin o'zicha bashorat yoki taklif berish imkoniga ega emas [4]. Shuningdek, optimizatsiya algoritmlari ideal jadvalarni topishda muvaffaqiyatli bo'lsa-da, real vaqtdagi o'zgarishlarga qo'shimcha yordamsiz moslasha olmaydi [8]. Model esa har bir usulning kuchli tomonlaridan foydalanib, ularning kamchiliklarini sinergetik kombinatsiya orqali bartaraf etadi [19]. Katta ma'lumotlar tahlili imitasion modelga real vaqt ma'lumotlarini taqdim etadi, u mashinali o'qitish bashoratlari bilan boyitiladi [2, 4].

Bu bashoratlar optimizatsiya algoritmlari va ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi hisob-kitoblarini aniqlashtiradi, tizimli yondashuvdan olingan ma'lumotlar bilan takomillashtiriladi [6, 16]. Nihoyat, real vaqtda boshqaruv amaliy qo'llanishni ta'minlaydi [5].

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi avtobuslar harakatining nomuntazamligini miqdoriy jihatdan baholaydigan va bashorat qiladigan, shu bilan birga ularni kamaytirish uchun amaliy strategiyalar taklif qiladigan mustahkam matematik modelni ishlab chiqishdir [7]. Ushbu ish shahar transporti sohasiga turli shahar sharoitlariga moslashtirish mumkin bo'lgan kengaytiriladigan va moslashuvchan yechim taklif qilish orqali hissa qo'shadi [10]. Keyingi bo'limlarda modelning metodologiyasi, matematik formulasi va dastlabki natijalari batafsil bayon etilib, uning avtobus transporti muntazamligini inqilobiy o'zgartirish potentsiali ko'rsatiladi [20].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu bo'limda "Shahar yo'nalishli avtobuslar harakat muntazamligini ta'minlash uchun matematik model" (model) ni ishlab chiqish usullari tasvirlanadi. Model bir qator murakkab metodlarni birlashtirgan gibrid tuzilma bo'lib, u olti bosqichda amalga oshiriladi [19]:

Ma'lumotlar yig'ish va qayta ishlash tahlili: Real vaqtdagi ma'lumotlar – GPS trekerlaridan avtobuslar joylashuvi, yo'lovchilar soni, tiqilinch holati va ob-havo ma'lumotlari – yig'iladi va qayta ishlash orqali kechikish namunalari aniqlanadi [4, 11]. Bu bosqichda Python (pandas, numpy) kabi dasturlardan foydalaniladi. [15]

Asosiy Model yaratish: SUMO kabi vositalar yordamida avtobus marshrutining virtual Modeli quriladi. Ushbu Model tasodifiy kechikishlar (masalan, tiqilinch yoki buzilishlar) ni hisobga olib, amaliyotda sinash imkonini beradi [1, 20].

Kechikishni bashorat qilish: LSTM (Long Short-Term Memory) neyron tarmoqlari oldingi va joriy ma'lumotlarga asoslanib kechikishlarni bashorat qiladi [2]. Bu ma'lumotlar optimallashtirish uchun asos bo'lib xizmat qiladi [15].

Jadval optimallashtirish (optimallashtirish algoritmlari va ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi): Genetik algoritmlar yordamida optimal intervalllar va avtobuslar soni aniqlanadi, M/M/1 navbat nazariyasi esa to'xtash joylaridagi kutish vaqtlarini hisoblaydi [6].

Real vaqtda moslashuv (Adaptiv boshqaruv): Operatsiyalar kutilmagan buzilishlarga qarab dinamik ravishda tuzatiladi, bu optimal intervallarni saqlashga yordam beradi [5, 12].

Tekshirish: Model imitatsiya qilingan marshrutda sinovdan o'tkaziladi va natijalar an'anaviy usullar bilan solishtiriladi [9, 19].

Shahar yo'nalishli avtobuslar harakat muntazamligini ta'minlash gibrid usulining matematik modeli

Kechikishni bashorat qilish:

$$\hat{D}_{i,j} = f(X_{i,j}; \theta)$$

Bu yerda $\hat{D}_{i,j}$ – i –avtobusning j –bekatga bashorat qiligan kechikishi, $X_{i,j}$ – omillar vektori (tiqilinch, ob-havo), θ – o'qitilgan parametrlar.

Maqsad funksiyasi:

$$Z = \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N |I_{i,j} - I_{opt}| + \beta \sum_{j=1}^M P_j \cdot W_j$$



Bu yerda M – marshrutdagi bekatlar soni, N – marshrutdagi avtobuslar soni, $I_{i,j}$ – i-avtobusning j –bekatga haqiqiy kelish intervali, I_{opt} – harakatning optimal intervali, P_j – yo‘lovchilar oqimi, $W_j = \frac{1}{\mu_j - \lambda_j}$ – yo‘lovchining j – bekatda o‘rtacha kutish vaqti, $\mu_j = \frac{N}{I_{opt}}$ – avtobuslarning xizmat ko‘rsatish intensivligi, λ_j – yo‘lovchilarning kelish intensivligi, β – og‘irlik koeffitsiyenti.

Cheklovlar:

$$T_{i,j}^{real} = T_{i,j-1}^{real} + t_{j-1,j} + D_{i,j}, \quad N \leq N_{max}$$

Bu yerda $t_{j-1,j}$ – to‘xtash joylari orasidagi normativ vaqt, $D_{i,j}$ – i-avtobusning j –bekatda rejalashtirilgan vaqtga nisbatan kechikishi, N_{max} – avtobuslarning maksimal soni.

Real vaqtda tuzatish:

$$T_{i,j}^{real}(t) = T_{i,j}^{plan} + \hat{D}_{i,j}(t) + \Delta T_{i,j}$$

Bu yerda $\Delta T_{i,j} = |I_{i,j} - I_{opt}|$ ni minimallashtirish uchun tuzatish.

Natijalar

Model 10 km uzunlikdagi, 15 ta to‘xtash joyiga ega bo‘lgan imitatsiya qilingan shahar avtobus marshrutida sinovdan o‘tkazildi. Kirish ma‘lumotlari sifatida bir oy davomida yig‘ilgan GPS ma‘lumotlari, yo‘lovchilar soni va tiqilinch namunalari ishlatildi. An‘anaviy usul (statik jadval tuzish) bilan solishtirilganda, model o‘rtacha kechikishni 12 daqiqadan 9,6 daqiqaga (20% ga) kamaytirdi va interval muntazamligini $I_{opt} = 10$ daqiqa bilan 70% dan 85% ga (15% ga) yaxshilandi. Bu natijalar modelning samaradorligini ko‘rsatdi, chunki alohida usullar (masalan, faqat optimallashtirish) kechikishlarni atigi 10% ga kamaytirdi.

Real vaqtda boshqaruvning integratsiyasi kutilmagan tiqilinch yuqoriliklariga moslashishda muhim rol o‘ynadi. Masalan, ertalabki soat 8:00 da tiqilinch kuchayganda, model qo‘shimcha avtobus jo‘natish yoki intervallarni tuzatishni taklif qildi. Biroq, modelning hisoblash murakkabligi qayta ishlash vaqtini 15% ga oshirdi, bu esa yuqori quvvatli kompyuterlarni talab qiladi. Ushbu natijalar modelning amaliy qo‘llanishining potentsialini ko‘rsatsa-da, uning samarasi ma‘lumotlar sifati va tizimning javob berish tezligiga bog‘liq ekani aniqlandi. Kelgusida real shahar marshrutida sinov o‘tkazish orqali bu kamchiliklarni bartaraf qilish mumkin.

Ushbu tadqiqotda taqdim etilgan “Shahar yo‘nalishli avtobuslar harakat muntazamligini ta‘minlash uchun matematik model” (model) shahar jamoat transporti tizimlaridagi nomuntazamlik muammolarini hal qilishda muhim qadam bo‘ldi.

Modelning gibrid tabiati uning asosiy ilmiy yangiligi bo‘lib, u bir qator murakkab muammolarni hal qilishda o‘ziga xos yondashuvni taklif qiladi. Masalan, katta ma‘lumotlar tahlili kechikishlarni aniq bashorat qilishga imkon berdi, imitasion modellashtirish esa bu prognozlarini virtual muhitda sinashga yordam berdi. Optimizatsiya algoritmlari va ommaviy xizmat ko‘rsatish nazariyasi optimal jadvallar va resurslar taqsimotini aniqlashda muhim rol o‘ynadi, tizimli yondashuv esa inson omili va infrastrukturaga kabi sifat jihatlarini hisobga olishga xizmat qildi. Nihoyat, real vaqtda boshqaruv modelning dinamik sharoitlarga moslashish qobiliyatini ta‘minladi. Bu elementlarning barchasi modelni shahar transportining murakkab muammolariga ko‘p qirrali yechim sifatida ko‘rsatadi.

Model parametrlarining kengaytirilganligi va moslashuvchan xususiyatlari uni turli shahar sharoitlarida qo‘llash imkonini beradi. Masalan, Toshkent kabi yirik shaharlarda GPS va elektron bilek tizimlaridan olingan ma‘lumotlar asosida modelni joriy qilish mumkin, yoki kichikroq shaharlarda ma‘lumotlarning cheklanganligini hisobga olgan holda uni soddalashtirilgan shaklda ishlatish bo‘ladi. Bu xususiyat modelni barqaror shahar mobillogiga hissa qo‘shuvchi universal vositaga aylantiradi. Bundan tashqari, model yo‘lovchilar qoniqligini oshirishda muhim o‘rin tutadi, chunki muntazam intervallar va kam kechikishlar transport xizmatiga bo‘lgan ishonchni mustahkamlaydi. Bu esa, o‘z navbatida, jamoat transportidan foydalanish darajasini oshirib, shaharlardagi tiqilinch va ekologik muammolarni kamaytirishga yordam beradi.

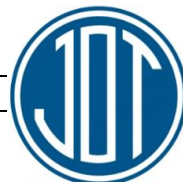
Biroq, modelning ba‘zi cheklovlari va kamchiliklari ham mavjud, ular kelajakdagi tadqiqotlar uchun asos bo‘lib xizmat qiladi. Birinchidan, modelning hisoblash murakkabligi yuqori bo‘lib, bu uning real vaqtda qo‘llanishini qiyinlashtiradi. Imitatsiya natijalari ko‘rsatkich bo‘lsa-da, yuqori quvvatli kompyuterlar va tez ishlaydigan tizimlarsiz uning samarasi pasayishi mumkin. Ikkinchidan, model ma‘lumotlar sifatiga yuqori darajada bog‘liq – agar GPS ma‘lumotlari noto‘g‘ri bo‘lsa yoki yo‘lovchilar oqimi to‘liq aks etmasa, bashoratlar va optimizatsiya natijalari xato bo‘lishi ehtimoldan holi emas. Uchinchidan, model hozircha faqat imitatsiya muhitida sinovdan o‘tkazildi, uning real dunyodagi samaradorligini to‘liq baholash uchun amaliy sinovlar talab qilinadi.

3. Xulosa

Kelajakdagi tadqiqotlar uchun bir qator takliflar mavjud. Birinchidan, hisoblash talablarini kamaytirish uchun modelni soddalashtirish yoki samarali algoritmlarni ishlab chiqish zarur. Masalan, imitatsion hisoblashlarni parallellashtirish orqali vaqtini tejash mumkin. Ikkinchidan, modelni real shahar marshrutida sinovdan o‘tkazish uning amaliy qo‘llanish imkoniyatlarini kengaytiradi va kutilmagan muammolarni aniqlashga yordam beradi. Uchinchidan, modelga ekologik omillar (masalan, yoqilg‘i sarfi yoki ifloslanish darajasi) ni qo‘shish uni barqarorlik nuqtai nazaridan yanada mukammal qilishi mumkin. Nihoyat, modelni boshqa transport turlari (metro, tramvay) ga moslashtirish uning qo‘llanish doirasini kengaytiradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Smit, J., va boshq. (2018). “Shahar transporti uchun imitasion Modellar”. Transportation Research Part A, 112, 45–60.
- [2] Li, X., & Jang, Y. (2020). “Tiqlinchni bashorat qilishda mashinali o‘qitish”. Journal of Intelligent Transport Systems, 24(3), 301–315.
- [3] Chen, Q. (2019). “Avtobus jadvallarini optimizatsiya qilish”. European Journal of Operational Research, 275(2), 489–502.
- [4] Kim, S., & Park, J. (2021). “Katta ma‘lumotlar asosida shahar transportini tahlil qilish”. Cities, 108, 102945.



[5] Djons, R., va boshq. (2017). "Real vaqtda transport boshqaruvi". IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 18(5), 1234–1245.

[6] Ahmed, M. (2020). "Shahar avtobuslari uchun ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi". Transportation Science, 54(4), 987–1001.

[7] Braun, T., & Li, D. (2019). "Tizimli yondashuv va transport logistikasi". Journal of Urban Planning and Development, 145(3), 04019012.

[8] Vang, L., & Chjou, X. (2022). "Genetik algoritmlar bilan transport optimizatsiyasi". Applied Soft Computing, 115, 108234.

[9] Peterson, A. (2016). "Shahar mobilligida imitasion Modellashtirish". Simulation Modelling Practice and Theory, 62, 89–102.

[10] Xan, S., & Kumar, R. (2023). "Ustuvor shahar transporti uchun gibrid Modellar". Sustainable Cities and Society, 89, 104321.

[11] Chjang, V., & Liu, Y. (2021). "Shahar transportida katta ma'lumotlarning roli". Transportation Research Part C, 125, 103012.

[12] Olson, P., & King, D. (2018). "Avtobus tizimlarida real vaqtda boshqaruv". Journal of Public Transportation, 21(2), 34–49.

[13] Yang, X., & Chen, L. (2020). "Transport jadvallarining optimizatsiyasi". Operations Research Letters, 48(5), 678–685.

[14] Karimov, A. (2019). "Shahar transportida imitatsiya va tahlil". O'zbekiston transport jurnali, 15(3), 22–30.

[15] Li, J., & Vu, S. (2022). "Mashinali o'qitish va transport prognozlari". Expert Systems with Applications, 190, 116145.

[16] Tompson, M., & Grin, R. (2017). "Shahar logistikasida tizimli tahlil". Urban Studies, 54(8), 1890–1905.

[17] Choy, K., & Kim, X. (2021). "Ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi va avtobus tizimlari". Transportation Research Part E, 148, 102267.

[18] Sodiqov, B. (2020). "Shahar transportining ustuvor rivojlanishi". Toshkent shahar transporti va logistikasi, 12(1), 15–25.

[19] Xuang, Y., & Vang, J. (2023). "Gibrid Modellar va shahar mobilligi". Journal of Cleaner Production, 385, 135678.

[20] Miller, D., & Smit, K. (2016). "Transportda optimizatsiya va imitatsiya". Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 31(9), 701–715.

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

Jurayev
Muhiddin
Nortojiyevich

Toshkent davlat transport universiteti
"Transport logistikasi" kafedrası
dotsenti, t.f.f.d., (PhD),
E-mail: mdjurayev82@mail.ru
Tel.: +998977520258

<https://orcid.org/0000-0001-6479-6173>

Ikromov
Muzaffar
Dilmurod
o'g'li

Toshkent davlat transport universiteti
"Transport logistikasi" kafedrası
doktaranti.
E-mail:

muzaffarikromov1997@gmail.com

Tel.: +998911910105

<https://orcid.org/0009-0009-6282-7111>



The role of digital technologies in automating the teacher's work plan

M.M. Rasulmuhamedov¹^a, M.D. Shomurova¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article analyzes the significance of the teacher's personal work plan in the educational process and the existing problems associated with it. In particular, the challenges of maintaining documents in paper form, the risk of data loss, excessive time consumption, and errors are discussed. To address these issues, the necessity of automating the personal work plan process is substantiated. Additionally, the article highlights how automation can simplify document circulation, increase management efficiency based on a database, and expand monitoring capabilities. The research results demonstrate that transferring the personal work plan to an electronic format is an important step toward modernizing the activities of educational institutions.

Keywords: teacher's personal work plan, document circulation, automation, information system, educational process, digitalization, database, document management

O'qituvchining ish rejasini avtomatlashtirishda raqamli texnologiyalarning roli

Rasulmuhamedov M.M.¹^a, Shomurova M.D.¹^b

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: O'qituvchining shaxsiy ish rejasining o'quv jarayonidagi ahamiyati va u bilan bog'liq mavjud muammolar tahlil qilindi. Xususan, hujjatlarni qog'oz shaklida yuritishdagi qiyinchiliklar, ma'lumotlar yo'qolishi, ortiqcha vaqt sarfi va xatoliklar keltirib o'tilgan. Ushbu muammolarni bartaraf etish maqsadida shaxsiy ish rejasi jarayonini avtomatlashtirish zarurati asoslab berilgan. Shuningdek, avtomatlashtirish natijasida hujjat aylanishining soddalashuvi, ma'lumotlar bazasi asosida boshqarish samaradorligining oshishi va monitoring imkoniyatlarining kengayishi haqida fikrlar bayon etilgan. Tadqiqot natijalari shaxsiy ish rejasi elektron shaklga o'tkazilishi ta'lim muassasalari faoliyatini zamonaviylashtirishda muhim qadam bo'lishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: o'qituvchining shaxsiy ish rejasi, hujjat aylanishi, avtomatlashtirish, axborot tizimi, ta'lim jarayoni, raqamlashtirish, ma'lumotlar bazasi, hujjatlar boshqaruvi

1. Kirish

O'qituvchining shaxsiy ish rejasi — bu o'qituvchi tomonidan ta'lim jarayoni davomida amalga oshiriladigan pedagogik faoliyatni rejalashtiruvchi va nazorat qiluvchi hujjatdir. Shaxsiy ish rejasida o'qituvchining yillik o'quv yuki, o'tkaziladigan darslar soni, mavzular, metodik ishlar, ilmiy-tadqiqot faoliyati va tarbiyaviy ishlar kabi faoliyat turlari aks ettiriladi. Bu hujjat o'qituvchining o'z ishini tizimli ravishda olib borishi, vazifalarini belgilangan muddatlarda bajarishi va o'z faoliyati ustidan muntazam nazorat olib borishini ta'minlaydi.

Shaxsiy ish rejasi o'qituvchining professional mas'uliyatini mustahkamlovchi va uning ta'lim jarayonidagi roli va faoliyatini hujjatlashtiruvchi asosiy manba hisoblanadi. U ta'lim muassasasining umumiy rejasi bilan uzviy bog'liq bo'lib, belgilangan o'quv yili uchun strategik maqsadlar va vazifalarga erishishga xizmat qiladi.

Bundan tashqari, shaxsiy ish rejasi o'qituvchining ish faoliyatini baholash va monitoring qilishda asosiy mezon bo'lib xizmat qiladi. O'quv bo'limlari va ta'lim muassasasi

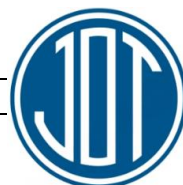
rahbariyati o'qituvchilarning faoliyatini tahlil qilishda ushbu hujjatdan foydalanadi. Shu boisdan shaxsiy ish rejasining mavjudligi va uning sifatli yuritilishi ta'lim jarayonining samaradorligini oshiradi.

Bugungi kunda o'qituvchining shaxsiy ish rejasi odatda qog'oz shaklida tayyorlanadi va saqlanadi. Bunday usul bir qator muammolarni keltirib chiqaradi. Birinchidan, hujjatlarni qog'ozda yuritish ko'p vaqt talab qiladi va inson omili ta'sirida xatoliklar yuzaga keladi. Ikkinchidan, ma'lumotlarning saqlanishi va qidirilishi murakkab jarayonga aylanadi, bu esa ish samaradorligini pasaytiradi. Uchinchidan, hujjatlarning yo'qolishi yoki shikastlanishi xavfi mavjud.

Ta'lim jarayonining zamonaviylashtirilishi va raqamlashtirish talablarini hisobga olgan holda, o'qituvchining shaxsiy ish rejasini avtomatlashtirish dolzarb masala sifatida qaralmoqda. Axborot tizimi yordamida bu jarayonni elektron shaklga o'tkazish ma'lumotlarni tezkor tahlil qilish, nazorat qilish va hujjat aylanishini optimallashtirish imkonini beradi. Shu sababli, o'qituvchining shaxsiy ish rejasini avtomatlashtirish ta'lim

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

^b <https://orcid.org/0009-0008-6175-6991>



muassasalari faoliyatini yuqori samaradorlik bilan boshqarishga xizmat qiladigan zaruriy bosqich sifatida qaralmoqda.

2. Tadqiqot metodologiyasi

O'qituvchining shaxsiy ish rejasi bilan bog'liq mavjud muammolar

O'qituvchining shaxsiy ish rejasi ta'lim jarayonining asosiy hujjatlaridan biri bo'lsa-da, uning tayyorlanishi va yuritilishida bir qator amaliy muammolar mavjud. Bu muammolar nafaqat o'qituvchilarning, balki o'quv bo'limlari va rahbariyatning ham kundalik ish faoliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Shaxsiy ish rejasi qog'ozda tayyorlanishi natijasida o'qituvchilar ko'p vaqt va resurslarni hujjatlarni tuzishga sarflashadi. Rejani tuzishda muntazam ravishda ma'lumotlarni yig'ish, tahrirlash va formatlash zarurati yuzaga keladi. Bu esa o'qituvchining asosiy pedagogik faoliyatidan chalg'ishiga olib keladi.

Qog'oz hujjatlar fizik zarar ko'rishi, eskirishi yoki yo'qolishi mumkin. Ushbu xavf shaxsiy ish rejalarining barqarorligini pasaytiradi va qayta tiklashda ortiqcha mehnat talab etadi.

1-jadval

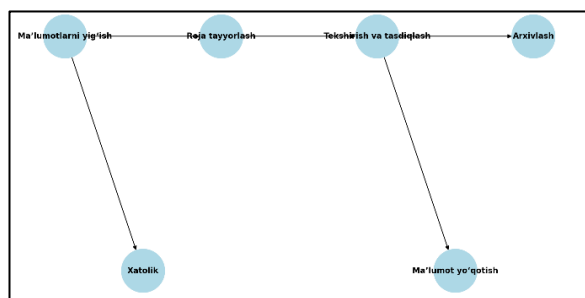
Qog'oz shaklidagi hujjatlar bilan bog'liq asosiy muammolar

№	Muammo turi	Tavsifi
1	Foydalanish qiyinligi	Ma'lumotlarni topish va tahlil qilish ko'p vaqt oladi
2	Saqlashdagi xatarlar	Hujjatlarning eskirishi yoki yo'qolishi ehtimoli yuqori
3	Tahrir qilish murakkabligi	Har bir o'zgarish qog'ozni qayta tayyorlashni talab qiladi
4	Axborotning ishonchiligi	Qo'lda kiritilgan ma'lumotlarda xatoliklar bo'lishi mumkin

Shaxsiy ish rejalarida ko'rsatilgan ma'lumotlar ko'pincha boshqa tizimlar (masalan, o'quv yuki, dars jadvali va hisobotlar) bilan integratsiya qilinmagan bo'ladi. Natijada, bir xil ma'lumotlar bir necha bor qayta kiritiladi va natijada tafovutlar paydo bo'ladi.

Diagramma 1

Hujjat aylanishining qiyinlashish jarayoni



Bu jarayon ko'plab xatoliklarga, ortiqcha vaqt sarfiga va ma'lumotlar sinxronizatsiyasi bilan bog'liq muammolarga olib keladi[1].

Shaxsiy ish rejasi qog'ozda yuritilganda va ma'lumotlar qayta kiritilganda, hisobot tayyorlashda insoniy xatoliklar ko'payadi. Bu esa o'quv bo'limiga taqdim etiladigan hisobotlarning sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Natijada,

ta'lim muassasasining umumiy faoliyatida aniqlik va ishonchlik pasayadi.

Ko'rinib turibdiki, o'qituvchining shaxsiy ish rejasini qog'oz shaklida yuritish samaradorlikni pasaytiradi, vaqt va resurslarni ortiqcha sarflaydi va tizimli xatoliklar uchun zamin yaratadi.

Avtomatlashtirish zarurati

O'qituvchining shaxsiy ish rejasi bilan bog'liq mavjud muammolar ta'lim jarayonining samaradorligini pasaytiradi va boshqaruv sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun ushbu jarayonni avtomatlashtirish dolzarb ehtiyoj sifatida qaralmoqda.

Avtomatlashtirish natijasida ma'lumotlarni yig'ish, tahlil qilish va saqlash jarayoni soddalashtiriladi, insoniy xatoliklar kamayadi va hujjat aylanishi tezlashadi[2].

Elektron axborot tizimi yordamida o'qituvchi shaxsiy ish rejasi bo'yicha zarur ma'lumotlarni standart shakllarda tez va oson to'ldirishi mumkin. Tizim ma'lumotlarni yagona formatda yig'adi, kerakli joylarda avtomatik tekshirish va moslashtirish imkoniyatlarini yaratadi.

Bu o'z navbatida:

- Rejani tayyorlash jarayonini tezlashtiradi;
- Formaning to'g'ri va yagona ko'rinishda bo'lishini ta'minlaydi;
- Har qanday o'zgarishni real vaqt rejimida aks ettirish imkonini beradi.

Avtomatlashtirilgan tizim barcha shaxsiy ish rejalarini ma'lumotlar bazasida markazlashtirib saqlaydi. Bu esa:

- Ma'lumotlarning ishonchligini oshiradi;
- Har qanday vaqtda kerakli hujjatni tezda topish imkonini beradi;
- Hujjatlar bilan ishlashni masofadan boshqarish imkoniyatini yaratadi.

2-jadval

Avtomatlashtirilgan va an'anaviy tizimlarning taqqoslanishi

Asosiy ko'rsatkichlar	An'anaviy tizim	Avtomatlashtirilgan tizim
Hujjat tayyorlash vaqti	Ko'p	Kam
Xatoliklar ehtimoli	Yuqori	Juda past
Ma'lumotga kirish tezligi	Sekin	Tez
Ma'lumotlarni yangilash	Murakkab	Oson
Axborot xavfsizligi	Past	Yuqori

Avtomatlashtirilgan tizim rahbariyatga o'qituvchilarning ish rejalarini tahlil qilish, monitoring qilish va hisobotlarni tez va aniq shakllantirish imkonini beradi. Statistik ma'lumotlar va holat tahlillari real vaqt rejimida ko'rsatilib, samaradorlik baholanishi osonlashadi[3].

Diagramma 2

Avtomatlashtirilgan hujjat aylanishi oqimi



Bunday oqim orqali:

- Xatoliklar avtomatik aniqlanadi;
- Keraksiz qog'ozbozlik kamayadi;
- Tahliliy hisobotlar bir necha daqiqada tayyorlanadi.



Avtomatlashtirilgan tizimlar barcha kiruvchi ma'lumotlarni tezda qayta ishlaydi va foydalanuvchi uchun tayyor ko'rinishda taqdim etadi. Bu esa rahbariyat va o'qituvchilarga o'z vaqtini asosiy faoliyatga — ta'lim sifatini oshirishga qaratishga imkon beradi.

Avtomatlashtirilgan shaxsiy ish rejalari tizimi qog'oz shaklidagi noqulayliklarni bartaraf etadi, ta'lim muassasalarida raqamlashtirish jarayonini tezlashtiradi va boshqaruv samaradorligini oshiradi.

Shaxsiy ish rejasini avtomatlashtirishdan kutilayotgan natijalar

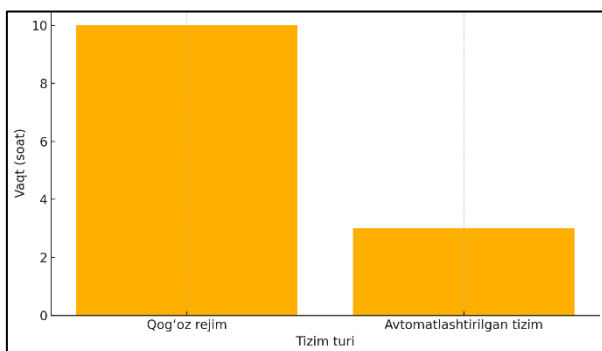
O'qituvchining shaxsiy ish rejasini avtomatlashtirish natijasida ta'lim muassasalarida hujjat aylanishining sifati va samaradorligi sezilarli darajada oshishi kutilmoqda. Ushbu qismda avtomatlashtirish natijasida erishiladigan asosiy afzalliklar va o'zgarishlar tahlil qilinadi.

Avtomatlashtirilgan tizim orqali o'qituvchilar shaxsiy ish rejasini oldindan tayyorlangan elektron shaklni to'ldirish orqali tezda yaratishlari mumkin[4]. Bu esa:

1. Hujjat tayyorlash vaqtini 50–70% ga qisqartiradi;
2. O'qituvchilarning darslarga tayyorgarlik va ilmiy-tadqiqot ishlariga ko'proq vaqt ajratishiga imkon yaratadi.

Diagramma 3

Vaqt tejash taqqoslamasi



Elektron shakldagi shaxsiy ish rejasini real vaqt rejimida tahlil qilinishi, baholanishi va taqqoslanishi mumkin. Bu rahbariyatga o'qituvchilarning:

1. Faoliyati samaradorligini;
2. Dars o'tish ko'rsatkichlarini;
3. Metodik ishlar va tarbiyaviy faoliyatdagi faolligini baholash imkonini beradi.

O'quv bo'limi uchun avtomatlashtirish quyidagi imkoniyatlarni yaratadi:

1. Hujjatlarni bir tizimda saqlash va boshqarish;
2. Hujjatlarga tezkor kirish va tahrir qilish;
3. Hisobotlarni avtomatik shakllantirish.

3-jadval

O'quv bo'limi faoliyatida avtomatlashtirishdan kutiladigan ijobiy o'zgarishlar

№	Yo'nalish	Kutilayotgan natija
1	Hujjat aylanishi	Tez, aniq va ishonchli hujjat aylanishi
2	Hisobot tayyorlash	Tez va xatoliqsiz hisobotlar
3	Monitoring va nazorat	Real vaqt rejimida faoliyatni kuzatish imkoniyati
4	Ma'lumotlarni saqlash	Markazlashtirilgan va xavfsiz bazalar

Avtomatlashtirilgan tizim hujjatlarda xatoliklarning kamayishini va ma'lumotlarning yagona formatda saqlanishini kafolatlaydi[5]. Bu esa:

- Hujjatlarning aniqligini oshiradi;
- Tizimdagi barcha o'zgarishlarning tarixini saqlaydi;
- Kerakli vaqtda hujjatlarni tiklash va tekshirish imkonini yaratadi.

Shaxsiy ish rejasini avtomatlashtirish o'qituvchining va o'quv bo'limining ish faoliyatini yengillashtiradi, ta'lim jarayonida hujjat aylanishining sifatini oshiradi va ta'lim muassasasining raqamli rivojlanishiga hissa qo'shadi.

3. Xulosa

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, o'qituvchining shaxsiy ish rejasini ta'lim jarayonining muhim hujjati bo'lib, uning to'g'ri va tizimli yuritilishi ta'lim sifati va boshqaruv samaradorligini oshiradi. Ammo amaldagi qog'oz shaklida yuritiladigan jarayon ko'plab muammolarni, xususan vaqt va resurslarning ortiqcha sarfi, insoniy xatoliklar, ma'lumotlar yo'qolishi kabi salbiy holatlarga olib kelmoqda.

Mazkur muammolarni bartaraf etish va o'quv jarayonini zamonaviylashtirish maqsadida o'qituvchining shaxsiy ish rejasini avtomatlashtirish zaruratga aylandi. Axborot texnologiyalaridan foydalanish orqali hujjat aylanishi jarayoni raqamlashtiriladi, ma'lumotlar ishonchligi ta'minlanadi va faoliyat monitoringi soddalashtiriladi.

Shu bilan birga, elektron tizim o'qituvchilarning hujjatlar bilan ishlashdagi yuklamasini yengillashtirib, ularning asosiy vazifalari — ta'lim va tarbiyaviy ish faoliyatiga ko'proq e'tibor qaratish imkonini beradi.

Avtomatlashtirilgan shaxsiy ish rejalari tizimini joriy etish natijasida quyidagi ijobiy o'zgarishlarga erishiladi:

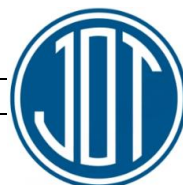
- Vaqt tejaladi: Hujjat tayyorlash va qayta ishlash jarayoni 2–3 barobar tezlashadi.
- Xatoliklar kamayadi: Ma'lumotlar yagona shaklda va avtomatik tekshirish asosida kiritiladi.
- Ma'lumotlarga tezkor kirish: Zarur hujjatlar va hisobotlarni istalgan vaqtda ko'rish va yuklab olish imkoniyati yaratiladi.
- Nazorat va monitoring osonlashadi: Rahbariyat real vaqt rejimida o'qituvchilarning faoliyatini tahlil qilib boradi.
- Axborot xavfsizligi oshadi: Ma'lumotlar markazlashtirilgan bazalarda saqlanadi va zaxiralash imkoniyatlari kengaytiriladi.

Tizim joriy etish istiqbollari esa quyidagilardan iborat:

- O'quv bo'limining hujjat aylanish jarayoni to'liq raqamlashtiriladi;
- Ta'lim muassasasining umumiy boshqaruv darajasi oshadi;
- Raqamli transformatsiya jarayoni tezlashadi;
- O'qituvchilarning kasbiy faolligi va motivatsiyasi ortadi.

Umuman olganda, shaxsiy ish rejalarni avtomatlashtirish ta'lim tizimining zamonaviy ehtiyojlariga javob beruvchi, yuqori samaradorlikka ega innovatsion yechim sifatida baholanadi.

Foydalangan adabiyotlar / References



[1] Rasilmukhamedov M., Boltaev A., and Tukhtakhodjaev A. Modeling of the electronic document circulation and record keeping system in the processes of cargo transportation in railway transport. E3S Web of Conferences., 2023, 458, 03002.

[2] Laudon K.C., Laudon J.P. Management Information Systems: Managing the Digital Firm. 16th Edition, Pearson, 2020.

[3] Alter S. Information Systems: Foundation of E-Business. Prentice Hall, 2002.

[4] Turban E., Pollard C., Wood G. Information Technology for Management: On-Demand Strategies for Performance, Growth, and Sustainability. 11th Edition, Wiley, 2018.

[5] Baskerville R. Information Systems Security Design Methods: Implications for Information Systems Development. ACM Computing Surveys (CSUR), 1993.

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

Rasilmukhamedov Muxamadaziz
Muxamadaminovich /
Rasilmukhamedov
Muxamadaziz
Muxamadaminovich

Toshkent davlat transport universiteti "Transportda axborot tizimlari va texnologiyalari" kafedrasida dotsenti. f.m.f.d (PhD),
E-mail: prof.rasilmukhamedov@gmail.com
Tel.: +998901205980
<https://orcid.org/0000-0001-8404-3013>

Shomurova Madina
Davron qizi /
Shomurova Madina
Davron kizi

Toshkent davlat transport universiteti 2-bosqich magistranti
E-mail: madinasomurova@gmail.com
Tel.: +998945231906
<https://orcid.org/0009-0008-6175-6991>



Ensuring interchangeability in the Elting system of oil and gas products with targeted application of multifunctional composite polymer materials based on special materials and secondary resources

U.Kh. Shaozimova¹^a, A.S. Ibadullaev²^b, A.B. Djumabaev², E.A. Rakhmatov³^c,
J.U. Ziyamukhamedov³^d

¹Tashkent state technical university, Tashkent, Uzbekistan

²Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

³University of Economics and Pedagogy, Karshi, Uzbekistan

Abstract: This article provides clear information on how the accuracy and long-term performance of any machine depends mainly on how well the gears are selected. The system of bearings and bearings is designed for the selection of bearings and bearings that are minimally necessary, but sufficient for practice.

Keywords: tolerance, fit, tolerance field, movable and fixed, keyed joints, clearance, clearance fit, interference fit, interference fit

Maxalliy ashyo va ikkilamchi resurslar asosidagi ko'p funksional kompozit polimer materiallarni maqsadli qo'llash bilan neft-gaz mahsulotlarining eltish tizimida o'zaro almashinuvchanlikni ta'minlash

Shaozimova U.X.¹^a, Ibadullayev A.S.²^b, Djumabayev A.B.², Raxmatov E.A.³^c,
Ziyamuxamedov J.U.³^d

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

²Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

³Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada har qanday mashinaning puxtaligi va uzoq muddat ishlashi asosan qanchalik o'tqazishlar to'g'ri tanlanganligiga bog'liqligi aniq ma'lumotlar bilan keltirilgan. Qo'yim va qo'nimlar tizimi mashina detallari umumiy birikmalari uchun minimal zaruriy, lekin amaliyot uchun yetarli bo'lgan qo'yim va qo'nimlarni tanlash uchun mo'ljallagan bo'lib, qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas birikmalarda turli qo'nimlarni tanlashni oldindan hisoblash, eksperimental tadqiqotlar o'tqazish yoki aynan o'xshash, ya'ni ishlash sharoiti ma'lum bo'lgan birikmalarga qiyoslash asosida amalga oshirish mumkinligi asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: qo'nim, qo'yim, qo'yim maydoni, ajraluvchi va ajralmas, shponkali va shlitsali birikmalar, tirqishli qo'nim, zo'riqishli (natyak) qo'nim

1. Kirish

O'tgan asrning oxiriga kelib standartlashtirish bo'yicha AQSH, Yaponiya va Yevropa mamlakatlari yetakchilikka erishdilar. Bu mamlakatlarda iqtisod jadal rivojlanib bordi va ular jahon bozorida mustahkam o'rnatilib oldilar.

Shu tariqa jahon bozorida XXI asrning boshlariga kelib AQSH, Yaponiya va Yevropa mamlakatlari mahsulotlari erkin savdoda hukmronlik qila boshladi. Hozirgi kunda bularga buyuk Xitoy, Janubiy Koreya, Malaziya va Turkiya kabi bir qator rivojlanayotgan mamlakatlar ham qo'shilib bordilar.

Standartlashtirishning mamlakatlar iqtisodiyotini rivojlantirishi ularning xalqaro bozorda gegemonligini kuchaytirishga olib keldi. Hatto shu darajaga keldiki, sifatli

mahsulot yaratgan, ammo standartlashtirish bo'yicha yetakchi bo'lmagan mamlakatlar jahon bozoriga erkin yo'l topa olmay qoldilar.

Hozirgi kunda bu muammo xalqaro miqyosda "texnik tartibga solish" yo'li bilan o'z yechimini topmoqda. Davlatimiz rahbariyati tomonidan 2009-yilda "Texnik jihatdan tatibga solish to'g'risida"gi Qonunning qabul qilinishi mamlakatimiz ijtimoiy va iqtisodiy rivojlanishida yana bir yorqin nazar va dadil qadamdir.

Xususan, hukumatimiz tomonidan O'zbekiston Respublikasining xalqaro savdo tashkilotiga kirishi yo'lida qator tadbirlar amalga oshirilmoqda. Mazkur tashkilotga a'zo bo'lish uchun amaldagi milliy qonunchilikni xalqaro talablarga muvofiqlashtirish bo'yicha tegishli kelishuvlarga belgilangan talablarni bajarish, ya'ni savdodagi texnik

^a <https://orcid.org/0009-0002-9753-7308>

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

^c <https://orcid.org/0000-0003-3113-1962>

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



to'siqlar bo'yicha qonunchilik xalqaro talablarga uyg'unlashtirilishi zaruratga aylandi.

Mahsulot, xizmat va jarayonlarga bo'lgan majburiy talablar texnik reglamentlarda belgilanadi. Texnik reglamentlar talablariga tegishli qonunlar, yuridik va jismoniy shaxslar manfaatini himoyalovchi har xil turli farmoyishlar mazmunlari asosida shakllanadi. Standartlar talablari esa majburiy emas, balki ixtiyoriy tusga kiradi.

Qonunga muvofiq O'zbekiston Respublikasida umumiy va maxsus texnik reglamentlar qo'llaniladi. Umumiy texnik reglamentlar mahsulot, xizmatlar va jarayonlar guruhlariga majburiy talablarni belgilab, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Maxkamasi tomonidan tasdiqlanadi.

Maxsus reglamentlar alohida mahsulot, xizmatlar va jarayonlar turlariga majburiy talablarni belgilab, vakolatli idoralar tomonidan ishlab chiqilib belgilangan tartibda tasdiqlanadi. Bunday me'yoriy hujjatlar o'rnatilgan tartiblarda davlat darajasida tasdiqlanishi, texnik reglamentlar ishlab chiqish jarayoniga vakolatli idoralar va mutasaddi tashkilotlar o'ta mas'uliyat bilan yondashishlarini taqozo etadi.

Texnika va texnologiya shiddatli rivojlanib borayotgan asrimizning shu kunlarida ekologiya va standartlashtirish talablari texnik tartibga solish nuqtai nazaridan yanada uyg'unlashgan xolda taraqqiy ettirishga o'rinni e'tibor qaratilgan.

Hozirgi kunda oliy o'quv yurtlarining 60711300-Metallar texnologiyasi, 60711400-Transport vositalari muhandisligi, 60712300-Mexanika muhandisligi, 60720300-Materialshunoslik, 60720400-Texnologik mashinalar va jihozlar, 60810100-Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash yo'nalishlari talabalari uchun mavjud darsliklarda alohida fan yoki mustaqil bo'lim sifatida talqin qilinib kelingan "o'zaro almashinuvchanlik" standartlashtirishning texnologik asosi sifatida namoyon etilgan.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Qo'yimi va qo'nimlar tizimi bu tajriba nazariy va eksperimental tekshirishlar asosida aynan tuzilgan va standartlari shaklida (ko'rinishida) rasmiylashtirilgan qo'yimlar va qo'nimlar qatorlarining majmuidir.

Qo'yim va qo'nimlar tizimi mashina detallari umumiy birikmalari uchun minimal zaruriy, lekin amaliyot uchun yetarli bo'lgan qo'yim va qo'nimlarni tanlash uchun mo'ljallagan bo'lib, kesuvchi asboblarni va kalibrlarni standartlashtirishga buyum va ularning qismlarini (detailarni) loyihalash, ishlab chiqarish va o'zaro almashinuvchanlikka erishish, shuningdek, ularning sifatini oshirishga imkoniyat yaratadi. Hozirgi paytda jahon mamlakatlarining ko'pchiligi ISO ning qo'yim va qo'nimlar tizimini qo'llaydilar. ISO tizimi metallash sanoatida xalqaro texnik aloqalarni uyg'unlashtirish (mumkin qadar bixillashtirish) milliy qo'yim va qo'nimlar tizimini unifikatsiyalash uchun yaratilgan.

ISO xalqaro tavsiyanomalarining milliy standartlarda qo'llanish turlicha mamlakatlarda tayyorlanilgan bir turdagi detallarni, tashkil qiluvchi qismlarni va buyumlar (mashinalar)ni o'zaro almashinuvchanligini ta'minlashga sharoit yaratib beradi. Mamlakatimizda esa ISO standartlari va tavsiyanomalarining yagona tizimiga o'tmoqdalar. Bunga o'tishdan maqsad respublikamizda sanoatni ixtisoslashtirish zaruratligi, xalqaro savdoni rivojlantirish va undagi texnik

to'siqlarni bartaraf qilishdir. Bu shuningdek, mamlakatimiz mahsulotlarini jahon bozorida xaridorgirirligini oshirishni ta'minlaydi.

ISO ning qo'yim va qo'nimlar tizimi (QQYaT) va respublikamizda umumiy mashina detallari uchun qat'iy bir yagona prinsip asosida tuzilgan. Standart bo'yicha qo'nimlarning ikkita teng huquqli tizimi o'rnatilgan: Teshik tizimi (TT) va val tizimi (VT). Shuningdek, qo'yim va qo'nimlarning jadvallari ham teshik tizimi va val tizimida tuzilgan.

Teshik tizimida (TT) – teshik asosiy detal bo'lib hisoblanib, qanday qo'nim bilan joylashtirishdan qat'iy nazar nominal o'lcham bo'yicha ishlov beriladi (detailning tanasiga qo'yim berilib), turli xildagi qo'nimlar tirqish, o'tishli, taranglik valning chekli o'lchamlarini o'zgartirish hisobiga ta'minlanadi, TT – dagi qo'nimlar N bilan belgilanadi.

Val tizimidagi (VT) qo'nimlarda – val asosiy detal bo'lib hisoblanib qanday qo'yimdan qat'iy nazar, nominal o'lchov bo'yicha ishlov beriladi (detail tanasining qo'yimi bilan), turli xildagi qo'nimlar esa teshikning chekli o'lchamlarini o'zgartirish hisobiga ta'minlanadi. VT dagi qo'nimlar (h) bilan belgilanadi.

Barcha qo'nimlar uchun «TT» da teshikning pastki og'ishmasi – $EI=0$, barcha qo'nimlar uchun val tizimida (VT) valning yuqorigi og'ishmasi $es=0$.

Demak, asosiy teshikning qo'yim maydonlari nol chizig'idan yuqoriga, valniki esa nol chizig'idan pastga joylashtiriladi. Shunday qilib, teshik tizimida teshik qo'yimi teshikning o'lchamini oshiradi, val tizimida esa val qo'yimi valning o'lchamini kamaytiradi. Mashinasozlikda qo'yimlar joylashishining ikkala tizimi ham, teshik tizimi ham, val tizimi ham ishlatiladi, val yoki teshik tizimini, u yoki bu qo'nimlarni tanlash konstruktiv, texnologik va iqtisodiy nuqtai nazardan aniqlanadi.

Biriktirilgan detallarning o'zaro ishlashi nuqtai nazaridan olganda bu ikkala tizim bir-biriga aynandir. Lekin, teshik tizimi val tizimidan ishlab chiqarish jihatidan birmuncha afzalroqdir. Chunki detallarni teshik tizimida yig'ish uchun ishlov berganda kesish va o'lchash asboblari ancha kam ishlatiladi. Bundan tashqari teshikni valga moslashdan ko'ra, valni teshikka moslash ancha oson va arzonga tushadi. Shuning uchun ham mashinasozlikda ayrim xollardagina val tizimini ishlatish ma'qulroqdir.

Qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas birikmalarda turli qo'nimlarni tanlashni oldindan hisoblash, eksperimental tadqiqotlar o'tqazish yoki aynan o'xshash, ya'ni ishlash sharoiti ma'lum bo'lgan birikmalarga qiyoslash asosida amalga oshirish mumkin.

Har qanday mashinaning puxtaligi va uzoq muddat ishlashi asosan qanchalik o'tqazishlar to'g'ri tanlanganligiga bog'liqdir. Hozirgi mashinalarga qo'yilgan foydalanish talablari qo'nimlarni noto'g'ri tanlashga yoki tahlil qilmasdan o'xshatish usuli bilan tanlashga yo'l qo'ymaslikni talab qiladi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, ma'qul qo'zg'aluvchanlik darajasidan salgina chetga chiqish mashina va mexanizmining uzoq muddat ishlashiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Asoslanmagan holda yuqori aniqlik darajalaridagi birikmalarni tavsiya etish mashina va mexanizmlarning tannarxini oshirib yuboradi, past darajalaridagi esa ularning ishlash qobiliyatini susaytiradi.

Qo'zg'aluvchan qo'nimlarni tanlash bilan bog'liq hisoblarda, masalan, tsapfaning sirpanish podshipnigi bilan birikmasida o'tqazishlarni hisoblash gidrodinamik ishqalanish nazariyasi asosida amalga oshiriladi va moyli



ishqalanishni ta'minlash uchun zarur tirqishni aniqlash bilan yakunlanadi. Boshqa holatlarda tirqishlar detallarni qarshiliksiz yig'ishni ta'minlash uchun sirtlarning shakl va joylashishidan og'ishlarini kompensatsiyalash sharti bilan hisoblanishi mumkin. Detailarning aniq siljishi zarurligini ta'minlash yoki ularning o'zaro joylashishini o'rnatirish shartlariga asosan ham hisoblash mumkin.

Qo'zg'almas birikmalarga qo'nimlarni tanlash bilan bog'liq hisoblar birikmaning mustahkamligini, birikuvchi detallarning kuchlanishini va deformatsiyasini, hamda presslab o'rnatish va ajratish kuchlarini aniqlashga qaratiladi.

U yoki bu hisoblar natijasida yo'l qo'yilgan eng katta va eng kichik qiymatdagi hisobli tirqishlar $[S_{max}]$, $[S_{min}]$ yoki hisobli tarangliklarni $[N_{max}]$, $[N_{min}]$ olish zarur.

3. Tahlil va natijalar

Tirqishli o'tqazishlar detallarning qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas birikmalarida qo'llaniladi.

Qo'zg'aluvchan birikmalarda tirqish erkin siljishni, moyli qatlamni joylashtirish, harorat deformatsiyasini kompensatsiya qilish, hamda yig'ish xatoligi, sirtlarning shakl va joylashishdan og'ishlarini va boshqa kompensatsiyalar uchun xizmat qiladi.

Moyli ishqalanish sharoitida ishlashi zarur bo'lgan o'ta muhim birikmalar uchun tirqishlar gidrodinamik ishqalanish nazariyasi asosida hisoblanadi. Birikmaning yarim quruq, yarim moyli va quruq ishqalanish sharoitlarda ishlashiga yo'l qo'yilganda, qo'nimlarni tanlash, ilgari ma'lum bo'lgan va yaxshi ishlovchi birikmalarga o'xshashlik asosida tanlash amalga oshiriladi. Bunda birikmaning ishlash sharoiti va parametrlarining aniq xususiyatlarini hisobga olib tuzatishlar kiritish kerak.

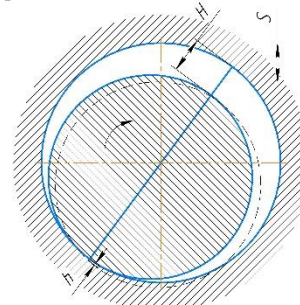
Qo'zg'almas birikmalarda tirqishli o'tqazishlar detallarni (asosan almashinuvchilarni) qarshiliksiz yig'ishni ta'minlash uchun qo'llaniladi. Ularning nisbiy siljimasligi qo'shimcha mahkamlashlar (shponkalar, vintlar, boltlar, shtiftlar va sh-k.) bilan ta'minlanadi. Qo'zg'almas birikmalar uchun qo'nimlarni tanlash shunday bajariladi, eng kichik tirqish birikuvchi sirtlarning shakl va joylashishidan og'ishlarini (agar ular bu sirtlar o'lchamlarining qo'yim maydonlari bilan cheklanmagan bo'lsa) kompensatsiyalashi kerak. Bundan tashqari, agar kerak bo'lsa, eng kichik tirqish yig'ilgan detallarning o'zaro joylashishini sozlash, ularni markazlashtirish va sh-k. uchun ham zahirani o'ziga kiritishi kerak. Avtomatik yig'ish sharoitida o'ta muhim bo'lgan bir detalning ikkinchisiga erkin kirishi uchun zarur bo'lgan zahira ham eng kichik tirqish qiymati ichiga kirishi kerak.

Ish vazifasiga va ishlash sharoitiga qarab birikmadagi chekli tirqishni hisoblashda gidrodinamik moylash nazariyasiga asoslangan har xil usullardan foydalaniladi.

Bunday qo'zg'aluvchan birikmalarda tirqish ishqalanuvchi detallar orasida hosil bo'ladigan gidrodinamik pona paydo bo'lish shartiga asoslangan. Ponani yurgizish qobiyati aylanish chastotasiga, moyning qovushoqligiga, haroratga va qo'yilgan yukka bog'liqdir. Agar val o'q yo'nalishi bo'yicha siljiyidigan bo'lsa, gidrodinamik ponaning hosil bo'lishi bir detailing ikkinchisiga nisbatan siljish tezligiga bog'liq bo'ladi.

Yetarlicha harorat ta'sirida bo'ladigan birikmalarda (porshen va silindr) tirqishni hisoblashda ularni chiziqli kengayish koeffitsienti hisobga olinadi. Masalan, ichki

yonuv dvigateli tirsakli val-ichquyma, porshen -gilza, porshen barmoqchasi - shatun yuqorigi kallagi qistirmasi birikmalari detallarining o'zaro bir - biriga nisbatan siljishi, harorat rejimi, moyni uzatish usuli, ta'sir qilayotgan yukning yo'nalishi bo'yicha bir - biridan farq qiladi. Misol tariqasida mashinasozlikda keng tarqalgan qo'zg'aluvchan birikma, val — sirpanish podshipnigini hisoblash usulini tahlil qilamiz. Tinch holatda ushbu birikmada val o'z og'irligi ta'sirida eng quyi holatda bo'ladi (1.-rasm).



1-rasm. Val — sirpanish podshipnigini birikmasida val holati

$$h = \frac{0.52 \cdot d_n^2 \cdot \omega \cdot \mu}{p} \cdot \frac{l}{d_n + l}$$

Aylanish vaqtida ishqalanish kuchlari ta'sirida val va teshik orasidagi ponasimon bo'shliq orasiga moy ilashadi. Birikmadagi o'lchamlarning aniq munosabatida, aylanish chastotasida, moy qovushoqligi va ponada hosil bo'ladigan bosim ta'sirida val moy ponasiga suyanib xuddi suzayotganday bo'ladi.

Ma'lumki, cheklovchi uzunlikdagi podshipniklardagi h va S qiymatlari orasidagi munosabat quyidagi bog'lanishda ifodalanadi:

bu yerda h - ish holatida val va podshipnik yuzalarining eng ko'p yaqinlashgan joyidagi moy qatlamining qalinligi, m;

S — tinch holatda val va podshipnik orasidagi tirqish, m;

d_n — birikmaning nominal diametri, m;

l — podshipnik uzunligi, m;

ω — burchak tezlik, rad/s;

μ — ish haroratida moylovchi moyning mutloq qovushoqligi, Pa·s;

r — o'rtacha solishtirma bosim, Pa. U podshipnik tsapfasiga ta'sir qilayotgan yuk R orqali aniqlanadi.

$$p = R / (d_n \cdot l)$$

Ma'lumki, muayyan harakatda $hq0,25S$ bo'lsa, unda ishqalanish koeffitsienti eng kichik va bunda issiqlik rejimi eng yaxshi bo'ladi.

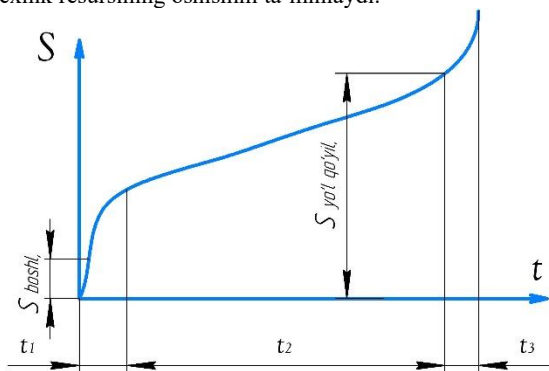
h ning qiymatini yuqoridagi ifodaga qo'ysak, muqobil tirqish qiymatini topamiz

$$S_m = 2 \cdot \sqrt{\frac{0.52 \cdot d_n^2 \cdot \omega \cdot \mu}{p} \cdot \frac{l}{d_n + l}} = 2\sqrt{hs}$$

Qo'zg'aluvchan qo'nimlarni hisoblashda va tanlashda albatta ishlash jarayonida val va teshik yuzalari yeyiladi, natijada tirqish kattalashadi. Qo'zg'aluvchan birikmalarda vaqt bo'yicha tirqishning o'zgarishi 2-rasmda ko'rsatilgan egri chiziqli bilan tavsiflanadi. Boshlang'ich vaqt t_1 — (ishlab moslanish oralig'ida) davomida tirqish g'adir — budirliklarning ezilishi natijasida tez oshib boradi, t_2 oraliqda birikmaning me'yordagi ish vaqti. Bu vaqt oralig'ida tirqishning o'zgarishi sekin bo'lib, u ishlash vaqtiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Oxirgi t_3 oralag'ida tirqish keskin oshib ketishi bilan tavsiflanadi. Bunda



birikmaning me'yorli ishlashi buziladi va undan keyin foydalanish falokatga olib kelishi mumkin. Shuning uchun, birikmada me'yorli foydalanish davrining oxiriga mos kelgan tirqish yo'l qo'yilgan chekka tirqish (S) deb ataladi. Tirqishning bir tekisda oshib borishi va yo'l qo'yilgan chekka tirqishning o'zgarmasligi ta'minlanganda birikmaning uzoq muddat ishlashiga boshlang'ich tirqish qiymatini kamaytirish orqali erishish mumkin. Shuning uchun boshlang'ich tirqish qiymatini val va teshik notekisligi balandliklari qiymatiga kamaytirsak, bu birikma texnik resursining oshishini ta'minlaydi.



2-rasm. Tirqishning vaqt bo'yicha o'sish jarayoni.

Ishqalanib moslashish jarayonida g'adir-budirlik balandliklari boshlang'ich qiymatiga nisbatan 70% kamayadi, uni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$S_R = 1,4(R_{zD} + R_{zd})$$

bu yerda, R_{zD} , R_{zd} - teshik va val sirtlarining g'adir-budirligi.

Undan tashqari ish holatida harorat oshadi, tutashuvchi detallarning chiziqli kengayish koeffitsienti har xil bo'lganligi uchun u boshlang'ich tirqish qiymatiga ta'sir qiladi. Harorat ta'sirida tirqishning o'zgarish qiymati:

$$S_t = (t_m - 20^\circ C)(\alpha_d - \alpha_D) \cdot d_n$$

bu yerda t_m - birikmaning ish harorati;

$\alpha_d - \alpha_D$ - val va tirqish materiallarining chiziqli kengayish koeffitsienti. U holda hisobli tirqish qiymati:

$$S_x = S_m - [1,4 \cdot (R_{zD} + R_{zd}) + S_t]$$

Yig'ish jarayonidagi ko'p birikmalar hisobli tirqish qiymatiga ega bo'lishi uchun, standart tirqish qiymati $S_{ao,n}$ hisobli tirqish qiymatiga S_x yaqin bo'lishi lozim.

O'tqazish tanlashda, birinchi navbatda afzal qo'nimlarni tanlash va bundaval sirpanish podshipnigi uchun tirqish qiymati nolga teng bo'lgan o'tqazish tavsiya qilish mumkin emasligini hisobga olsak, u holda quyidagi shart bajarilishi lozim.

$$S_{cm} \cdot \gamma p_m \leq S_x$$

Tanlangan o'tqazishning eng nomaqbul sharoitda eng yupqa moy qatlamini ta'minlashini hisobga olgan holda tekshirish lozim. Bunda:

$$h \cdot s \geq \frac{h \cdot s}{S_{max}^{ct} + 1,4(R_{zD} + R_{zd}) + S_{i_{min}}}$$

Quriq moysiz ishqalanish bo'lmashligi uchun eng yupqa moy qatlami h_{max} val va teshik sirtlari notekisliklari yig'indisidan katta bo'lishi lozim, Ya'ni:

$$h_{min} > R_{zD} + R_{zd}$$

Agar yuqoridagi ikki shart bajarilsa, tanlangan o'tqazish to'g'ri hisoblangan bo'ladi. Agar ikkinchi shart bajarilmasa, boshqa o'tkazish tanlash lozim va yana tekshirishni takrorlash zarur.

Birikmaning texnik resursiga ta'sir qilmaydigan muhim bo'lmagan va keyinchalik foydalanish jarayonida muqobil

tirqish qiymatini aniqlash uchun tirqishli o'tqazishlar o'xshatish usuli bilan tanlanadi.

Eng kichik tirqish qiymati nol bo'lgan o'tkazishlar - HG/h , 4...12 kвалitetlardan belgilangan. Ular yig'ish, ajratish jarayonining soddaligi, markazlashtirishning yuqori aniqlikda bajarilishi va o'q bo'yicha asta siljishni ta'minlashi bilan ajralib turadi va qayta ajratish va yig'ishga imkon beradi.

Ular imtiyozli ravishda qo'zg'almas birikmalarining tez-tez bo'laklanadigan yoki sozlanadigan rostlovchi mexanizmlarida qo'llaniladi, bunda birikma qo'shimcha mahkamlashlar bilan kuchaytiriladi.

H/h o'tqazishining qo'zg'aluvchi birikmalarda mexanizmlarning ishi vaqtida o'q bo'yab va ko'ndalang yo'nalishda sekin siljishlar va hatto katta bo'lmagan yuklanishda kichik chastotali aylanma harakatga yo'l qo'yiladi. Ularni oraliq o'tqazishlar o'rnida ham qo'llash mumkin. $H7/h6$ o'tqazishlar almashtirib turiladigan tishli g'ildiraklar, friksion va dumalash podshipnigi tashqi xalqasi qo'yiladigan korpus va stakan teshiklarida ishlatiladi. $H8/h8$, $H8/h9$, $H9/h8$, $H9/h9$ o'tqazishlar markazlashtirishga yuqori talab qo'yilmagan va yig'ish, ajratish jarayonini yengillashtirish uchun, masalan, vallarga shkiylarni, muftalami, tishli g'ildiraklarni o'rnatishda foydalanilib, uncha katta bo'lmagan yuklarda ishlashga mo'ljallangan.

Kafolatlangan kichik tirqishli o'tqazishlar - H/g , G/h - aniq joylashishni, siljishning aniq va sokin bo'lishini, birikmaning germetikligini ta'minlaydi. Ular o'ta aniq qo'zg'aluvchan va harakat yo'nalishi o'zgaruvchi birikmalarda, kam yuklanishli va juda kam qiziydigan sirpanish podshipniklarining o'ta aniq mexanizmlarida qo'llaniladi. Masalan, $H7/g6$, $G7/h6$ o'tqazishlar uzatmalar qutisining siljuvchi sistemalarini aniq harakatlanuvchi juftliklarga o'rnatish uchun qo'llaniladi.

Kafolatlangan mo'tadil tirqishli o'tqazishlar - H/e , F/h . bu o'tqazishlarda hosil bo'luvchi tirqishlar sirpanuvchi podshipniklarning engil va o'rnatish rejimlarida yarim suyuqli va suyuqli moylashni ta'minlaydi. Ular markazlashtirish va siljishga nisbatan yuqori talablar qo'yilmaganda ishlatiladi. Ular bo'laklash va yig'ishni yengillashtiradi.

$H7/h7$, $H8/h6$ o'tqazishlari yaxshi moylash sharoitini ta'minlaydi. Ular ilgari lama siljishga ega bo'lgan yengil va o'rta mashinalar va birikmalarining sirpanish podshipniklarida, masalan, uzatmalar qutisining podshipniklari, tishli g'ildirak va shkiylarning erkin aylanuvchi vtulkalari, yarim muftalarning vallar bilan qo'zg'aluvchi birikmalarida ishlatiladi.

$H8/h8$, $P8/h8$, $H8/h9$, $H9/h9$, $F9/h8$, $F8/h9$ - o'tqazishlar birmuncha yuqori aylanish chastotasida ishlovchi ikki tayanchli vallaming, hamda katta, og'ir yuklanishli mashinalar, keng, oralari uzoq tayanchli vallaming sirpanish podshipniklarida ishlatiladi. Bundan tashqari, uzun sirpanish podshipniklarida, yuqori aniqlikda markazlashtirish talab etilmaydigan erkin aylanuvchi tishli g'ildirak va boshqa detallarning tayanch podshipniklarida ham ishlatiladi.

Kafolatlangan kattaroq tirqishli o'tqazishlar - H/e , E/h lar H/f o'tqazishiga qaraganda 2 marta katta tirqishlarga egadir. Ular yuqori ishlash rejimlarida (ancha katta yuklanish, yuqori aylanish tezligi) erkin aylanishni ta'minlaydi. Bu qo'nimlarni siljirilgan tayanchlarning sirpanish podshipniklarida, ko'p tayanchli vallar yoki katta uzunlikdagi vallarda qo'llashadi. $H6/e7$, $H7/e7$, $E8/h6$



o'tqazishlari yuqori aniqlikdagi va uzoq muddatli ishlovchi suyuq moylanuvchi podshipniklarda ishlatiladi.

H7/e8, H8/e8, H9/h8, E8/h8, E8/h7 - bu yuqori va me'yoriy aniqlikdagi o'tqazishlar ko'pincha katta o'lchamlariga (uzunlikka) ega bo'lgan yoki keng oraliqda joylashtirilgan, katta tezlikda va kichik bosimlarda ishlovchi suyuqlik moylash podshipniklarida ishlatiladi.

H8/e9, H9/e9, E9/h9 (pasaytirilgan aniqlik o'tqazishlar) talab uncha yuqori bo'lmagan sirpanish podshipniklarida, qo'zg'almas birikmalarda (agar kafolatli tirqishni kattalashtirish kerak bo'lsa) ishlatiladi.

Kafolatlangan katta tirqishli o'tqazishlar - H7/d, D/h birikuvchi sirtlarning joylashishdan ancha katta og'ishlarini, hamda harorat deformatsiyasini kompensatsiyalashtiradi, erkin siljishni, detallarni sozlash va yig'ishni ta'minlaydi. H7/d8, H8/d8, D8/h6, D8/h7 o'tqazishlari asosan og'ir rejimlarda va katta darajada qizib ishlaydigan aniq qo'zg'aluvchan birikmalarda ishlatiladi, masalan, turbinalarning sirpanish podshipniklari, tez yuruvchi erkin shkiivli va tishli g'ildiraklar tayanchlari, tayanchlari keng siljirilgan podshipniklarda.

H8/d9, H9/d9, H8/d10, H9/d10, D9/h8, D9/h9, D10/h9 - o'tqazishlari ishida yuqori aniqlik talab etilmaydigan birikmalarda ishlatiladi. O'tqazishlarda d9 qo'yim maydoniga ega bo'lgan valga imtiyozlik beriladi.

H11/d11, D11/h11-siljish va markazlashtirishda yuqori aniqlik talab etilmaydigan birikmalarga mo'ljallangan. Kafolatli tirqish birikuvchi sirtlarning joylashishdan og'ishlarini, o'lchamlar himoyalovchi qoplamalarining surtilishidan o'zgarishini kompensatsiyalashga imkon beradi. Bundan tashqari, birikuvchi detallarni changli va ifloslangan sharoitda siljitishni ta'minlaydi. Ular to'g'ri chiziqli harakatlanishga yo'naltiruvchi qo'pol ishlangan tortmalar sharnirlari va past aniqlikdagi siljish richaglarida, korpuslar bilan podshipnik qopqoqlari birikmasida, tirgak vtulkalarni, vallar tayanchini o'rnatishda, hamda qo'pol va sekin harakatlanuvchi mexanizmlar vallarida, erkin o'tiruvchi shesternalar, shkiivlar, muftalarda qo'llaniladi.

Kafolatli yirik tirqishli o'tqazishlar H/a, H/c, A/h, B/h, C/h asosan past aniqlikdagi konstruksiyalarda, qo'pol kvalitetlarda (11 va 12) ishlatiladi. Birikuvchi sirtlarning joylashishida katta og'ishlarni yoki ishlash sharoitida detallar o'lchamlarining sezilarli o'zgarishini katta tirqishlar orqali kompensatsiyalash kerak bo'lganda bu o'tqazishlar qo'llaniladi. Chang va ifloslangan sharoitda ishlovchi qishloq xo'jaligi mashinalari birikmalari xuddi shunday sharoitda ishlaydi.

H11/c11, H11/a11, C11/h11, B11/h11 H11/a11, A11/h11 flyanesli birikmalarda, past aniqlikdagi sharnirlarning kavsharlanuvchi birikmalarida, H12/a12,

A12/h12 esa kichik aniqlikdagi sharnirlarda qo'llaniladi. Bu guruh o'tqazishlarini imkoniyatga qarab H11/d11 o'tqazishi bilan almashtirish kerak.

Shuni aytish lozimki, GOST 25347-82 da amaliyotda qo'llash uchun xuddi xalqaro tizim ISO dagi singari asosiy og'ishlar (harflar) bilan kvalitetlarning (raqamlar) har qanday birikmalarini olish mumkin, ammo bu nazariy holat hisoblanadi va 28 asosiy og'ish bilan 19 kvalitet birikma bilan vallar uchun 517 qo'yim maydoni va teshiklar uchun 516 (hamma intervallar uchun asosiy og'ishlar o'rnatilmaydi) hosil qilish mumkin. Bunday ulkan to'plamni qo'llash iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas, hamda texnik jihatdan ularga ehtiyoj yo'q. Shuning uchun, GOST 25347-82 da 72 qo'yim maydonlari teshiklar uchun va 80 qo'yim maydonlari vallar uchun ajratilgan.

Bu asosiy to'plamdan tashqari GOST 25347-82 ilovasida yana qo'shimcha to'plam vallar uchun 34 qo'yim maydoni va 32 qo'yim maydoni teshiklar uchun keltirilgan. Amalda qo'yimlar maydonlaridan juda kichik to'plamini qo'llash bilan cheklaniladi, ba'zilar juda kam qo'llaniladi. Shuning uchun, GOST 25347-82 ga yana cheklangan tavsiyalar kiritilgan va u imtiyozli Qo'yim maydonlari deyiladi. Bu to'plamda (1-jadval) teshiklar uchun 10 qo'yim maydoni va vallar uchun 16 qo'yimlar maydoni hamda 17 ta kvalitetlar bo'yicha qo'nim maydonlar belgilab qo'yilgan (2-jadval)

1-jadval

Imtiyozli qo'yimlar maydonlari

Kvalitet	Val qo'yim maydonlari	Teshiklarning qo'yim maydonlari
6	gb; h6; js6;	—
7	f 7; h 7	H7; Js7; K7; N7; P7
8	e 8; h 8	F 8; H 8
9	d 9; h 9	E 9; H 9
11	d 11; h 11	H 11

Kvalitet (aniqlik klassi) — bu hamma nominal o'lchamlar uchun to'g'ri keluvchi bir xil aniqlik darajasidagi qo'yimlar yig'indisi (majmuasi) dir.

ISO da 19 kvalitet mo'ljallangan bo'lib, ular tartib raqamiga ega. Tartib raqami oshishi bilan qo'yim qiymati ham oshadi 01, 0, 1, 2,3,...17. Qisqartirilgan holda kvalitet rf' bilan belgilanadi (**internachional Tolerans** - xalqaro qo'yim) va yoniga kvalitetning tartib raqami qo'yiladi. Masalan, fT8 8 kvalitet bo'yicha qo'yim ekanligi bildiradi.

ISO da fT6va undan qo'pollari uchun qo'yim birligi koeffitsienti 1,6 maxraj bilan geometrik progressiya bo'yicha o'zgaradi, ya'ni bir kvalitetdan boshqasiga o'tganda qo'yim 60% ga oshadi (2-jadval).

2-jadval

Kvalitetlar bo'yicha qo'yim miqdorlari

Kvalitetlar	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Qo'yim miqdori	li	Wi	№	25i	40i	64i	W0i	160i	250i	400i	640i	L000i	1600i

Ma'lumki, qo'yim maydoni qo'yim miqdori va nominal o'lchamga nisbatan joylashishi (nol chizig'iga nisbatan to'g'ri to'rtburchak joylashishining grafik holda ko'rsatilishi) bilan karakterlanadi. Yuqorida qo'yim miqdori qanday aniqlanishini ko'rdik, endi esa nol chizig'iga nisbatan qo'yim maydonining joylashishi qanday me'yorlanishini aniqlashimiz kerak.

4. Xulosa

ISO da qo'yim maydonining nominal o'lchamga nisbatan joylashishi asosiy og'ishlar miqdorini me'yorlash bilan amalga oshiriladi.

Tadqiqotlar ham nazariy, ham amaliy jihatlarida olib borildi, bu sabab o'zaro almashinuvchanlik sohasiga bag'ishlangan iboralarni tartibga solish imkonini beradi.



1. Aniqlanishicha, uzoq va yaqin xorij olimlarining foydalanayotgan adabiy manbalarining umumiylikiga qaramay, bir-birini almashtirib bo'lmaydigan iboralar juda ko'p bo'lib, ular oliy o'quv yurtlari talabalari va ishlab chiqarish yetakchi mutaxassislari o'rtasida chalkashliklarga sabab bo'lmoqda.

2. Aniqlanishicha, o'quv jarayonida qo'llaniladigan o'quv, uslubiy va ilmiy-texnikaviy me'yoriy ishlarda o'zaro almashinuvchanlik ancha ko'p uchraydi, ba'zan qabul qilib bo'lmaydigan iboralar "quyim" va "qo'nim" asosiy iboralari haqida noto'g'ri tushunchaga olib keladi.

3. Tadqiqotlar "teshik" va "val" texnik tizimining turiga qarab, quyim va qo'nim usuli va vositalarini tanlashga tizimli yondashuv asosida amalga oshirildi. Uslubiy qo'llanmalarining mavjudligi detallar va uzellarning birlashma turiga va muftalarning texnologik xususiyatlarining mohiyatiga qarab quyim va qo'nimlarni ifodalash bo'yicha eng tartibli ko'rsatilgan.

4. Yangi kompozitsion polimer materiallar va qoplamalar yordamida qismlar va yig'malarning ekspluatatsion ishonchligini bashorat qilish bo'yicha tadqiqotlarni rivojlantirishning istiqbolli jihatlari taklif etiladi.

5. Yangi kompozitsion polimer materiallar va qoplamalar yordamida detallar va uzellarning ekspluatatsion ishonchligini tahmin qilish bo'yicha tadqiqotlarni rivojlantirishning istiqbolli jihatlari taklif etiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] M.U.To'rayev, A.X.Yo'ldashev, A.Djumabayev va bosh. Standartlashtirish asoslari. O'quv qo'llanma. T.: "Barkamol fayz media". 2017. 303 b.

[2] U.X.Shaozimova. Metrologiya, standartlashtirish va o'zaro almashinuvchanlik. T.: Darslik. "Fan texnologiya". 2019. 203 b.

[3] K.K. Nuriyev. O'zaro almashinuvchanlik, metrologiya va standartlashtirish. O'zbekiston Yozuvchilar uyushmasi. Adabiyot jamg'armasi nashriyoti. Toshkent 2005 – 312b

[4] Fayziev R.R. "O'zaro almashinuvchanlik, standartlashtirish, texnikaviy o'lchovlar va sertifikatlashtirish". Darslik.-T.: "Fan va texnologiya", 2017.

[5] Допуски и посадки. Справочник в 2-х ч. под ред. В.Д.Мягкова 6-е изд. Л.: Машиностроение 1986 г.

[6] O'z DSt 1.14:1998 GCC Uz. Порядок внедрения нормативных документов.

[7] O'z DSt 1.10:1998 GCC Uz. Основные термины и определения.

[8] ГОСТ 1.0-92. Правила проведения работ по межгосударственной стандартизации. Общие положения

[9] O'z DSt 1.7:1998 GCC Uz. Порядок разработки, согласования, утверждения и регистрации технических описаний и образцов(эталонов).

[10] O'z DSt 15:1999 GCC Uz. Определение уровня и вида нормативного документа на продукции.

[11] O'z DSt 1.4:1998 GCC Uz. Порядок обеспечения нормативными документами.

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

Shaozimova Umida	Toshkent davlat texnika universiteti
Xasanovna/Umida	"Mashinasozlik texnologiyasi" kafedrası dotsenti.
Shaozimova	E-mail: shaozimovau@gmail.com
	Tel.: +998909070136
	https://orcid.org/0009-0002-9753-7308

Ibadullayev Axmadjon	Toshkent davlat transport universiteti
Sobirovich/Akhmadjon	"Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası professori.
Ibadullayev	t.f.d., professor
	E-mail: ibadullaev1957@bk.ru
	Tel.: +998946151737
	https://orcid.org/0000-0002-8089-2592

Djumabayev Alijon	Toshkent davlat transport universiteti
Bakishovich/Alijon	"Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrası professori.
Djumabayev	t.f.d., professor
	E-mail: nafasovq@mail.ru
	Tel.: +998909005677

Raxmatov Erkin Abdihafizovich/Erkin Rakhmatov	Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, O'quv ishlari bo'yicha prorektor. t.f.d., dotsent.
	E-mail: erkinraxmatov@rambler.ru
	Tel.: +998906775444
	https://orcid.org/0000-0003-3113-1962

Ziyamuxamedov Javoxirbek Ulug'bekovich/Javokhirbek Ziyamukhamedov	Iqtisodiyot va pedagogika universiteti, Dekan muovini. t.f.f.d.
	E-mail: Ulugbekovich0510@gmail.com
	Tel.: +998995202129
	https://orcid.org/0009-0002-1362-7892



Mathematical model for studying the danger zone of train approach on sections of the roads of JSC "Uzbekistan Railways"

R.M. Aliev¹^a, M.M. Aliev¹^b, G.D. Talipova¹^c, M.M. Yuldasheva¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The safety of train traffic depends on the reliable operation of intermediate train control systems, the basis of which is the rail circuits as a sensor of information about the location of trains. Currently, the railway networks of many countries of the world are switching to continuous rail circuits of the tonal type with potential receivers, but with all their advantages, these rail circuits have disadvantages, which are that when a train approaches the rail circuit at a certain distance, it begins to short-circuit it and the prohibitory light turns on when the traffic light passes, that is, such rail circuits have additional short-circuit zones when the train approaches and leaves the rail circuit. To eliminate this drawback, it was proposed to use current receivers that accurately record the entry of the train into the controlled rail circuit. However, in such track circuits, a situation may arise where there may be two trains at the relay end of the track circuit, then the first train may not short-circuit the receiver and the track circuit will appear falsely empty. In this article, a mathematical model has been developed and studies have been conducted for different frequencies of the tonal track circuit to determine the critical zone of convergence of two trains at the relay end of the track circuit. A solution scheme for this problem is also proposed, which completely eliminates the above-mentioned effect.

Keywords:

potential path receiver, current path receiver, standard shunt sensitivity criterion, critical zone of sensitivity

AJ "O'zbekiston temir yo'llari" yo'llarning uchastkalarida poyezdlar yaqinlashishning xavfli zonasini tadqiqotning matematik modeli

Aliev R.M.¹^a, Aliev M.M.¹^b, Talipova G.D.¹^c, Yuldasheva M.M.¹

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Poyezdlar harakati xavfsizligi poyezdlar harakatini oraliq nazorat qilish tizimlarining ishonchli ishlashiga bog'liq bo'lib, ularning asosi poyezdlarning joylashuvi haqidagi ma'lumot datchik sifatida rels zanjirlar hisoblanadi. Hozirgi vaqtda dunyoning ko'plab davlatlarining temir yo'l tarmog'i potentsial qabul qiluvchilar bilan tonal tipidagi uzluksiz rels zanjirlariga o'tmoqda, ammo ularning ko'pgina afzalliklari bilan bu rels zanjirlarining kamchiliklari bor, ular ma'lum masofada poezdning rels zanjiriga yaqinlashganda, uni qisqa tutashuvi boshlaydi va svetoforming o'tishida taqiqlovchi chiroq yonadi, ya'ni, bunday rels zanjirlar poezd yaqinlashganda va rels zanjirdan chiqib ketganda qo'shimcha qisqa tutashuvi zonalarga ega. Ushbu kamchilikni bartaraf etish uchun poezdning boshqariladigan rels zanjiriga kirishini aniq qayd etadigan tok qabul qiluvchilardan foydalanish taklif qilindi. Ammo bunday yo'l zanjirlarida shunday vaziyat yuzaga kelishi mumkinki, rels zanjirining rele uchida ikkita poyezd bo'lishi mumkin, keyin birinchi poezd qabul qilgichni qisqa tutashuv qilmasligi mumkin va rels zanjir noto'g'ri bo'sh ko'rinadi. Ushbu maqolada rels zanjirining rele uchida ikkita poezd yaqinlashishning kritik zonasini aniqlash uchun tonal rels zanjirining turli chastotalari uchun matematik model ishlab chiqilgan va tadqiqotlar olib borilgan. Ushbu muammoni hal qilish sxemasi ham taklif etiladi, bu yuqorida aytib o'tilgan ta'sirni butunlay yo'q qiladi.

Kalit so'zlar:

potentsial yo'l qabul qiluvchisi, oqim yo'l qabul qiluvchisi, standart shuntga sezgirlik mezon, sezgirlikning tanqidiy zonasi

1. Kirish

Hozirgi vaqtda temir yo'l tarmog'ida potentsial qabul qiluvchilar bilan izolyatsiyalovchi birikmalarsiz ohangli rels zanjirlari keng qo'llaniladi [1-5]. Biroq, bunday sxemalarda izolyatsion bo'g'inlar yo'qligi sababli, poyezd rels zanjiriga

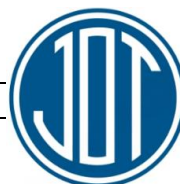
yaqinlashganda ham, undan chiqib ketganda ham, rels zanjirining aniq chegarasi yo'q [6-8].

Ushbu kamchilikni bartaraf etish uchun oqim qabul qilgichlari bilan tonalli rels zanjirdan foydalanish taklif etiladi, bu poezd rels zanjiriga yaqinlashganda ularning qisqa tutashuvini va svetoforming bloklanishini butunlay yo'q qiladi [9-11].

^a <https://orcid.org/0000-0002-0165-3789>

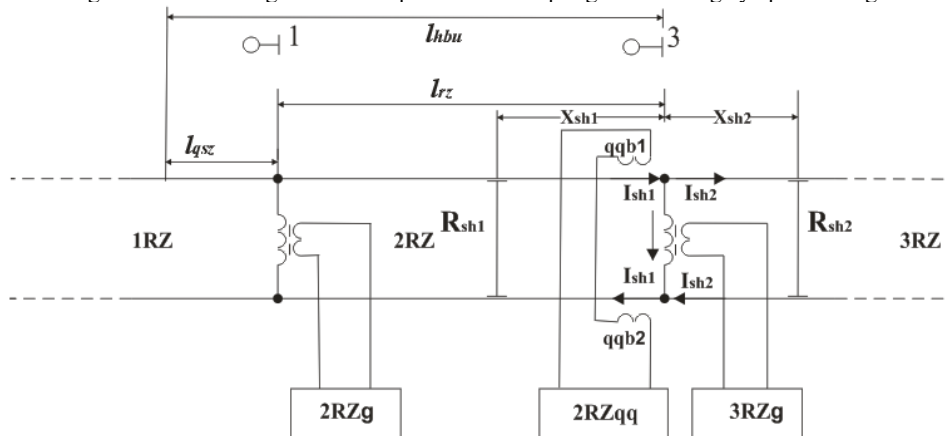
^b <https://orcid.org/0000-0002-7676-1127>

^c <https://orcid.org/0009-0001-1567-1822>



Shu bilan birga, tok yo'l qabul qilgich bilan izolyatsiyalash bo'g'inlari bo'lmagan boshqaruv

datchiklarining shunt ta'siri ikkinchi poyezdning ishg'ol qilingan uchastkaga yaqinlashishiga ta'sir qiladi (1-rasm).



1 – rasm. Tok qabul qilgich yaqinida ikkita poyezd borligida tok qabul qilgich bilan boshqaruv datchik sxemasi

Ushbu rasmda quyidagilar ko'rsatilgan:

1RZ, 2RZ, 3RZ - temir yo'l liniyasi blok uchastkalarining mos ravishda 1, 2 va 3-rels zanjirlari.

Maqolada asosan ikkinchi 2RZ rels zanjir ko'rib chiqiladi, u quyidagilardan iborat:

2RZq - rels zanjirining signal tokning chastota generatori;

2RZqq - signal tokni qabul qiluvchi;

qqb1 va qqb2 signal tokni qabul qiluvchi bobinalar;

3RZq - uchinchi rels zanjirining signal tokning chastota generatori;

Rsh1 - birinchi poyezd shunti;

Rsh2 - ikkinchi poyezdning shunti.

Bunday vaziyatda birinchi poyezdning shunt ta'siri tok yo'l qabul qilgichdan birinchi poyezdning xsh1 va ikkinchi poyezdning xsh2 masofasining qisqarishi, birinchi poyezdning shunt qarshiligining oshishi va ikkinchi poyezdning shunt qarshiligining kamayishi bilan kamayadi.

Ikki poyezd tok yo'l qabul qilgich yaqinida joylashganida, boshqaruv datchikning shunt sezgirligi deyarli nolga teng bo'ladi.

Bunday holda, boshqaruv datchikning bandligini nazorat qilish yo'qoladi va poyezdning dumi yo'l signalining qizil chirog'i bilan himoyalannmaydi, bu poyezdlarning harakati uchun xavflidir. Shunday qilib, tok yo'l qabul qilgich bilan boshqaruv datchikning shunt rejimining eng yomon shartlari $R_{sh2} = 0$ qarshiligi bilan qo'shni uchastkaning oxirida ikkinchi poyezd shuntining mavjudligini o'z ichiga oladi.

Qabul qiluvchi yo'l bobinlarining xsh1 ulanish nuqtasidagi nazorat datchikning bo'limi, ikkinchi poyezd ushbu bobinlarga yaqinlashganda ($x_{sh2} = 0$ va $R_{sh2} = 0$) standart shunt sezgirligi ta'minlanmaydi, xavfli zona yoki standart shuntga befarqlik zonasi L_{znsh} deyiladi.

Maqolada ushbu kamchilikni rels zanjirining rele uchida – tok va potentsial qabul qiluvchilar bilan ikkita qabul qiluvchidan foydalanish orqali bartaraf etadigan usul taklif etiladi va poyezd shuntiga befarqlikning tanqidiy zonasi uchun usullar taqdim etiladi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

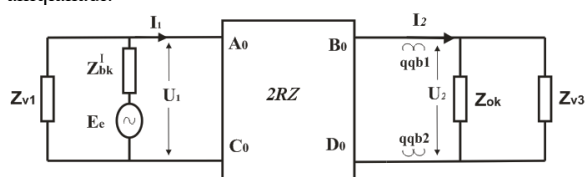
Befarqlik zonasining uzunligini hisoblash sezuvchanlik mezonining tok qabul qilgich bilan uzluksiz rels zanjirining standart shuntiga tenglamasi bilan aniqlanishi mumkin:

$$K_{nsh} = \frac{Z_{sha}}{NZ_{ath}} \geq 1, \quad (1)$$

bu erda

- Z_{sha} - qo'llaniladigan shunt bilan shunt sezgirligini aniqlash uchun qabul qilingan rels zanjir xususiyatlariga ega uzatish qarshiligi;
- Z_{ath} - poyezd bo'lmaganda, rels zanjirining uzatish qarshiligi;
- $N = \frac{K_3 U_{max}}{K_8 U_{min}}$ - apparat koeffitsienti;

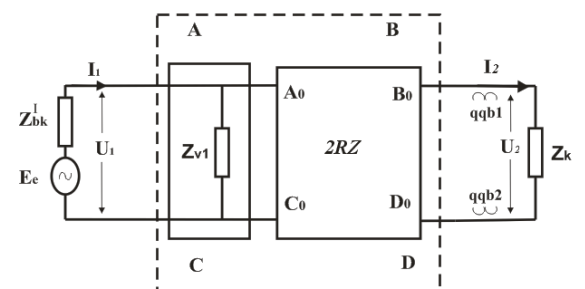
Z_{ath} tok qabul qilgichi bilan uzluksiz rels zanjirining uzatish qarshiligi 2-rasmdagi ekvivalent sxema yordamida rels zanjirida harakatlanuvchi birliklar bo'lmaganda aniqlanadi:



2 – rasm. Uzluksiz rels zanjirining harakatlanuvchi birlik bo'lmaganda o'zgartiruvchi sxemasi

Ushbu ekvivalent sxemada qo'shni rels zanjirlari 1RZ va 3RZ to'lqin qarshiliklari Z_{v1} va Z_{v3} sifatida ifodalanadi.

Me'yotiy rejimda uzatish Z_{ath} ning qarshiligini aniqlash uchun 2-rasmdagi sxemani quyidagicha ifodalaymiz: 3-rasm.



3 – rasm. O'zgartiruvchi sxemasi

Qayerda

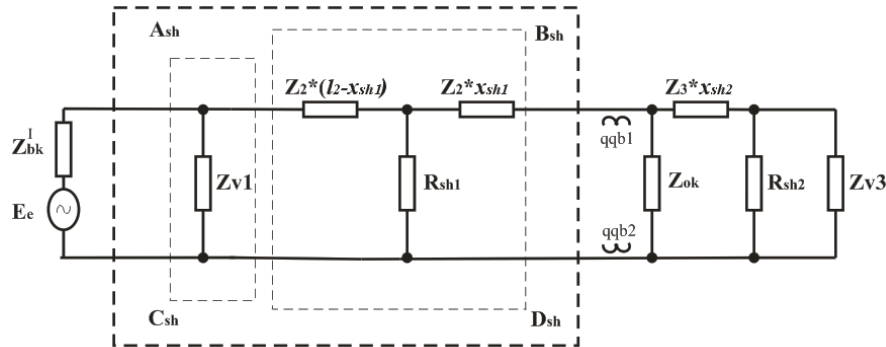
$$Z_k = \frac{Z_{ok} * Z_{v3}}{Z_{ok} + Z_{v3}}$$

$$A_0 = ch\gamma_2 l_2; B_0 = Z_{v2} sh\gamma_2 l_2; C_0 =$$

$$\frac{1}{Z_{v2}} sh\gamma_2 l_2; D_0 = ch\gamma_2 l_2.$$

$$Z_{ath} = Z_k * A + B + Z_{bk}^l (Z_k * C + D); \quad (2)$$

$$Z_{ath} = Z_k * ch\gamma_2 l_2 + Z_{v2} sh\gamma_2 l_2 + Z_{bk}^l (Z_k * \left(\frac{ch\gamma_2 l_2}{Z_{v1}} + \frac{1}{Z_{v2}} sh\gamma_2 l_2 \right) + \rightarrow + \frac{Z_{v2} sh\gamma_2 l_2}{Z_{v1}} + ch\gamma_2 l_2), \quad (3)$$



4 – rasm. O'tish qarshiligining o'zgartiruvchi sxemasi

Qayerda

$$Z_{sha} = \left(Z_3 x_{sh2} + \frac{Z_{v3} * R_{sh2}}{Z_{v3} + R_{sh2}} \right) A_{sh} + B_{sh} + Z_{bk}^l * \rightarrow \left(\left(Z_3 x_{sh2} + \frac{Z_{v3} * R_{sh2}}{Z_{v3} + R_{sh2}} \right) C_{sh} + D_{sh} \right). \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} A_{sh} & B_{sh} \\ C_{sh} & D_{sh} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z_{v1}} & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 + \frac{Z_2 * (l_2 - x_{sh1})}{R_{sh1}} & Z_2 l_2 + \frac{Z_2^2 (l_2 - x_{sh1}) * x_{sh1}}{R_{sh1}} \\ \frac{1}{R_{sh1}} & 1 + \frac{Z_2 x_{sh2}}{R_{sh1}} \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$A_{sh} = 1 + \frac{Z_2 * (l_2 - x_{sh1})}{R_{sh1}}; \quad B_{sh} = Z_2 l_2 + \frac{Z_2^2 (l_2 - x_{sh1}) * x_{sh1}}{R_{sh1}}; \quad (6)$$

$$C_{sh} = \frac{1}{Z_{v1}} * \left(1 + \frac{Z_2 * (l_2 - x_{sh1})}{R_{sh1}} \right) + \frac{1}{R_{sh1}}; \quad (7)$$

$$D_{sh} = \frac{1}{Z_{v1}} * \left(Z_2 l_2 + \frac{Z_2^2 (l_2 - x_{sh1}) * x_{sh1}}{R_{sh1}} \right) + 1 + \frac{Z_2 x_{sh2}}{R_{sh1}}. \quad (8)$$

Ikki poyezdning kritik yaqinlashuv zonasi uchun eng yomon shartlar ikkinchi poyezd yo'l zanjirining qabul qilish uchida $x_{sh2}=0$ va $R_{sh2}=0$ bo'lsa, (3) tenglamani quyidagicha ifodalash mumkin:

$$Z_{sha} = Z_2 l_2 + \frac{Z_2^2 (l_2 - x_{sh1}) * x_{sh1}}{R_{sh1}} + Z_{bk}^l * \left(1 + \frac{Z_2 x_{sh1}}{R_{sh1}} \right). \quad (9)$$

Ushbu o'zgarishlarni hisobga olgan holda, tok yo'l qabul qiluvchisi bilan uzluksiz yo'l zanjirining standart shuntiga sezgirlik mezonini quyidagi shaklga ega bo'ladi:

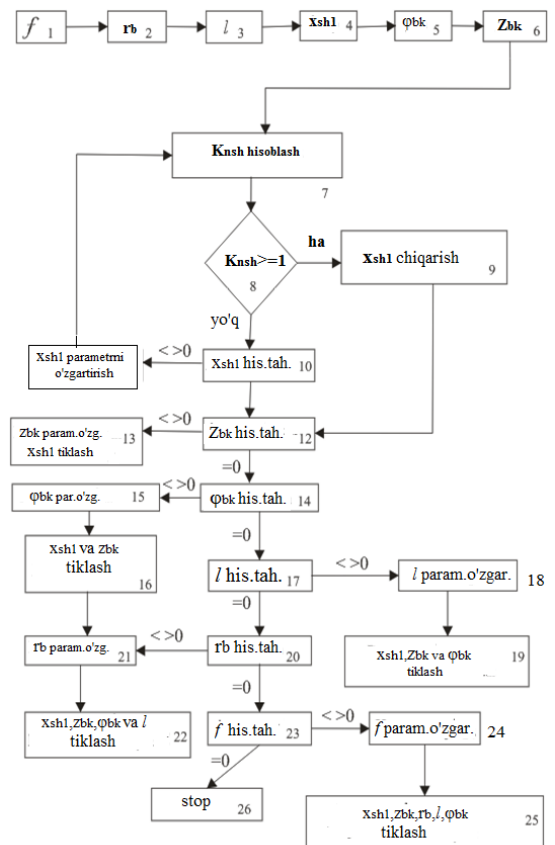
$$K_{nsh} = \frac{Z_2 l_2 + \frac{Z_2^2 (l_2 - x_{sh1}) * x_{sh1}}{R_{sh1}} + Z_{bk}^l * \left(1 + \frac{Z_2 x_{sh1}}{R_{sh1}} \right)}{N \left(Z_k * ch\gamma_2 l_2 + Z_{v2} sh\gamma_2 l_2 + Z_{bk}^l \left(Z_k * \left(\frac{ch\gamma_2 l_2}{Z_{v1}} + \frac{1}{Z_{v2}} sh\gamma_2 l_2 \right) + \frac{Z_{v2} sh\gamma_2 l_2}{Z_{v1}} + ch\gamma_2 l_2 \right) \right)} \geq 1 \quad (10)$$

Yuqoridagi tenglamalar asosida ikkita poyezdning yaqinlashishning kritik zonasini aniqlash algoritmi va dasturi ishlab chiqildi (4-rasm) va hisoblangan grafiklari 5 - 6-rasmda ko'rsatilgan.

Ikki poyezdning tok yo'l qabul qilgichi bo'ylab yaqinlashishning kritik zonasini hisoblash signal oqimi chastotalarining turli qiymatlari, balastning o'ziga xos qarshiligi, modullar va boshqaruv datchiklarining uchlaridagi qarshilik argumentlari uchun amalga oshirildi. Nazorat datchukning ikkita poyezdning kritik yaqinlashuv zonasi uzunligining optimal qiymatlarini izlash (9) tenglama yordamida normal va shunt ish rejimlarini ta'minlash sharti bilan amalga oshiriladi. Ikki poyezdning yaqinlashish kritik zonasining uzunligini aniqlashda kompyuterga quyidagi dastlabki ma'lumotlar kiritiladi: signal chastotalari f , nazorat

Qo'yilgan shunt bilan shunt sezgirligini aniqlash uchun qabul qilingan rels zanjirining xarakteristiklari bo'lgan tok qabul qilgichli rels zanjirining uzatish qarshiligini quyidagi ekvivalent sxema yordamida aniqlash mumkin, 4-rasm.

datchik uchlaridagi Z_{bk} qarshilik moduli va argumenti, r_i , l_i ning barcha mumkin bo'lgan qiymatlari.



5 – rasm. Danchik ishini blok-sxemasi

Optimal qiymatni izlash jarayonida $1 \div 6$ operatorlari kontaktlarni hosil qiladi va ularni K_{nshd} standart shuntiga sezgirlik mezonini topishni va bu mezonni $K_{nsh} \geq 1$ ifodasi bo'yicha nazorat datchikining shuntlash bilan solishtirishni tashkil qilish uchun ularni sikl hisoblagichlariga yuboradi.

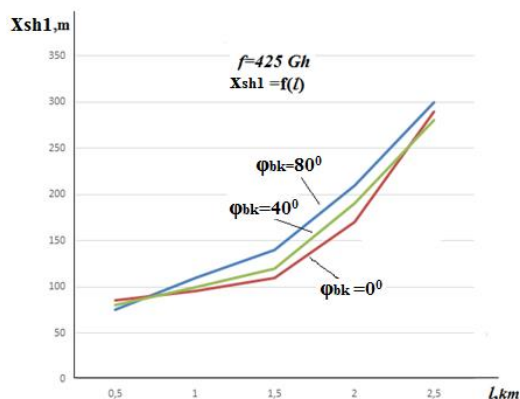
Agar sezgirlik mezonini bittadan kichik bo'lsa, u holda l_{dshu} parametri bo'yicha sikl hisoblagichi tarkibini bittaga, x_{sh1} parametrini esa qadamining qiymatiga o'zgartiradigan $10 \div 11$ operatorlariga o'tkaziladi. Agar sezgirlik mezonini birga teng yoki undan katta bo'lsa, boshqaruv l_{dshu}



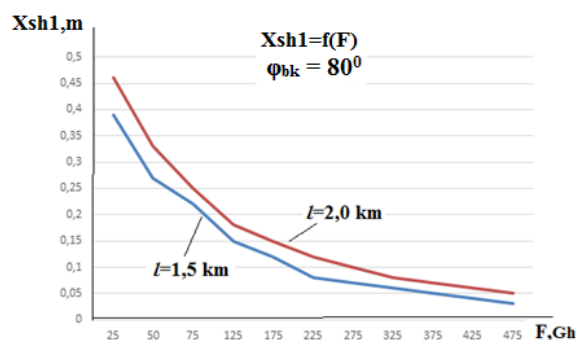
qiymatlarini chop etadi va boshqaruvni variantlarning blok diagrammasini ifodalovchi $12 \div 25$ ga o'tkazadigan 9-operatorga o'tkaziladi. Ularning har biri ma'lum bir parametrlar uchun tsikl hisoblagichining tarkibini bittaga o'zgartiradi, uni nolga tahlil qiladi va agar tsikl hisoblagichining tarkibi nolga teng bo'lmasa, bu parametrlarni qadamining qiymatiga o'zgartiradi va keyingi parametrlarning dastlabki ma'lumotlarini tiklash uchun boshqaruvni uzatadi. Agar hisoblagichlarning tarkibi nolga teng bo'lsa, u holda boshqaruv keyingi parametrlar bo'yicha tsiklni tashkil qiluvchi operatorlarga o'tkaziladi. Barcha kombinatsiyalarni sinab ko'rgandan so'ng, kompyuter tugatish belgisini chop etadi va to'xtaydi.

3. Natijalar va muhokama

Yuqoridagi algoritimga muvofiq, poyezdlar yaqinlashishining kritik zonasi uchun rels zanjirining qabul qiluvchi uchida dastur ishlab chiqildi va hisob-kitoblarni amalga oshirildi. Hisoblash natijalari 6-7-rasmlarda keltirilgan.



6 – rasm. Signal tok chastotasi 425 Gts bo'lgan poyezdlarning tok yo'l qabul qilgichga yaqinlashish kritik masofasining bog'liqligi grafiklari, $Z_{bk}=0,2$ ohm zanjirning uchlardagi kirish qarshilik modullari va ularning ϕ_{bk} argumentlari.



7 – rasm. Signal tok chastotasi 425 Gts bo'lgan poyezdlarning tok yo'l qabul qilgichga yaqinlashish kritik masofasining bog'liqligi grafiklari, zanjirning uchlardagi kirish qarshilik modullari Z'_{bk} va $Z_{ok}=0,2$ ohm va argumentlar $\phi_{bk} = 80^\circ$.

4. Xulosa

6-7-rasmda keltirilgan hisob-kitoblarni tahlil qilishdan shunday xulosaga kelish mumkinki, yaqinlashib kelayotgan poyezdlarning kritik masofalari keng miqyosda o'zgarishi va ko'pgina parametrlarga bog'liq bo'lishi, shuningdek, poyezdlarning tormozlanish masofasidan sezilarli darajada kichik masofaga ega bo'lishi, bu esa favqulodda vaziyatlarga olib kelishi mumkin. Bu rels zanjirining aniq chegarasini belgilash va svetoforlarni o'rnatishni qiyinlashtiradi. Ushbu kamchilikni bartaraf etish uchun intervalli boshqaruv tizimlarida poyezdlar harakati xavfsizligini ta'minlaydigan texnik echimni ishlab chiqish kerak.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Aliev R., Aliev M. (2022) Methods calculation for station tonal rail circuits with current receiver //Transportation Research Procedia, 2022, 63, pp. 401-411. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.028>
- [2] Further increase in speed train movements on JR East: [tasks, prospects of the railway. JR East (Japan), serving the Shinkansen high-speed communications network] 2009 // Railways of the world No.10, PP. 46-50, <https://www.jreast.co.jp/e/press/20070704/index.html>
- [3] Ravshan Aliev (2021) Analysis of the track sections control system a rolling stock axle counting sensor AIP Conference Proceedings. Vol. 2439. No. 1. AIP Publishing LLC <https://doi.org/10.1063/5.0068348>
- [4] Ravshan Aliev Trends in Improving Sensors for Controlling the Condition of Track Sections E3S Web of Conferences 264, 05045 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405045>
- [5] R Aliev (2023) Method inductive communications for interval traffic control //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 20232, 2612(1), 060002. <https://doi.org/10.1063/5.0113212>
- [6] Zorin V.I. (2003) Microprocessor-based locomotive systems for ensuring the safety of train traffic of a new generation / V. I. Zorin, E. E. Shukhina, P. V. Titov // Railways of the world No7. PP. 61 – 69
- [7] Alessio Trivella, Francesco Corman, (2023) Modeling system dynamics of interacting cruising trains to reduce the impact of power peaks, Expert Systems with Applications, 230, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120650>.
- [8] Albrecht et al., 2016 The key principles of optimal train control—Part 1: Formulation of the model, strategies of optimal type, evolutionary lines, location of optimal switching points Transportation Research, Part B (Methodological), 94 (2016), pp. 482-508 <https://doi.org/10.1016/j.trb.2015.07.023>.
- [9] Banić, M., Miltenović, A., Pavlović, M., & Ćirić, I. (2019) Intelligent machine vision based railway infrastructure inspection and monitoring using UAV. Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering, 17(3), 357-364. DOI: 10.22190/FUME190507041B
- [10] Kirilenko A.G. (2003) Axes counters in systems of railway automatics and telemechanics: textbook. allowance / A. G. Kirilenko, A. V. Grusha. - Khabarovsk: Publishing house of the Far Eastern State University of Economics, p.



75, <http://scbist.com/knigi-i-zhurnaly/133-schetchiki-osei-v-sistemah-zheleznodorozhnoi-avtomatiki-i-telemehaniki.html>

[11] Goncharov, K.V. (2011) Research of the digital track receiver of tonal rail chains / K.V. Goncharov // Visnik Dnipropetr. nat. Un-tuzalzn. transp. im. Acad.V. Lazaryan. - D., VIP. 37, pp. 180–185 <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-tsifrovogo-putevogo-priemnika-tonalnyh-relsovyh-tsepey>.

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

Aliev Ravshan Maratovich Tashkent Davlat Transport Universiteti "Axborot tizimlari and texnologiyalar" kafedrası professori
E-mail: silara@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0165-3789>

Aliev Marat Tashkent Davlat Transport Universiteti "Axborot tizimlari and texnologiyalar" kafedrası dotsenti
E-mail: Aliyev_m@tstu.uz
<https://orcid.org/0000-0002-7676-1127>

Talipova Gulnoza Davlat Transport Universiteti "Axborot tizimlari and texnologiyalar" kafedrası doctoranti
<https://orcid.org/0009-0001-1567-1822>

Yuldasheva Mashhura Davlat Transport Universiteti "Axborot tizimlari and texnologiyalar" kafedrası magistri
Murod qizi



Development of a passenger flow forecasting model

B.I. Abdullaev¹ 

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: Providing timely transportation services to passengers in cities is a very complex issue. Because the change in the volume of passenger traffic depends on many factors.

In order to provide transportation services to existing passengers, it is necessary to know their volume in advance, after which it is possible to plan the type and number of vehicles in accordance with the existing volume. For this, it is necessary to develop and predict a forecasting model for determining what the volume of passengers will be in the future. This article is devoted to the development of a model for predicting the volume of passengers that can be transported by regular buses in Tashkent and, based on it, to predict the volume of passengers expected in the coming years. Studies conducted on the forecasting of passenger traffic in passenger transport were studied, a model for predicting the volume of passengers that can be transported by regular buses in Tashkent was developed, and on its basis the expected volume of passengers in the next 10 years was determined.

Keywords: Passenger flow, passenger volume, transport service, passenger transport, bus route, forecast

Yo'lovchilar oqimini bashorat qilish modelini ishlab chiqish

Abdullayev B.I.¹ 

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Shaharlarda yo'lovchilarga o'z vaqtida transport xizmati ko'rsatish juda murakkab masala hisoblanadi. Chunki, yo'lovchilar oqimi hajmining o'zgarishi juda ko'p omillarga bog'liq bo'ladi.

Mavjud yo'lovchilarga tashish bo'yicha transport xizmati ko'rsatish uchun ular miqdorini oldindan bilish talab etiladi, shundan so'ng transport vositalari turi va sonini mavjud miqdorga muvofiqlashtirishni rejalashtirish mumkin. Buning uchun esa, yo'lovchilar hajmini kelajakda qanday bo'lishini aniqlash bo'yicha bashorat modelini ishlab chiqish va bashorat qilish zarur bo'ladi. Mazkur maqola Toshkent shahridagi yo'nalishli avtobuslarda tashilishi mumkin bo'lgan yo'lovchilar hajmini bashorat qilish modelini ishlab chiqish va uning asosida keyingi yillarda kutiladigan yo'lovchilar hajmini bashorat qilishga bag'ishlanadi. Yo'lovchi transportida yo'lovchilar oqimini bashorat qilish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar o'rganilib, Toshkent shahridagi yo'nalishli avtobuslar tashilishi mumkin bo'lgan yo'lovchilar hajmini bashorat qilish modeli ishlab chiqilgan va uning asosida keyingi 10 yillikda kutiladigan yo'lovchilar hajmi aniqlangan.

Kalit so'zlar: Yo'lovchilar oqimi, yo'lovchilar hajmi, transport xizmati, yo'lovchi transporti, yo'nalishli avtobus, bashorat

1. Kirish

Yo'lovchilar oqimi juda ko'p omillar ta'sirida shakllanadigan kattalik bo'lganligi sababli, yo'lovchi transporti ishini tashkil etish juda murakkab hisoblanadi. Shu sababli, dunyo miqyosida, ayniqsa yirik shaharlarda yo'lovchi transporti ishini tashkil etish, kelajakda kutiladigan yo'lovchilar oqimini hisobga olgan holda harakat tarkibi turi va sonini rejalashtirish, ularga xavfsiz va ishonchli transport xizmati ko'rsatish masalalari muhim ahamiyat kasb etmoqda. AQSh, Singapur, Germaniya, Yaponiya, Janubiy Koreya kabi rivojlangan xorij mamlakatlarida yo'lovchi transportlari ishini tashkil etishning yangi ilmiy-texnikaviy yechimlarini ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Mamlakatimizda ham yo'lovchi transportlari jozibadorligini oshirish, xizmatlar sifatini oshirishga alohida

e'tibor qaratilmoqda va mazkur masalalar yechimiga yo'naltirilgan ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

Tashiladigan yo'lovchilarning katta qismi shaharlarga to'g'ri keladi. Shaharlarda aholi zichligining yuqoriligi, ta'lim muassasalarining ko'pligi, kunlik kirib-chiquvchi aholi hajmining kattaligi va boshqa omillar yo'lovchilar oqimini keskin o'zgartirib yuborishi mumkin. Natijada, yo'lovchilar oqimiga transport vositalari sonining mos kelmasligi, ularni bo'sh yurishiga yoki (yo'lovchi bilan ortiqcha yuklangan) transport vositasi xizmatidan foydalana olmasdan yo'lovchilarni bekatda qolib ketishiga sabab bo'ladi. Toshkent shahri yirik shaharlar toifasiga kiradi. Yo'lovchilar oqimi hajmi yuqoriligi, o'zgaruvchanligi yo'lovchi transporti ishini tashkil etishda kelajakda mazkur ko'rsatkich qancha bo'lishini bilish zarur hisoblanadi. Buning uchun tashilishi mumkin bo'lgan yo'lovchilar hajmini kelajakka bashorat qilish bo'yicha tadqiqotlar olib

 <https://orcid.org/0009-0006-3150-5601>



borish zarur hisoblanadi. Mazkur muammolar yuzasidan ko'plab tadqiqotlar olib borilgan [1-12].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Yo'lovchilar oqimini bashorat qilishning turli usullari mavjud.

Analitik vaqt ketma-ketligi – vaqt qatorlarini tekislashning eng keng tarqalgan turi, ya'ni eng kichik kvadratlar usuli hisoblanadi.

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

bu yerda: y_i – vaqtli qatorlar darajalarining yo'lovchilar hajmining o'zgarishini haqiqiy qiymatlari; $\hat{y}_i$ – berilgan ifoda bo'yicha yo'lovchilar hajmining o'zgarishini hisoblangan qiymatlari.

Ko'p hollarda (2) va (3) ifodalardan foydalaniladi [13-17]:

– birinchi darajali,

$$y_t = a_0 + a_1 t \quad (2)$$

– ikkinchi darajali,

$$y_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 \quad (3)$$

Bizni masalada (3) ifodadan foydalanish maqsadga muvofiq sanaladi.

Noma'lum parametrlarni aniqlash uchun normal tenglamalar tizimi a_1, a_2 va a_3 quyidagicha yoziladi:

$$\begin{cases} Na_0 + a_1 \sum t + a_2 \sum t^2 = \sum y; \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 + a_2 \sum t^3 = \sum yt; \\ a_0 \sum t^2 + a_1 \sum t^3 + a_2 \sum t^4 = \sum yt^2 \end{cases} \quad (4)$$

Agar t ning toq darajalar yig'indisi nolga teng bo'lsa, tizimni ancha soddalashtirish mumkin:

$$\begin{cases} Na_0 + a_2 \sum t^2 = \sum y; \\ a_1 \sum t^2 = \sum yt; \\ a_0 \sum t^2 + a_2 \sum t^4 = \sum yt^2 \end{cases} \quad (5)$$

Vaqtli qatorlarni tekislashdan foydalanib, tashiladigan yo'lovchilar hajmining o'zgarishini kelajakdagi hajmlarini bashorat qilish lozim, ularning dastlabki vaqt qatori ikkinchi darajali parabola bilan tavsiflanadi.

Tashilishi mumkin bo'lgan yo'lovchilar hajmini kelajakka bashorat qilishda mukammal natija olish uchun ko'p yillik statistik ma'lumot asosida ishlash maqsadga muvofiq hisoblanadi. Shu sababli, masalani ishlashda Toshkent shahrida yo'nalishli avtobuslarda so'nggi 10 yilda tashilgan yo'lovchilar soni bo'yicha ma'lumotlardan foydalanildi. Masalani yechish uchun dastlabki va hisoblangan qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Vaqtli qatorlar usulida aniqlangan yo'nalishli avtobuslarning yo'lovchilar tashish hajmi

Hisobot davri, yillar	Tashish hajmi, ming yo'lovchi, y_t	t	t ²	t ⁴	y_t	yt^2	$\hat{y}_t$
2015	220165,5	-9	81	6561	-	17833405,5	245612,4
2016	197785,7	-7	49	2401	-	9691499,3	210026,7
2017	205784	-5	25	625	-1028920	5144600	183756,8
2018	211260,9	-3	9	81	-633782,7	1901348,1	166802,7
2019	220577,9	-1	1	1	-220577,9	220577,9	159164,4
2020	104727,6	1	1	1	104727,6	104727,6	160842,0
2021	138209,1	3	9	81	414627,3	1243881,9	171835,3
2022	144967,2	5	25	625	724836	3624180	192144,4
2023	240403	7	49	2401	1682821	11779747	221769,3
2024	288783	9	81	6561	2599047	23391423	260710,0
Jami:	1972663,90	0	330	19338	276788,9	74935390,3	1972664,0

Matematik ifoda parametrlarining hisoblangan qiymatlarini aniqlashda, 1-jadval ma'lumotlarini tenglamalar tizimiga kiritish orqali quyidagi parametrlarni hisoblash tenglamalar tizimiga erishiladi.

$$\begin{cases} 10a_0 + 330a_2 = 1972663,9 \\ 330a_1 = 276788,9 \\ 330a_0 + 19338a_2 = 74935390,3 \end{cases}$$

Tenglama parametrlari hisoblanib, a_0, a_1 va a_2 larning qiymatlari aniqlanadi:

$$a_2 = \frac{-9837481,6}{8448} = -1164,47$$

$$a_1 = \frac{276788,9}{330} = 838,75$$

$$a_0 = 158838,73$$

Bundan, quyidagi model hosil bo'ladi,

$$\hat{y}_t = 5263,72 + 1338,2t + 360,13t^2$$

Parametrlari eng kichik kvadratlar usuli bilan aniqlanganda quyidagi mezonlarni aniqlash maqsadga muvofiq:

- o'rtacha mutloq og'ish:

$$|A| = (y_t - \hat{y}_t) \quad (6)$$

- o'rtacha kvadratik og'ish:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{N}} \quad (7)$$

- o'zgaruvchanlik (variatsiya) koeffitsiyenti:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{y}} \cdot 100\% \quad (8)$$

- nazariy jarayon $\hat{y}_t$ ni boshlang'ich ma'lumotlarga yaqinligini baholash

- R korrelyatsiya koeffitsiyenti:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{\sum_{i=1}^n (y_t - \bar{y})^2} \quad (9)$$

bunda $y_t, \hat{y}_t, \bar{y}_t$ - vaqt qatorining boshlang'ich, nazariy va arifmetik o'rtacha darajalari; n - trend funksiyasida aniqlanadigan parametrlar soni.

2-jadval

Yo'lovchilar hajmi o'zgarishini ifodalovchi model parametrlari

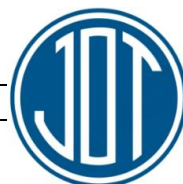
Hisobot davri, yil	$\hat{y}_t = 5263,72 + 1338,2t + 360,13t^2$	$(y_t - \hat{y}_t)^2$
2015	-25446,9	647545559,4
2016	-12241,0	149842680,8
2017	22027,2	485196108,1
2018	44458,2	1976527946,1
2019	61413,5	3771612025,1
2020	-56114,4	3148821005,4
2021	-33626,2	1130718939,0
2022	-47177,2	2225685605,1
2023	18633,7	347215502,4
2024	28073,0	788093974,7
Jami:	-0,1	14671259346,1

Yuqorida keltirilgan ifodalar yordamida quyidagi mezonlar hisoblanadi: $|A|, \sigma, v$ va R^2 .

3-jadval

Ishlab chiqildan model mezonlarini hisoblash jadvali

Ishlab chiqilgan modellar	Mezonlar			
	$ A $	σ	v	R^2
$\hat{y}_t = 5263,72 + 1338,2t + 360,13t^2$	-0,1	38303	19,4	0,89



3. Natijalar

Yuqoridagi model asosida keyingi 10 yilda Toshkent shahridagi yo'nalishli avtobuslarda tashilishi mumkin bo'lgan yo'lovchilar hajmi bashorat qilindi va natijalar 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

Yo'lovchilar tashish hajmini bashoratlash jadvali

Yillar	Bashorat	Bashorat xatosi	Ishonchlilik intervali	
			Yuqori	Quyi
2025	283674	2,7476	283677	283671
2026	308966	2,9926	308969	308964
2027	336588	3,2602	336591	336585
2028	366539	3,5503	366542	366535
2029	398818	3,8629	398822	398815
2030	433427	4,1981	433431	433423

4. Xulosa

Toshkent shahridagi yo'nalishli avtobuslarda tashilishi mumkin bo'lgan yo'lovchilar hajmini bashorat qilish modeli ishlab chiqildi va uning asosida keyingi 10 yilda kutilayotgan yo'lovchilar hajmi bashorat qilindi. Toshkent shahridagi yo'nalishli avtobuslarda yo'lovchilar hajmi keyingi 10 yilda o'sish suratida oshishi aniqlandi. Bu Toshkent shahrida keyingi yillarda avtobuslarga bo'lgan ehtiyojni aniqlash imkonini beradi. Keying tadqiqotlar yo'nalishli avtobuslarga bo'lgan ehtiyojni aniqlashga yo'naltiriladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Nandini Nagaraj, Harinahalli Lokesh Gururaj, Beekannahalli Harish Swathi, Yu-Chen Hu, Passenger flow prediction in bus transportation system using deep learning. Multimedia Tools and Applications (2022) 81, Vol. 81, Pp. 12519–12542.
- [2] Yinna Ye, Li Chen, Feng Xue, Passenger Flow Prediction in Bus Transportation System using ARIMA Models with Big Data. International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery, CyberC. (2019), Pp. 235-247.
- [3] Yulong Pei, Songmin Ran, Wanjiao Wang, Chuntong Dong, Bus-Passenger-Flow Prediction Model Based on WPD, Attention Mechanism, and Bi-LSTM. Sustainability (2023), Vol. 15, N.14889, Pp.1-20.
- [4] Nandini Nagaraj, Harinahalli Lokesh Gururaj, Beekannahalli Harish Swathi, Yu-Chen Hu, Passenger flow prediction in bus transportation system using deep learning. Multimed Tools Appl, (2022), 81 (9), Pp. 12519-12542.
- [5] Xiaoping Fang, Mei Lin, Weiya Chen, Xin Pan, Forecasting short-term passenger flow on a bus route: A splitting-integrating method based on passenger travel behavior. Transport, (2025), Vol. 40, Issue 1, Pp 12–23.

[6] Wanjun Lv, Yongbo Lv, Qi Ouyang, Yuan Ren. A Bus Passenger Flow Prediction Model Fused with Point-of-Interest Data Based on Extreme Gradient Boosting. Applied sciences, MDPI, (2022) Vol. 12(3):940.

[7] Dung David Chuwang, Weiya Chen, Ming Zhong", Short-term urban rail transit passenger flow forecasting based on fusion model methods using univariate timeseries. Applied Soft Computing 147 (2023), Pp. 16.

[8] Jinlei Zhang, Feng Chen*, Zhiyong Cui, Yinan Guo, and Yadi Zhu, Deep learning Architecture for Short-term Passenger Flow Forecasting in Urban Rail Transit. Pp. 11.

[9] Zhanhong Cheng, Martin Trépanier, Lijun Sun, Incorporating travel behavior regularity into passenger flow forecasting. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol. 128, (2021), Pp.35-46.

[10] Qiuchi Xue, Wei Zhang, Meiling Ding, Xin Yang, Jianjun Wu, Ziyao Gao, Passenger flow forecasting approaches for urban rail transit: a survey. International Journal of General Systems. Vol. 52, (2023), Issue 8. Pp. 29-41.

[11] Peng Li, Weitao Wu, Xiangjing Pei, A separate modelling approach for short-term bus passenger flow prediction based on behavioural patterns: A hybrid decision tree method. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Vol. 616, 15 (2023), Pp.146-157.

[12] Jun Yang, Xueru Dong, Huifan Yang, Xiao Han, Yan Wang, Jiayue Chen, Prediction of Inbound and Outbound Passenger Flow in Urban Rail Transit Based on Spatio-Temporal Attention Residual Network. Journal: Applied Sciences. (2023), Vol. 13, N.10266, Pp. 1-16.

[13] Марупов М.М. Прогнозирование развития производства. Учебное пособие. – Ташкент 2007.

[14] Просветов Г.И. Прогнозирование и планирование: Задачи и решения. СПб: РДЛ. 2005

[15] Черныш Е.А. и др. Прогнозирование и планирование. Учебное пособие.– М.: ПРИОР, 2000.

[16] Marupov M.M., Yusufxonov Z.Y., Normirzayev A.R. Avtomobil transportining asosiy ko'rsatgichlarini modellashirish masalalari. Namangan muhandislik texnologiya instituti Ilmiy-texnika jurnali. Tom 7, Maxsus son 2, 2022, 63-68 betlar.

[17] Botir Ergashev, Akmal Kamalov, Gaffor Samatov; Integrated approach for freight transportation in Uzbekistan. AIP Conf. Proc. (2022); 2432 (1): 030015. <https://doi.org/10.1063/5.0089729>

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

Abdullayev
Botir Inatovich

Toshkent davlat transport universiteti,
dotsent (PhD),
E-mail: mrabotir@mail.ru
Tel.: +998946994152
<https://orcid.org/0009-0006-3150-5601>



The importance of the supervisory board in the implementation of effective corporate governance principles in the management of industrial enterprises

B.Kh. Sindorov¹ 

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The theoretical and practical basis of the research of this article are the results of research by domestic and foreign scientists in the field of corporate governance, aimed at the implementation of modern theories and doctrines of the corporate governance system at railway transport enterprises. In the course of the research, management factors leading to increased competitiveness, ensuring financial and economic stability of industrial enterprises, and further improvement of production indicators were analyzed. The share of transport services in the gross domestic product (GDP) of the country was analyzed. Also, analysis and data on the influence of newly produced freight cars on the dynamics of freight shipments by rail transport in our republic are presented. Proposals and conclusions have been developed to improve the management efficiency of industrial enterprises.

Keywords: corporate governance, joint-stock company, export figures, industrial enterprises, freight turnover, shipped goods, production figures

Sanoat korxonalari boshqaruvida samarali korporativ boshqaruv tamoyillarini joriy etishda kuzatuv kengashining ahamiyati

Sindorov B.X.¹ 

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqola tadqiqotining nazariy va amaliy asosini temir yo'l transporti sanoat korxonalarida korporativ boshqaruv tizimining zamonaviy nazariyalari va ta'limotlarini tatbiq etishga qaratilgan mamlakatimiz va xorijiy olimlarning korporativ boshqaruv sohasidagi tadqiqotlari natijalari tashkil etadi. Izlanishlar jarayonida sanoat korxonalarining raqobatbardoshligini oshirish, moliyaviy va iqtisodiy barqarorligini ta'minlash hamda ishlab chiqarish ko'rsatkichlarini yanada oshirishga olib keluvchi boshqaruvga oid omillar tahlil qilingan. Mamlakat Yalpi ichki mahsuloti (YaIM) hajmida transport xizmatlarining ulushi tahlil qilingan. Shuningdek, respublikamizda temir yo'l transportida jo'natilgan yuklar dinamikasiga ishlab chiqarilgan yangi yuk vagonlarining ta'siri bo'yicha tahlil va ma'lumotlar keltirilgan. Sanoat korxonalari boshqaruv samaradorligini oshirish bo'yicha taklif va xulosalar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: korporativ boshqaruv, aksiyadorlik jamiyati, eksport ko'rsatkichlari, sanoat korxonalari, yuk aylanmasi, jo'natilgan yuklar, ishlab chiqarish ko'rsatkichlari

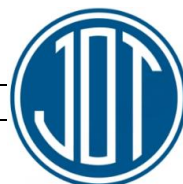
1. Kirish

Hozirgi kunga kelib mamlakatimiz iqtisodiyotida chuqur tarkibiy islohotlar bosqichma-bosqich amalga oshirilmoqda. Davlat ulushi bo'lgan yirik kompaniyalarni jahon bozorlariga olib chiqish orqali ishlab chiqarish ko'rsatkichlarining ortishi, eksport mahsulotlar qatori kengayishi, import mahsulotlarga qaramlik darajasini kamaytirish hamda kiritilayotgan xorijiy investitsiyalarning hajmi ortishiga erishilmoqda. O'z navbatida milliy kompaniyalarning global bozorlarda raqobatbardosh o'rinni egallashi bevosita ularda joriy qilingan zamonaviy boshqaruv tamoyillariga bog'liq. Shuning uchun ham kompaniyalarda korporativ boshqaruvning ilg'or tajribalarini joriy etish hozirda kun tartibidagi dolzarb masala bo'lib kelmoqda. Boshqaruvdagi ochiqlik, shaffoflik va hisobdorlikni ta'minlovchi korporativ boshqaruv orqali kompaniyaning tashqi ta'sirlarga bardoshlilikini ta'minlash,

investitsion jozibadorligini oshirish, ishlab chiqarishni diversifikatsiyalash hamda xodimlarga maqbul mehnat sharoitlarini yaratishga erishilmoqda.

Korporativ boshqaruv sifati kompaniyaning moliyaviy va iqtisodiy barqarorligini ta'minlovchi muhim elementlardan biri bo'libgina qolmay, kompaniya rivoji uchun investitsiya kiritish istagida bo'lgan portfel investorlar uchun raqobat maydoni hisoblanadi. Shuning uchun ham hozirgi kunda Respublikamizdagi davlat ulushi bo'lgan yirik korxonalarni transformatsiya qilish orqali ularda korporativ boshqaruvning zamonaviy usullarini qo'llash, ishlab chiqarishni modernizatsiya qilish, texnik va texnologik jihatdan qayta jihozlashda xorijiy investitsiyalar hajmini oshirishga katta urg'u berilmoqda. Xususan, temir yo'l transport sanoat korxonalari boshqaruv samaradorligini yanada oshirish, shaffof va ochiq menejmentni joriy etish va yakunda korxonalarining moliyaviy va iqtisodiy holatini yanada yaxshilash hamda investitsion jozibadorlikni

^a <https://orcid.org/0009-0009-3445-4661>



oshirish maqsadida bir qator ishlar amalga oshirilmoqda. Dastlab, temir yo'l transportini tubdan isloh qilish bo'yicha alohida Prezident qarori qabul qilindi va tizim tarkibidagi eng yirik sanoat korxonalarining tashkiliy huquqiy shakli aksiyadorlik jamiyatiga o'zgartirildi hamda tizimli ishlar yo'lga qo'yildi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Maqola mavzusi bo'yicha olib borilgan izlanish va tadqiqotlar natijasida mavjud adabiyotlarning tahlillariga ko'ra jahonning bir qator yetakchi olim va tadqiqotchilari, jumladan, A.Berli, Minz, G.R.Ills, S.Karnauxov va A.Xrabrovalarning korporativ munosabatlar va ularni joriy etishning o'ziga xos afzalliklari bo'yicha tadqiqotlari atroflicha o'rganilib, O'zbekistonlik olimlardan B.B.Berkinov, B.Y.Xodiyev, D.X.Suyunov, A.A.Hoshimov, M.B.Xamidulin, D.B.Rahimova, R.I.Nurimbetov va boshqalarning ilmiy asarlarida mamlakatimizda korporativ boshqaruv shakllanishining o'ziga xos jihatlari, taraqqiyot xususiyatlari hamda tashkiliy-iqtisodiy mexanizmi samaradorligi chuqur tadqiq etilganligini e'tirof etish mumkin [1].

M.B.Xamidulina ko'ra "Korporativ boshqaruv – korporatsiya mulkdorlarining korporatsiya kapitalini shakllantirishga, undan foyda olish maqsadida yanada samarali foydalanishga hamda olingan daromadlarni korporativ munosabatlarning barcha ishtirokchilari o'rtasida adolatli taqsimlashga qaratilgan strategik muhim qarorlarni belgilash, ta'riflash va qabul qilishga doimiy va real ta'sirini ta'minlashdagi ongli, bevosita ishtirokidir" [2].

Shuningdek, kompaniyalarning korporativ boshqaruv tizimi samaradorligini oshirish va shaffofligini ta'minlash bo'yicha xorijiy olimlar tomonidan tadqiqot va izlanishlar olib borilgan. Xususan, kompaniyalar korporativ boshqaruvi tizimining o'ziga xos jihatlari A.Shlyfer, R.Cherry, S.Bhagat, Ye.Fama, M.Jensen, D.Gladstein, V.Ivashin, T.Mitton, B.Bolton, D.Sarfstein, V.Mekling, L.Clapper, I.Lov, M.Lipton, J.Lorsch [3] kabi xorijiy olimlar tadqiqotlarida yoritilgan.

Xususan, Sanjai Bhagat va Brian Boltonlarning izlanishlarida korporativ boshqaruv va korporativ samaradorlik o'rtasidagi bog'liqlik, korporativ kapital tuzilmasi o'rtasidagi munosabatlar tadqiq etilgan. Ularning fikriga ko'ra, boshqaruv a'zolarining aksiyalarga egalik qilishi va bosh direktor – raisning bo'linishi bir vaqtning o'zida va keyingi operatsion ko'rsatkichlar bilan sezilarli darajada ijobiy bog'liq.

A.Shleifer va R.Vishnilar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda korporativ boshqaruv agentlik nazariyasi nuqtaiy nazaridan o'rganilib, investorlar tomonidan kiritilgan investitsiya mablag'larini qaytarishda menejrlarning jonbozlik ko'rsatishi bilan izohlangan. Shuningdek agentlik nazariyasining mohiyati o'rganilib, ba'zi standart agentlik modellari tadqiq etilgan.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu maqolani tayyorlashda Scopus va Web of Science kabi bazalardagi havolalarning soniga ko'ra tasniflangan ilmiy maqolalar, temir yo'l transporti sohasi qabul qilingan normativ-huquqiy hujjatlar asosida tanlama adabiyotlar tahlili (a selective literature review), shuningdek, menejmentning zamonaviy yondashuvlari, kuzatish, qiyoslash, eksperiment, analiz, sintez, guruhlash, induksiya, deduksiya, taqqoslash kabi usullaridan keng foydalanildi.

3. Tahlil va natijalar

Zamonaviy korporativ boshqaruv hozirgi kunda korxonalarni samarali boshqarishning usuli bo'libgina qolmay, iqtisodiy va moliyaviy barqarorlikni ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etib kelmoqda. Xususan, takomillashgan korporativ boshqaruv natijasida iqtisodiy qo'shilgan qiymatning (economic value added – EVA) sezilarli darajada ko'payishi, samaradorlikning ortishi va riskning kamayishi yuz berishi turli empirik tadqiqotlarda o'z aksini topgan. Jumladan, bir qator yetakchi ekspertlar tomonidan o'tkazilgan tadqiqot natijalari ko'rsatishicha, samarali korporativ boshqaruv yo'lga qo'yilgan kompaniyalarda iqtisodiy qo'shilgan qiymat korporativ boshqaruvning standartlari amal qilmaydigan kompaniyalarga nisbatan 8,5 foizga yuqori bo'lgan [4].

Ma'lumki, transport tarmog'i mamlakat iqtisodiyotining muhim elementlaridan biri sifatida, yalpi ichki mahsulotda (YalM) o'zining sezilarli o'rniga ega hisoblanadi. Xususan, 2024-yil yakunlariga ko'ra, tashish va saqlash tarmog'ining O'zbekiston Respublikasi YAIMidagi ulushi 5,4 % ni tashkil etadi. Tashish va saqlash tarmog'ining qo'shilgan qiymati tarkibida eng ko'p ulushi avtomobil transportiga to'g'ri keldi va 55,7 % ni tashkil etdi. Mazkur tarmoq umumiy qo'shilgan qiymatida temir yo'l transportining ulushi 8,4 %, yordamchi transport faoliyatining ulushi 14,9 %, havo transportining ulushi 7,6 % ni tashkil etdi [5].

Yuqoridagi ko'rsatkichlarning shakllanishida temir yo'l transporti tomonidan ko'rsatilayotgan xizmatlar hajmining sezilarli o'rni mavjud. Xususan, Milliy statistika qo'mitasi ma'lumotlariga ko'ra, o'tgan 2024-yilning yanvar-dekabr oylari davomida O'zbekiston Respublikasi bo'yicha umumiy foydalanishdagi magistral temir yo'l transporti orqali jami 73,9 mln tonna asosiy turdagi yuklar jo'natilgan. O'tgan yilning mos davriga nisbatan o'sish sur'ati 100,3 % ni tashkil etadi [6]. Quyidagi jadvalda so'nggi 5 yilda temir yo'l transporti orqali yuborilgan yuklarning rivojlanish dinamikasi taqdim etilgan. (1-jadval)

1-jadval

Temir yo'l transporti orqali yuborilgan yuklarning rivojlanish dinamikasi [7]

Yillar	O'lov birligi	Jo'natilgan yuklar
2020	mln. tonna	70,6
2021	mln. tonna	72,0
2022	mln. tonna	73,4
2023	mln. tonna	73,7
2024	mln. tonna	73,9

Yuk vagonlari parkida soz va ish holatidagi harakat tarkibi mavjudligi bevosita yuk tashish hajmining oshishiga ijobiy ta'sir o'tkazib, ishlab chiqaruvchilar, yuk yuboruvchilar va transport kompaniyalar uchun ko'rsatilayotgan xizmatlar sifatini oshirishga xizmat qiladi. Shuning uchun ham temir yo'l transporti tarkibidagi yirik sanoat korxonalarida ishlab chiqarish ko'rsatkichlarini oshirish, eksportbop mahsulotlar qatorini yanada kengaytirish, chet korxonalarga ko'rsatilayotgan mahsulot va xizmatlar ulushini rag'batlantirish maqsadida korxonalar tashkiliy-huquqiy shakli aksiyadorlik jamiyati sifatida qayta tashkil etildi. Korxonalarda zamonaviy menejment tamoyillari asosida boshqaruvni tashkil etish maqsadida yagona aksiyador, kuzatuv kengashi va ijro organi faoliyati alohida nizomlar asosida yo'lga qo'yildi.



«O'zbekiston temir yo'llari» aksiyadorlik jamiyati tarkibidagi «Andijon mexanika zavodi» AJ va «Quyuv-mexanika zavodi» AJ kabi korxonalar yirik ishlab chiqarish quvvatlari va manbalariga ega hisoblanadi. Ushbu sanoat korxonalarining asosiy faoliyat turi Respublikada yuk tashish uchun eng zaruriy hisoblangan yuk vagonlarini ishlab chiqarish va barcha turdagi ta'mirdan chiqarish hisoblanadi. Zamonaviy dastgohlar parki, profil ta'lim yo'nalishini tamomlagan malakali mutaxassis kadrlar zaxirasi (Toshkent temir yo'l muhandislari instituti, Toshkent davlat transport universiteti hamda jahonning boshqa oliy ta'lim muassasalari bitiruvchilari) hamda yirik ishlab chiqarish maydonlari korxonalarda yangi mahsulot turlarini o'zlashtirishga qiyinchilik tug'dirmaydi. To'g'ri yo'lga qo'yilgan korporativ boshqaruv orqali resurslardan oqilona foydalanish, xaridlar jarayonini tizimlashtirib, xarajatlarni qisqartirish, mahalliyashtirish darajasini oshirish hamda mahsulot tannarxini bosqichma-bosqich kamaytirib borish sanoat korxonalari uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

2-jadval

«O'zbekiston temir yo'llari» AJ tarkibidagi yirik sanoat korxonalarining so'nggi 3 yillik ishlab chiqarish ko'rsatkichlari dinamikasi

million so'm

№	Korxona nomi	2022 yil	2023 yil	2024 yil
1	«Andijon mexanika zavodi» AJ	207 655,44	228 731,76	277 984,6 1
2	«Quyuv-mexanika zavodi» AJ	265 525,30	267 606,28	326 924,02

Yuqoridagi jadval ma'lumotlariga asosan, ikki yirik sanoat korxonalarining ishlab chiqarish ko'rsatkichlari yildan yilga ortib bormoqda. Xususan, «Quyuv-mexanika zavodi» AJda 2024 yil davomida amaldagi narxlarda 326 924,02 mln so'mlik mahsulotlar va xizmatlar ishlab chiqarilgan bo'lib bu ko'rsatkich o'tgan 2023 yilning mos davriga nisbatan 122%ni tashkil etadi. «Andijon mexanika zavodi» AJda esa 2024 yil davomida amaldagi narxlarda 277 984,61 mln so'mlik mahsulotlar va xizmatlar ishlab chiqarilgan bo'lib bu ko'rsatkich o'tgan 2023 yilning mos davriga nisbatan 122%ni tashkil etadi.

O'zbekiston Respublikasining 2014-yil 6-maydagi O'RQ-370-sonli Qonuniga asosan aksiyadorlar, aksiyadorlik jamiyatlari va uning ishtirokchilarining vakolat, majburiyat va huquqlari bayon etilgan. Xususan, qonunga ko'ra Kuzatuv kengashlari aksiyadorlik jamiyatlarining muhim boshqaruv organlaridan biri ekanligi hamda kompaniyalarning rivojlanishida alohida o'ringa ega ekanligi ta'kidlangan. Jumladan, qonunga ko'ra Jamiyatning kuzatuv kengashi jamiyat faoliyatiga umumiy rahbarlikni amalga oshirib, jamiyatni rivojlantirish strategiyasiga erishish bo'yicha ko'rilayotgan chora-tadbirlar to'g'risida jamiyat ijroiya organining hisobotini muntazam ravishda eshitib borgan holda jamiyat faoliyatining ustuvor yo'nalishlarini belgilash ko'zda tuzilgan [10].

Yuqoridagi qonunga ko'ra Aksiyadorlik jamiyatlarida boshqaruv samaradorligini ta'minlashda Kuzatuv kengashlarining o'rni yuqori ekanligi ma'lum bo'lar ekan, o'z navbatida ushbu holat Kuzatuv kengashi a'zolariga bir qator vazifa va majburiyatlarni yuklaydi. Hozirgi kunda Kuzatuv kengashi a'zolari zamonaviy bilim, zaruriyatga qarab xorijiy tajriba va strategik fikrlash qobiliyatlariga ega bo'lishi muhim ahamiyat kasb etadi. Aksariyat temir yo'l

transporti sanoat korxonalarining yagona aksiyadorlari (xususan «Andijon mexanika zavodi» AJ va «Quyuv-mexanika zavodi» AJlarda ham) «O'zbekiston temir yo'llari» aksiyadorlik jamiyati hisoblanganligi sababli kuzatuv kengashiga nomzodlar markazlashtirilgan holda tayinlanadi. Korxonalarning boshqaruv samaradorligini oshirish hamda strategik maqsadlarga erishilishini ta'minlash maqsadida Kuzatuv kengashi a'zolarini qonunchilikda belgilangan tartibda ochiq tanlov asosida saylash maqsadga muvofiq deb hisoblaymiz. Bu orqali sohaga oid chuqur bilim, ko'nikma va tajribaga ega bo'lgan professional nomzodlarni saralab olish, boshqaruv jarayoniga xalqaro amaliyot va zamonaviy uslubiya joriy etishga erishish mumkin.

Shuningdek, ushbu aksiyadorlik jamiyatlari Kuzatuv kengashi a'zolariga fidutsiar majburiyatlarni tatbiq etish orqali ularda korxonaga daxldorlik tuyg'usini yana oshirish hamda strategik qarorlarni qabul qilishda jonbozlik ko'rsatilishga erishish mumkin. Fidutsiar majburiyat mohiyatiga ko'ra turli mamlakatlar korporativ huquqida turlicha izohlansa-da, sodda qilib aytganda ushbu majburiyat yollangan professional agent (menejer) ishonch bildirgan tomonning (mulkdor) manfaatlarini o'z manfaatlaridan yuqori qo'yishi, o'z mulkiga nisbatan bo'lgani kabi kompaniya egalari mulkiga munosabat bildirishini anglatadi [8].

jonkuyarlikni namoyon qilish majburiyati — kuzatuv kengashi a'zosidan vijdonan va jonkuyarlik asosida harakat qilishni;

soddiqlikni namoyon qilish va manfaatlar to'qnashuviga yo'l qo'ymaslik majburiyati — kuzatuv kengashi a'zolaridan, birinchi navbatda, korxona manfaatlaridan kelib chiqib harakat qilishni;

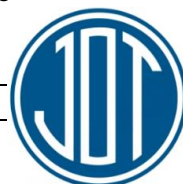
lozim darajada ko'zdan kechirishlikni namoyon qilish majburiyati — kuzatuv kengashi a'zolaridan korxonaga nisbatan qaror qabul qilishda ehtiyotkorlik bilan yondashishni;

mustaqil mulohazadan foydalanish majburiyati — kuzatuv kengashi a'zosidan qarorlarni mustaqil, shaxsiy va boshqa manfaatlarini inobatga olmagan holda qabul qilishni talab etadi [9].

4. Xulosa va takliflar

Temir yo'l transporti mamlakat iqtisodiyotining qon tomlari hisoblanib, soha tomonidan ko'rsatilayotgan xizmatlar YalMda o'zining sezilarli ulushiga ega hisoblanadi. Yuk aylanmasi, yo'lovchi aylanmasi, tranzit va eksport tashuvlari kabi muhim reja ko'rsatkichlarning bajarilishi temir yo'l harakat tarkibi, ya'ni yuk vagonlari parki soz va ish holatda bo'lishini talab etadi. Bu o'rinda yuk vagonlari parkini muntazam ravishda modernizatsiya qilingan va yangi ishlab chiqarilayotgan yuk vagonlari bilan ta'minlab turuvchi «Andijon mexanika zavodi» AJ va «Quyuv-mexanika zavodi» AJ kabi sanoat korxonalarining o'rni beqiyos.

Sanoat korxonalarining boshqaruv samaradorligini oshirish orqali belgilangan iqtisodiy va ijtimoiy natijalarga erishishda korxonalarning tashkiliy-huquqiy shakli aksiyadorlik jamiyatiga o'zgartirilishi alohida ahamiyat kasb etadi. Aksiyadorlik jamiyatlari faoliyatida muhim boshqaruv organi hisoblangan Kuzatuv kengashi sohaga doir kuchli bilim, tajriba va ko'nikmalarga ega bo'lgan professional menejerlardan shakllanishi hamda ularga fidutsiar



majburiyatlarning yuklanishi raqobatga asoslangan bozor iqtisodiyoti sharoitida kompaniya o'z o'zini yo'qotmasligiga zamin yaratadi.

Buning uchun bir qator takliflarni amalga oshirish zarur. Xususan:

1. Aksiyadorlik jamiyatlari Kuzatuv kengashi to'g'risidagi nizomlarga tegishli o'zgartirishlar kiritish orqali kengash a'zolarining fidutsiar majburiyatlar alohida belgilanishi maqsadga muvofiq.

2. Kuzatuv kengashiga nomzodlarni ochiq tanlov asosida saralab olish va ularga belgilangan aniq malaka talablarini ishlab chiqish zarur.

3. Kuzatuv kengashligiga nomzodlarni sohaga doir bilim va ko'nikmalarga, shuningdek, korporativ boshqaruvchi malaka attestatiga ega bo'lgan menejrlardan tanlab olish zarur.

4. Kuzatuv kengashligiga nomzodlarni saralab olish jarayoni shaffoflik prinsipiga asoslangan holda ochiq tanlov asosida amalga oshirilishi zarur.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Суюнов Д.Х., Турсунов Б.Р. Акциядорлик жамиятларида корпоратив бошқарув самарадорлигини ошириш. / Central Asian Academic Journal of Scientific research. Volume 2 | Issue 2 | 2022.

[2] Хамидулин М.Б. Финансовые механизмы корпоративного управления. Монография. – Т.: Молия, 2008. –204 с.

[3] Shleifer A., Vishny R. (1997) A Survey of Corporate Governance. The Journal of Finance, 52, 737-783; Bhagat, S., & Bolton, B. (2008). Corporate Governance and Firm Performance. Journal of Corporate Finance, 14(3), 257-273.; Fama, E. F., & Jensen, M. C. (1983). Agency Problems and Residual Claims. Journal of Law and

Economics, 26(2), 327-349.; Jensen, M. C. (1993). The Modern Industrial Revolution, Exit, and the Failure of Internal Control Systems. The Journal of Finance, 48(3), 831-880.

[4] Суюнов Д.Х. Корпоратив бошқарув моделлари: концептуал жиҳатлар, замонавий тенденциялар ва конвергенция имкониятлари. /Иқтисодиёт ва инновацион технологиялар (илмий электрон журнал). №4, июль-август, 2017 й.

[5] <https://www.uzdaily.uz/uz/2024-yilda-ozbekiston-yalpi-ichki-mahsuloti-11496-milliard-dollarini-tashkil-qildi/>

[6] https://t.me/statistika_rasmiy/5535

[7] https://t.me/statistika_rasmiy/5535

[8] Суюнов Д.Х. Корпоратив бошқарув моделлари: концептуал жиҳатлар, замонавий тенденциялар ва конвергенция имкониятлари. /Иқтисодиёт ва инновацион технологиялар (илмий электрон журнал). №4, июль-август, 2017 й.

[9] O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 29-martdagi "2021 — 2025-yillarda davlat ishtirokidagi korxonalarni boshqarish va isloh qilish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida 166-sonli qarori.

[10] O'zbekiston Respublikasining 2014-yil 6-maydagi O'RQ-370-sonli Qonuni.

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

Sindorov
Baxtinur
Xolyigit o'g'li /
Sindorov
Bakhtinur
Kholyigit ugli

Toshkent davlat transport universiteti "Korporativ boshqaruv" kafedrası tayanch doktoranti.
E-mail: Baxti.610@mail.ru
Tel.: +99891 164-03-81
<https://orcid.org/0009-0009-3445-4661>



Analysis of wireless communication technologies in the control and monitoring of railway station switches

E.Sh. Jonikulov¹, R.M. Ayapbergenov¹, H.H. Salohiddinov², K.O. Fayzullaev²

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Tashkent Institute of Chemical Technology, Yangiyer Branch, Yangiyer, Uzbekistan

Abstract: This article analyzes the advantages, existing solutions, security issues, and technical capabilities of using wireless communication technologies in the control and monitoring of railway station switches. The article examines the potential of wireless technologies such as Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, NFC, RFID, LoRa, 5G, and others for managing and supervising railway switches at stations.

Keywords: train, station, arrow, control, interface, indication, Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, NFC, RFID, LoRa, 5G, wireless communication

Temir yo‘l stansiyalarida strelkalarni boshqarish va nazorat qilishda simsiz aloqa texnologiyalarining tahlili

Jonikulov E.Sh.¹, Ayapbergenov R.M.¹, Salohiddinov H.H.², Fayzullayev Q.O.²

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

²Toshkent kimyo-texnologiya instituti Yangiyer filiali, Yangiyer, O‘zbekistan

Annotatsiya: Ushbu maqolada temir yo‘l stansiyalarida strelkalarni boshqarish va nazorat qilishda simsiz aloqa texnologiyalaridan foydalanishning afzalliklari, mavjud yechimlar, xavfsizlik masalalari va texnik imkoniyatlari tahlil qilinadi. Ushbu maqolada Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, NFC, RFID, LoRa, 5G va boshqa simsiz aloqa texnologiyalarining temir yo‘l stansiyalarida strelkalarni boshqarish va nazorat qilish imkoniyatlari tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: poyezd, stansiya, strelka boshqaruv, nazorat, interfeys, indikatsiya, Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, NFC, RFID, LoRa, 5G, simsiz aloqa

1. Kirish

Temir yo‘l transporti zamonaviy iqtisodiyotning asosiy tarmoqlaridan biri bo‘lib, uning xavfsiz va samarali ishlashi ko‘p jihatdan avtomatlashtirish va aloqa tizimlariga bog‘liq. Temir yo‘l stansiyalarida strelkalarni poyezdlar harakatini boshqarishda muhim rol o‘ynaydi. An‘anaviy ravishda strelkalarni boshqarish simli aloqa tizimlari orqali amalga oshirilgan bo‘lsada, so‘nggi yillarda simsiz aloqa texnologiyalari ushbu sohada keng qo‘llanila boshlandi. Simsiz aloqa texnologiyalari (Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, NFC, RFID, LoRa, 5G va boshqalar) bu jarayonni yanada moslashuvchan va arzon qilish imkoniyatini beradi. Ushbu maqolada temir yo‘l stansiyalarida strelkalarni boshqarishda qo‘llaniladigan simsiz aloqa texnologiyalarining afzalliklari, kamchiliklari va kelajakdagi istiqbollari tahlil qilinadi. Ushbu maqolada temir yo‘l stansiyalarida strelkalarni boshqarishda simsiz aloqa texnologiyalarining afzalliklari, kamchiliklari va qo‘llanilishi tahlil qilinadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Simsiz tizimlarning eng muhim afzalligi qurishning kam vaqti hisoblanadi. Bu xususan, shunga bog‘liqki,

transheyallarni qazish, kabellarni yotqizilishi, shuningdek binolarda kabellarni simlarni ichki o‘tkazish zarurati bo‘lmaydi. Istalgan tizimni yaratilishi uchun investisiyalar talab qilinadi, vaqt bo‘yicha ularning qanday taqsimlangani va ishlatishdan foydani tez olishni kutish qanchalik mumkinligi bu boshqa. Simsiz tizimlar ishlatishga bosqichma-bosqich kiritilishi mumkin. Simli tizimlar esa bir vaqtda butun infratuzilmani yaratilishini talab qiladi.

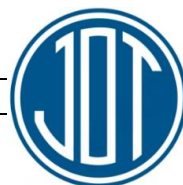
Dunyo bo‘yicha bir necha stansiyalarda sinov tariqasida simsiz strelka boshqaruvi joriy qilingan:

- Germaniyada Deutsche Bahn – LoRaWAN texnologiyasi asosida tajriba o‘tkazilgan.
- Hindiston temir yo‘llari – GSM-R asosida masofadan strelka boshqaruvi amalga oshirilmoqda.
- Xitoy temir yo‘llari – 5G texnologiyasi yordamida yuqori tezlikdagi poyezdlar stansiyalardagi strelkalarni bilan sinxronlashtirilgan.

Simsiz aloqa orqali strelkalarni boshqarish bir qator afzalliklarga ega:

- Kam xarajatli o‘rnatish: Katta masofalarga sim tortmasdan boshqaruvni tashkil qilish mumkin.
- Moslashuvchanlik: Yangi qurilmalarni tizimga osongina qo‘shish mumkin.

 <https://orcid.org/0000-0002-1130-0522>



- Texnik xizmat ko'rsatishni soddalashtiradi: Kabel muammolari kamayadi.
- Zamonaviy xavfsizlik algoritmlari bilan ximoyalash: Ma'lumotlar uzatishda shifrlash texnologiyalari qo'llaniladi.

Bugungi kunda simsiz aloqa texnologiyalarining turlari ko'payib bormoqda va ular turli xil maqsadlarda qo'llanilib kelinmoqda. Biz ushbu maqolada simsiz aloqa texnologiyalarining hozirgi kunda keng qo'llanilayotgan ayrim turlarini ko'rib chiqamiz.

Simsiz aloqa texnologiyalari ma'lumot uzatish masofasiga qarab qisqa masofali va uzoq masofali turlarga bo'linadi.



1-rasm. Qisqa masofali simsiz aloqa texnologiyalari

Bluetooth — bu kichik radiusli simsiz aloqa texnologiyasi bo'lib, IEEE 802.5.1 standarti asosida ishlaydi va Wi-Fi'ga qaraganda kamroq energiya sarflaydi. Dastlab, Bluetooth texnologiyasi shaxsiy kompyuterdan tashqi qurilmalarga, masalan: sichqoncha, klaviatura, printer, mobil telefon, garmitura, shaxsiy raqamli yordamchi va hokazolarga ma'lumot uzatish uchun mo'ljallangan edi. Bunday qo'llanmalarda Bluetooth WPAN (Wireless Personal Area Network – Simsiz shaxsiy tarmoq) deb ataladi. Bluetooth yulduzsimon tarmoq topologiyasidan foydalanadi, bu esa yetti qurilmadan iborat oddiy tarmoqqa bitta kirish nuqtasi orqali ma'lumot almashishga imkon beradi.

Bluetooth 2.4 GHz ISM (sanoat, ilm-fan va tibbiyot) diapazonida ishlaydi va sakrashli chastota o'zgarishi bilan kengaytirilgan spektrli modulyatsiyadan foydalanadi: GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying); D-QPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying); 8DPSK (8-level Differential Phase Shift Keying).

Ma'lumot uzatishning maksimal tezligi quyidagicha: GFSK uchun — 1 Mbit/s; DQPSK uchun — 2 Mbit/s; 8DPSK uchun — 3 Mbit/s.

Bluetooth'da uchta kuch darajasi mavjud: 0 dBm (1 mVt); 4 dBm (2.5 mVt); 20 dBm (100 mVt). Bu darajalar qurilma ishlash masofasini belgilaydi. Standart ishlash masofasi taxminan 10 metr, maksimal quvvatda esa 100 metrgacha yetishi mumkin (ochiq yo'l sharoitida).

Wi-Fi — bu kichik radiusli simsiz aloqa texnologiyasi bo'lib, IEEE 802.11 standartlari oilasi asosida ishlaydi. U odatda noutbuklar, shaxsiy kompyuterlar, aqlli televizorlar, smartfonlar, dronlar, aqlli kolonka (kamay), printerlar va avtomobillarda qo'llaniladi. Wi-Fi chastotalari nisbatan yuqori so'rilishga ega, shu sababli ular to'g'ridan-to'g'ri ko'rinishda ishlatilganda eng yaxshi natija beradi. Ko'pgina umumiy to'siqlar, masalan devorlar, maishiy texnika va boshqa qurilmalar, Wi-Fi signalining tarqalish masofasini sezilarli darajada kamaytiradi. Shu bilan birga, bu holat turli

tarmoqlar orasidagi shovqin va to'sqinliklarni kamaytirishga yordam beradi. IEEE 802.11a standarti 5 GHz chastotada ishlaydi va maksimal ma'lumot uzatish tezligi 54 Mbit/s ga teng. IEEE 802.11b va IEEE 802.11g esa 2.4 GHz chastotada ishlaydi va mos ravishda 11 Mbit/s va 54 Mbit/s tezlikda ma'lumot uzatadi.

Wi-Fi orqali aloqa o'rnatish uchun foydalaniladigan bir nechta chastota diapazonlari mavjud, jumladan: 900 MHz, 2.4 GHz, 5 GHz, 5.9 GHz, 60 GHz. Har bir chastota diapazoni bir nechta kanallarga bo'linadi. Har bir mamlakatda ruxsat etilgan kanallar bo'yicha o'ziga xos qonun-qoidalar mavjud. Wi-Fi tarmoqlari ISM (sanoat, ilm-fan va tibbiyot) diapazonida ham keng qo'llaniladi.

Ichki o'rnatilgan Wi-Fi moduli yaqin atrofdagi har qanday asosiy stansiya (router) bilan mos keladi va Wi-Fi'ning standart qamrov radiusi taxminan 90 metr bo'ladi. Bu modul yuqori o'tkazuvchanlik imkoniyatiga ega bo'lib, Wi-Fi sozlamalarining murakkabligi va energiyani ko'p talab qiladigan protokollar xarajatini qisman kompensatsiya qiladi. Bu esa mavjud tarmoqqa yangi qurilmalarni qo'shish uchun ideal variantga aylantiradi. Shunchaki, vaqt o'tishi bilan ko'plab autentifikatsiya (kirish) sozlamalarini boshqarish uchun yetarli resurslar ajratilganiga ishonch hosil qilish kerak.

ZigBee — bu kichik radiusli simsiz aloqa protokoli bo'lib, IEEE 802.15.4 standartiga asoslangan. U kam quvvat sarflovchi va arzon raqamli radio qurilmalar yordamida PAN (Personal Area Network) – ya'ni shaxsiy tarmoqlarni yaratish uchun ishlatiladi. ZigBee texnologiyasi Bluetooth yoki Wi-Fi kabi boshqa simsiz tarmoqlarga nisbatan aniqroq hisoblanadi va uy avtomatizatsiyasi hamda tibbiy qurilmalardan ma'lumot yig'ish uchun foydalaniladi.

ZigBee quyidagi sohalarda keng qo'llaniladi: Yoritishni simsiz boshqarish tizimlari (masalan, simsiz yorug'lik kalitlari), Elektr energiyasi hisoblagichlari va ularning displeylari, Transport harakatini boshqarish tizimlari, Yaqin masofali, past tezlikdagi simsiz ma'lumot uzatishni talab qiluvchi boshqa qurilmalar. Umuman olganda, ZigBee — bu kam quvvatli, past tezlikdagi va qisqa masofali (shaxsiy zonadagi) simsiz tarmoq protokoli.

Ishlash chastotalari: ZigBee texnologiyasi quyidagi ISM (sanoat, ilm-fan va tibbiyot) chastota diapazonlarida ishlaydi: 2.4–2.4835 GHz (butun dunyo bo'yicha), 902–928 MHz (AQSH va Avstraliya), 868–868.6 MHz (Yevropa). 2.4 GHz diapazoni 16 ta kanaldan iborat bo'lib, har biri 5 MHz masofada joylashgan, lekin har bir kanal faqat 2 MHz kenglikdagi signal uzatadi. ZigBee radiosi to'g'ridan-to'g'ri ketma-ketlikli kengaytirilgan spektrli kodlashdan foydalanadi. Ma'lumotlar oqimi modulyator orqali uzatiladi. 868 MHz va 915 MHz diapazonlarda BPSK modulyatsiyasi, 2.4 GHz diapazonda esa OQPSK (Offset Quadrature Phase Shift Keying) modulyatsiyasi ishlatiladi, bu esa har bir belgida 2 bit uzatishni ta'minlaydi.

Ma'lumot uzatish tezligi: 2.4 GHz diapazoni — kanal boshiga 250 kbit/sekund, 915 MHz diapazoni — kanal boshiga 40 kbit/sekund, 868 MHz diapazoni — kanal boshiga 20 kbit/sekund. Ichki (indoor) qo'llanilishda 2.4 GHz diapazoni orqali 10–20 metr masofagacha ma'lumot uzatish mumkin.

NFC (Yaqin maydonli aloqa) — bu juda qisqa masofali simsiz aloqa texnologiyasi bo'lib, asosan o'xshash qurilmalar o'rtasida ma'lumot almashinuvi va xavfsiz to'lov tranzaksiyalari uchun mo'ljallangan. Maksimal aloqa masofasi taxminan 20 sm, odatiy ishlash masofasi esa 4–5

sm atrofida. Bunday qisqa masofa aloqaning xavfsizligini oshiradi, shuningdek, aloqa shifrlangan bo'ladi.

Ko'pgina smartfonlar NFC funksiyasiga ega. NFC-ning asosiy maqsadi — foydalanuvchilar telefonlarini terminalga yaqinlashtirib to'lovlarni amalga oshirishi (tap-to-pay) imkoniyatini ta'minlash. NFC ISM 13.56 MHz chastotada ishlaydi. Bu pastroq chastotada uzatuvchi va qabul qiluvchi ramka antennalari orqali signal uzatiladi. Signal elektr maydoni orqali emas, magnit maydoni orqali tarqatiladi.

NFC texnologiyasi passiv teglarni o'qish uchun ham ishlatiladi. Ushbu teglar elektr manbaiga ega emas, ular NFC signalining energiyasini DC (doimiy tok) manbaiga aylantiradi va shu orqali tegda saqlangan ma'lumotlarni (odatda, kichik o'lchamli dastur yoki identifikatsiya) uzatadi.

RFID (Radio Frequency Identification) — bu texnologiya ob'ektlarni aniqlash, topish, kuzatish va inventarizatsiyani boshqarish uchun keng qo'llaniladi. Yaqin joyda joylashgan RFID o'quvchi qurilma (reader) kuchli radiochastota signalini yuboradi, bu signal passiv RFID tegini quvvat bilan ta'minlaydi va undan ma'lumotlarni o'qiydi.

RFID teglar — bu yassi, arzon, kichik o'lchamli qurilmalar bo'lib, ularni kerakli har qanday ob'ektga birlashtirish mumkin. Ba'zi hollarda ular shtrix-kodlarni (barcodes) almashtirib yuboradi.

RFID odatda 13.56 MHz chastotani ishlatadi (ISM diapazon), biroq boshqa chastotalar ham ishlatiladi: 125 kHz, 134.5 kHz, 902–928 MHz, RFID uchun ham bir nechta ISO/IEC standartlari mavjud.



2-rasm. Uzoq masofali simsiz aloqa texnologiyalari

LoRaWAN — bu CSS (Chirp Spread Spectrum) modulyatsiyalangan standart bo'lib, SEMTECH tomonidan ishlab chiqilgan. U 900 MHz, 868 MHz va 400 MHz chastotalarida ishlaydi. LoRaWAN yechimlari maxsus shlyuz (gateway) va datchik qurilmalari uchun mo'ljallangan.

Bu texnologiya: kichik foydali yuklamalar (payloads) uchun optimallashtirilgan, bir shlyuzga minglab qurilmalarni ulash imkonini beradi, kam kechikishli (low-latency) va kam quvvatli batareyali qurilmalar uchun ideal hisoblanadi. LoRa aloqasi: Aniqlash va shovqinlarga chidamli, Doppler siljishidan ta'sirlanmaydi, To'siqlardan o'tishga qodir. Sozlanadigan parametrlar orqali moslashtirish mumkin: LoRa texnologiyasi signalni uzatish tezligi (0.3 Kbit/s – 50 Kbit/s) va aloqa masofasi o'rtasida muvozanatni sozlash imkonini beradi, masalan, spread factor (tarqatish koeffitsienti) yordamida.

Texnologik qatlamlar: LoRa — bu fizik daraja (Physical Layer) texnologiyasi. LoRaWAN esa — bu ochiq standart

bo'lib, LoRa Alliance tomonidan qo'llab-quvvatlanadigan MAC va tarmoq darajasidagi protokol (Network Protocol) hisoblanadi. LoRaWAN qurilma klasslari: Klass A — juda kam energiya iste'mol qiluvchi qurilma. Klass B — o'rta quvvat sarf qiluvchi qurilma. Klass C — doimiy faol holatda bo'ladigan qurilma (ko'proq quvvat talab qiladi).

Masofa va ulanish imkoniyatlari: LoRaWAN datchiklari juda kam energiya sarflaydi va to'g'ridan-to'g'ri ko'rinishda 100 km gacha ikki tomonlama aloqa o'rnatishi mumkin. Oddiy sharoitlarda, ya'ni to'siqlar bo'lsa ham, 20 km gacha ishlay oladi. Shlyuzlar bir nechta qurilmalarni bog'laydi va bulut platformasi orqali boshqariladi, bu esa kattaroq tarmoqlarni ham osongina yaratish imkonini beradi.

SigFox — bu uzoqqa uzatishga mo'ljallangan simsiz aloqa texnologiyasi bo'lib, qishloq joylarda 30–50 km, shahar joylarda esa 3–10 km masofada ishlay oladi. U past ma'lumot uzatish tezligi (xabar uchun atigi 12 baytgacha) bilan ajralib turadi. Har bir qurilma uchun kuniga 140 ta xabargacha yuborish mumkin va bu texnologiya kam quvvatli ishlashga mo'ljallangan.

SigFox subgigagertsli chastota diapazonidan foydalanadi va juda tor polosali (ultra-narrowband) BPSK modulyatsiyasini qo'llaydi. SigFox texnologiyasidan foydalanuvchi qurilma ma'lumotlarni SigFox tayanch stansiyasiga yuboradi, u esa bu ma'lumotlarni SigFox bulut serveriga uzatadi. Ma'lumotlar aynan shu yerda qayta ishlanadi. SigFox SIM-karta talab qilmaydi. Yuboriladigan xabarlar soni va kunlik xabarlar limiti narxni belgilaydi. Bu texnologiya joylashuvni kuzatish, oddiy o'lchov tizimlari va asosiy signalizatsiya tizimlari kabi bir tomonlama (odatda faqat yuboruvchi) tizimlar uchun qo'llanadi.

Signal bir nechta marta yuboriladi, bu orqali qabul qilinish kafolatlanishga harakat qilinadi, ammo ba'zi cheklovlar mavjud: Batareyada ishlovchi ilovalar uchun qisqa ishlash vaqti. Xabarlarining tayanch stansiya tomonidan qabul qilinishini kafolatlashning imkoni yo'qligi.

LTE-M — litsenziyalangan subgigagertsli chastota diapazonida (700 dan 900 MGTsgacha) ma'lumot uzatadi. Yuqorilovchi va pastlovchi kanallar bo'yicha ma'lumot uzatish tezligi taxminan 1 Mbit/s ni tashkil qiladi. Bu kam quvvatli ishlashga asoslangan yondashuv batareyada ishlovchi qurilmalarning ishlash muddatini 10–20 yilgacha uzaytirishga yordam beradi.

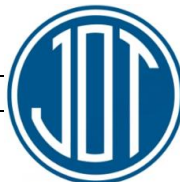
LTE-M mavjud bo'lgan uyali aloqa infratuzilmasidan foydalanadi, bu esa uni yuqori sifat talab qilinadigan xizmatlar uchun ishonchli va xavfsiz qiladi.

Biroq, LTE-M ning ayrim kamchiliklari ham bor: Litsenziyalangan uyali tarmoqlardan foydalanish narxi yuqori. Har bir qurilma uchun alohida SIM-karta talab qilinadi, bu esa xizmat ko'rsatish, o'rnatish va ekspluatatsiya xarajatlarini oshiradi. Bundan tashqari, SIM-karta bilan ishlash jarayonlari murakkab hisoblanadi.

LTE-M ning asosiy qo'llanilish sohalari: Aqlli hisoblagichlar (intellektual hisob), Aqlli shaharlar, Aqlli binolar, Sog'liqni saqlash sohasidagi bog'langan qurilmalar, Avtomobil transporti tizimlari

NB-IoT yoki **LTE Cat NB1** nomi bilan tanilgan tor polosali Internet narsalar texnologiyasi LTE standartining yana bir ishlab chiqilgan turi hisoblanadi. U tor polosali aloqa asosida ishlaydi va 180 kHz chastotalar polosidan foydalanadi.

Natijada, ma'lumot uzatish tezligi ancha past bo'ladi (pastlovchi kanal uchun taxminan 250 Kbit/s, yuqorilovchi kanal uchun esa 20 Kbit/s atrofida), bu esa FotA (Firmware



over the Air) kabi yangilanishlarni NB-IoT orqali uzatishni murakkablashtiradi.

NB-IoT texnologiyasi uch xil rejimda ishlashi mumkin: LTEning qo'riqlangan (guard band) diapazonida. Avtonom (mustaqil) diapazonda. Intrapolosali (in-band) rejimda. In-band rejimda NB-IoT to'g'ridan-to'g'ri LTE chastota polosasi ichida ishlaydi. Guard band rejimi LTE chastotasidagi foydalanilmayotgan bo'sh joydan foydalanadi. Avtonom rejim esa GSM diapazoni kabi maxsus ajratilgan chastotada ishlaydi.

NB-IoT xizmat uzatishni (handover) qo'llab-quvvatlamaydi, shuning uchun uni harakatdagi IoT qurilmalari (mobil ilovalar) uchun ishlatish maqsadga muvofiq emas.

5G — bu hozirda ishlab chiqilayotgan mobil aloqa texnologiyasining eng so'nggi yangiligi hisoblanadi. 5G texnologiyasi juda yuqori tezlikdagi aloqani ta'minlashga intiladi, bunda yuqori chastotalar (masalan, 60 GHz) va keng polosali spektrlar ishlatiladi. 5G juda yuqori ma'lumot

uzatish tezliklarini (1 dan 10 Gbit/s gacha) ta'minlashga mo'ljallangan. Shu bilan birga, energiya sarfi cheklangan IoT qurilmalari uchun u afzal variant deb hisoblanmaydi. Bugungi kunda, 5G quyidagi ikki asosiy maqsadga yo'naltirilgan: mMTC (massive Machine Type Communications) — juda ko'p sonli qurilmalarni ulash. eMTC yoki URLLC (Ultra-Reliable Low Latency Communication) — juda ishonchli va juda kichik kechikishli aloqa. eMTC va NB-IoT 5G uchun qo'llab-quvvatlansa-da, IoT uchun 5G doirasida hali aniq rejalashtirilgan yakuniy yechimlar mavjud emas.

3. Muhokamalar

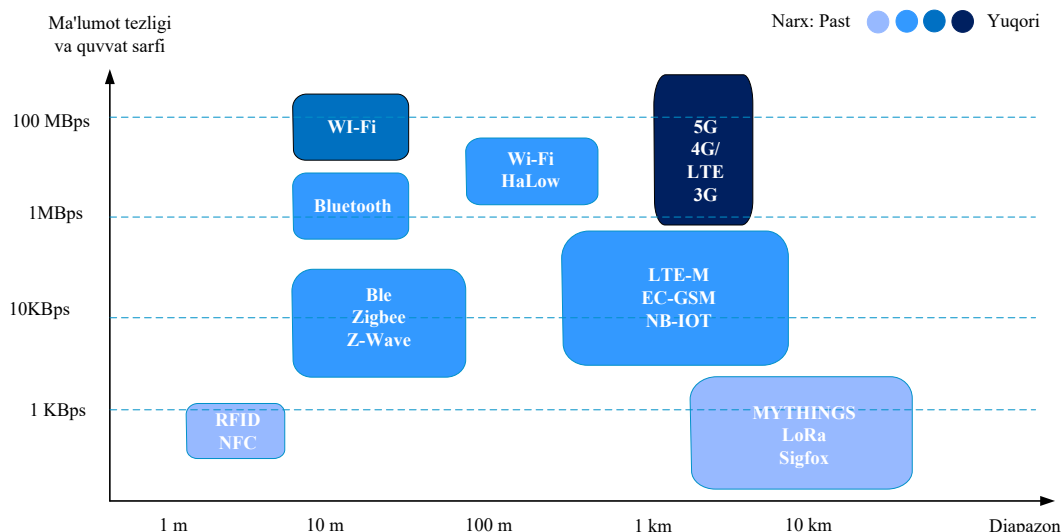
Yuqoridagi keltirilgan ma'lumotlar asosida simsiz aloqa texnologiyalarining tezlik, masofa, energiya sarfi, narxi, ma'lumotlarni ximoyalash, kanallar soni va dopler effektiga sezgirlik parametrlari 1-jadvalda tahlil qilindi.

1-jadval

Simsiz aloqa texnologiyalarining turli xil parametrlar asosidagi tahlili

Texnologiya	Tezlik	Masofa	Energiya sarfi	Narxi	Ma'lumotlarni ximoyalash	Kanallar soni	Doppler effektiga sezgirlik
Bluetooth	1-3 Mbps	100 m	Kam	Arzon	O'rtacha (AES-128)	79 (2.4 GHz)	Past (qisqa masofa tufayli minimal ta'sir)
Wi-Fi	11-3 Gbps	10-100 m	O'rtacha	O'rtacha	Yuqori (WPA3)	11-14 (2.4 GHz)	O'rtacha (yuqori chastotalarda sezilarli bo'lishi mumkin)
ZigBee	20-250 Kbps	10-100 m	Juda kam	Arzon	O'rtacha (AES-128)	16 (2.4 GHz)	Past (past tezlik va qisqa masofa tufayli)
NFC	106-424 Kbps	4 cm	Juda kam	Arzon	Yuqori	1	Yo'q (juda qisqa masofa tufayli ta'sirsiz)
RFID	10-424 Kbps	10 cm - 4 m	Kam	Juda arzon	Past	1	Yo'q (qisqa masofa tufayli ta'sirsiz)
LoRaWAN	0.3-50 Kbps	2-15 km	Juda kam	O'rtacha	Yuqori (AES-128)	8-16	O'rtacha (uzoq masofada sezilarli bo'lishi mumkin)
SigFox	100 bps	10-50 km	Juda kam	Arzon	O'rtacha	1	Yuqori (uzoq masofa va past tezlik tufayli sezgir)
LTE-M	1 Mbps	1-10 km	O'rtacha	O'rtacha	Yuqori	Ko'p (uyali tarmoq)	Yuqori (yuqori harakatlanishda sezilarli)
NB-IoT	20-250 Kbps	1-10 km	Kam	O'rtacha	Yuqori	Ko'p (uyali tarmoq)	O'rtacha (past tezlik tufayli o'rtacha ta'sir)
5G	1-10 Gbps	1-10 km	Yuqori	Qimmat	Juda yuqori (5G NR)	Ko'p (yuqori chastota)	Yuqori (yuqori chastotalar va harakatlanish tufayli sezgir)





3-rasm. Simsiz aloqa texnologiyalarining quvvat sarfi, ma'lumot uzatish tezligi, diapazoni va narxi bo'yicha bog'liqlik grafiqi

2-jadval
Strelkani boshqarishda foydalanuvchi interfeysidagi strelka indikatsiyalarining holati va UTF-8 formatidagi buruqlar hajmi

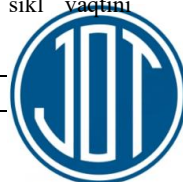
T/r	Ob'ektning ko'rsatish holati	Izohlar	Indikatsiya	Buyruq	UTF-8 formatidagi hajmi
1	Strelkas minus holatda joylashgan	Minus yo'nalishdagi uzluksiz chiziq, sariq rangdagi strelka raqami		2_strelka_minus	14 bayt
2	Strelka pilus holatda joylashgan	Pilus yo'nalishdagi uzluksiz chiziq, yashil rangdagi strelka raqami		2_strelka_pilus	15 bayt
3	Strelkaning holati nazorat qilinmayapti	Pilus va minus yo'nalishdagi uzluksiz chiziq qizil rangdagi strelka raqami		2_strelka_vzrez	15 bayt
4	Strelka quluflangan	Firuz rangli ramka ostryak zonasining atrofida		2_strelka_quluf	15 bayt

Stansiyadagi strelkalarni boshqarish va nazorat qilishda simsiz aloqa texnologiyalari yordamida boshqarish va nazorat qilishning sikl formulasi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$t = \frac{(S_{naz} + S_{xim})x + S_{rssi} + S_{buy}}{v}$$

t-sikl vaqti, S_{naz} -strelka nazoratining UTF-8 formatidagi ma'lumoti. S_{xim} -ximoya kodi. x-stansiyadagi strelkalar soni. S_{rssi} - signal kuchi ko'rsatkichi ma'lumoti. S_{buy} - strelkaga buyruq ma'lumoti. v-simsiz aloqa texnologiyasi tezligi.

Endi yuqoridagi formula yordamida stansiyadagi strelklarni nazorat qilish va boshqarish sikl vaqtini



hisoblaymiz. Bunda: $S_{naz} \approx 20bayt$, $S_{xim} \approx 10bayt$, $S_{rssi} \approx 5bayt$, $x=30$, 1-jadvalda keltirilgan ma'lumotlarda eng past ma'lumot uzatish tezligi NFC ning tezligini tanlaymiz. $v=106 Kbps$

$$t = \frac{(20 + 10)30 + 5 + 20}{1061024} \approx 0,0085s$$

Quyidagi hisob kitob natijalaridan shuni anglash mumkinki, stansiyadagi strelklarni nazarat qilish va boshqarish uchun yuqorida keltirilgan texnologiyalar tezliklarining barchasi qanoatlantirar ekan.

4. Xulosa

Temir yo'l stansiyalarida strelkalarni boshqarish va nazorat qilishda simsiz aloqa texnologiyalaridan foydalanish orqali tizimning texnik xizmat ko'rsatish qulayligi va iqtisodiy samaradorlik oshiriladi. Ammo, xavfsizlik masalalari ustuvor bo'lib qolmoqda va bu borada sertifikatlangan, sinovdan o'tgan texnologiyalarni joriy etish talab etiladi. Kelajakda 5G, LoRaWAN va IoT texnologiyalarining keng joriy etilishi bu sohada katta burilish yasashi kutilmoqda. Ushbu maqolada Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, NFC, RFID, LoRa, 5G va boshqa simsiz aloqa texnologiyalari ko'rib chiqildi va ular turli xil parametrlar asosida strelkalarni boshqarish imkoniyati o'rganib chiqildi. 1-jadvaldagi tahlil asosida strelkalarni boshqarish va nazorat qilish imkoniyatlari bo'yicha quyidagi ketma-ketlikni keltirish mumkin. LoRaWAN, NB-IoT, LTE-M, 5G.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Boltayev, S.T., Rakhmonov, B.B., Kasimova, Q.A., & Jonikulov, E.S. (2023). Intelligent Control Systems at Stations for Different Categories of Trains. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2612). American Institute of Physics Inc. <https://doi.org/10.1063/5.0114539>.
- [2] Huang, L. (2020). The Past, Present and Future of Railway Interlocking System. In 2020 IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Engineering, ICITE 2020 (pp. 170–174). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ICITE50838.2020.9231438>.
- [3] Chien, R. T., & Watson, T. J. (1964). Cyclic Decoding Procedures for Bose-Chaudhuri-Hocquenghem Codes. IEEE Transactions on Information Theory, 10(4), 357–363. <https://doi.org/10.1109/TIT.1964.1053699>.
- [4] Zeh, A., & Ulmschneider, M. (2015). Decoding of repeated-root cyclic codes up to new bounds on their minimum distance. Problems of Information Transmission,

51(3), 217–230. <https://doi.org/10.1134/S0032946015030023>

[5] S Boltayev., Q Kosimova., E Astanaliev., I Kodirov. System of automated warning messages to creatures moving on railway tracks about the approach of rolling stock //E3S Web of Conferences. – BFT-2023. – T. 460. – C. 06004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346006004>.

[6] Boltayev, S.T., & Kosimova, Q.A. (2022). Railway Point Machine Control Automation Methods. In Proceedings - International Ural Conference on Measurements, UralCon (Vol. 2022-September, pp. 290–294). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/UralCon54942.2022.9906687>.

[7] Boltayev, S.T., Rakhmonov, B.B., Kasimova, Q.A., & Jonikulov, E.S. (2023). Intelligent Control Systems at Stations for Different Categories of Trains. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2612). American Institute of Physics Inc. <https://doi.org/10.1063/5.0114539>.

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

Jonikulov Egamberdi Shavkat o'g'li/ Jonikulov Egamberdi Shavkat ugli	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomatika va telemexanika" kafedrasida tayanch doktoranti. E-mail: egamberdijonikulov@gmail.com Tel.: +998911022797 https://orcid.org/0000-0002-1130-0522
---	--

Ayapbergenov Raul Minarbay uli/ Ayapbergenov Raul Minarbay uli	Toshkent davlat transport universiteti MAB-8 guruh talabasi E-mail: raulayapbergenov289@gmail.com Tel.: +998912641615
---	--

Salohiddinov Hikmatillo Hakimjon og'li / Salokhiddinov Khikmatillo Hakimjon ugli	Toshkent kimyo-texnologiya instituti Yangiyer filiali "Avtomatika va texnologik jarayonlar".kafedrasida stajyoy o'qituvchisi E-mail: xikmat.xakimovich@gmail.com Tel.: +998909528233
--	---

Fayzullayev Qilichbek Ochilbayevich/ Fayzullayev Kilichbek Ochilbayevich	Toshkent kimyo-texnologiya instituti Yangiyer filiali "Avtomatika va texnologik jarayonlar".kafedrasida assistenti E-mail: El.poch.qilichbekfo@gmail.com Tel.: +998994407469
---	---



Analysis of methods for assessing the state of urban public transport infrastructure based on logistics principles

D.F. Yuldoshev¹^a, K.Sh. Matrasulov¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: Scientists have linked the assessment of the state of urban public transport infrastructure with various parameters, and the assessment methods, taking into account logistics principles, take into account indicators such as safety - the level of provision with digital technologies, methods of managing traffic flows, and stability. The article analyzes methods for assessing the state of urban public transport infrastructure, such as social and economic factors, monitoring and analysis, mathematical modeling, and assessment through indicators of population coverage and level of provision.

Keywords: transport infrastructure, urban public transport, mobility levels in transport, logistic principles, modeling, hierarchical assessment

Logistika tamoyillari asosida shahar jamoat transporti infratuzilmasi holatini baholash usullari tahlili

Yuldoshev D.F. ¹^a, Matrasulov K.Sh. ¹^b

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Shahar jamoat transporti infratuzilmasi holatini baholashni olimlar turli parametrlar bilan bog'laganlar, shuningdek baholash usullarida logistika tamoyillarini inobatga olgan holda xavfsizlik - raqamli texnologiyalar bilan ta'minlanganlik darajasi, harakat oqimlarini boshqarish usullari, barqarorlik kabi ko'rsatkichlarni hisobga olingan. Maqolada shahar jamoat transporti infratuzilmasi holatini baholashning ijtimoiy va iqtisodiy omillar, monitoring va tahlil, matematik modellash, aholining transport bilan qamrovi va ta'minlanganlik darajasi ko'rsatkichlari orqali baholash kabi usullar tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: transport infratuzilmasi, shahar jamoat transporti, Transportda harakatchanlik darajasi, logistik tamoyillar, modellash, ierarxik baholash

1. Kirish

Dunyoning transport tizimi rivojlangan mamlakatlarida transport jarayonlarini samarali tashkil etish, aholiga jamoat transportlari xizmatini ko'rsatish darajasini zamonaviy infratuzilmaviy islohotlar yordamida oshirish orqali shahar jamoat transporti infratuzilmasini takomillashtirish, yo'lovchilarning jamoat transportlaridan foydalanishlarida yo'nalishli avtobuslarning jozibadorligini oshirish, jamoat transporti infratuzilmasini takomillashtirish kabi masalalardagi mavjud muammolarini bartaraf etishga soha olimlarining ilmiy tadqiqot ishlari yo'naltirilmoqda. Transport tizimi va jamoat transporti infratuzilmalari rivojlangan mamlakatlar qatorida Amerika Qo'shma Shtatlari, Germaniya, Xitoy, Rossiya, Yaponiya mamlakatlarida jamoat transportlarining infratuzilmaviy ko'rsatkichlarini barqarorlashtirish va zamonaviy texnologiyalar asosida jamoat transportlarining mavjud infratuzilmaviy imkoniyatlaridan to'laqonli foydalanish, ilg'or modellash usullaridan foydalangan holda transport infratuzilmasiga ta'sir etuvchi ko'rsatkichlar va omillarning muhimlik darajalarini baholashga yo'naltirilgan yangi, nazariy va amaliy tadqiqotlar asosidagi yechimlarni ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratilmoqda. [1,5]

Respublikamizda shahar jamoat transporti infratuzilmasi holatini mintaq xususiyatlarini inobatga olgan holda baholash va bu orqali mavjud kamchiliklarni bartaraf etish yo'llarini ishlab chiqish, uni asoslash, shuningdek, ushbu xususiyatlarni inobatga oluvchi baholash metodikalarini yaratish va milliy transport infratuzilma bilan bog'liq tadqiqotlar olib borish dolzarb vazifadir.

Jumladan O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 10-yanvardagi "Aholiga transport xizmati ko'rsatish hamda shaharlar va qishloqlarda avtobuslarda yo'lovchilar tashish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi № PQ-2724 sonli Qarori, 2020-yil 30-noyabrdagi "Hududlarda jamoat transportini rivojlantirish chora-tadbirlari muhokamasi" selektor yig'ilishida qo'yilgan vazifalarida, 2022-yil 2-fevraldagi "Toshkent shahar jamoat transporti tizimini yanada rivojlantirishga doir qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ-111-son qarorida, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2020-yil 16-martdagi "Toshkent shahar yo'lovchi transporti tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi № 157 Qarorida aholiga jamoat transporti bilan ishonchli xizmat ko'rsatish choralari belgilangan. Ammo mintaqaviy ko'rsatkichlar, o'ziga hos imkoniyatlar va geografik

^a <https://orcid.org/0000-0002-6042-2737>

^b <https://orcid.org/0009-0004-3300-9228>



joylashuvdan kelib chiqqan holda jamoat transporti infratuzilmasining mavjud holatini baholab beruvchi va aniqlangan muammolarni optimal yechimiga yo'naltiruvchi mukammal usul mavjud emas. [5,7].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Hududlarda jamoat transporti infratuzilmasi holatini baholashda bir qancha muammoli hollarlar va cheklavlarning mavjud bular:

- aholiga transport jamoat transportlari xizmatlarini ko'rsatuvchi korxona va tashkilotlarda, shuningdek, transport tizimini tartibga solish va faoliyatini belgilovchi asosiy normativ xuquqiy xujjatlar tarkibida, jamoat transporti infratuzilmasi holatini umumiy baholash imkonini beruvchi milliy metodika yo'q;
- Respublikaning barcha mintaqalarida mavjud jamoat transporti infratuzilmasining texnik imkoniyatlari izchil ravishda o'rganish va aniqlangan ko'rsatkichlarni doimiy qiyosiy baholab borish zarur;
- statistik tahlillarni amalga oshirishda transport infratuzilmasiga ta'sir etuvchi ko'rsatkichlar guruhini shakllantirish lozim;
- hududlarida jamoat transportlarining mavjud infratuzilmaviy imkoniyatlari va undan foydalanish darajalari doimiy nazorat qilinmayapti.

Tadqiqot ishlarining asosiy maqsadi yuqoridagi muammoning yechimiga yo'naltirilgan bo'lib, quyidagi vazifalarni o'z ichiga oladi:

- hududlarda jamoat transporti infratuzilmasi holatini baholash masalalaridagi mavjud metodikalar va uslublarni tahlil qilish;
- jamoat transporti infratuzilmasi holatini baholashning amaldagi usullarini takomillashtirish bo'yicha taklif va tavsiyalarni ishlab chiqish.

Jamoat transportlarining mavjud infratuzilmasi holatini baholash jarayonining murakkabligi ushbu masalaga tizimli yondashishni talab qiladi.

Transport infratuzilmasi – bu infratuzilmaning bir turi bo'lib, iqtisodiy va ijtimoiy sohaning muhim elementi hisoblanadi. Transport va texnologik jarayonlar majmuasini amalga oshiradigan moddiy ishlab chiqarish tarmog'i, tovarlar va xizmatlar mavjudligi, aholining harakatchanligini ta'minlash, tashish, texnik xizmat ko'rsatish va uni amalga oshirishni ta'minlaydigan, transport faoliyati uchun mo'ljallangan, barcha turdagi transport, sanoat tarmoqlari, transport korxonalarini to'plami, ya'ni loyihalashtirilgan moddiy-texnik transport tizimlari majmuidir.

Shahar jamoat transporti infratuzilmasi zamonaviy megapolislarning samarali ishlashining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Davlat xizmatlari sifatini ta'minlash va transport tizimlari samaradorligini oshirish uchun infratuzilma holatini doimiy ravishda baholash talab etiladi.

Shahar jamoat transporti infratuzilmasining asosiy elementlari sifatida quyidagi ko'rsatkichlar qamrab olinadi:

1. Avtotransport vositalari soni, (yo'nalishli avtobuslardan tashqari) ming birlik;
2. Temir yo'l transporti harakat tarkibi va uning tashish hajmi, million yo'lochi;
3. Avtotransport vositalarida tashish hajmi yo'nalishli avtobuslardan tashqari, (million yo'lochi);
4. Avtobuslarda tashish hajmi (yo'nalishli avtobuslar kesimida), million yo'lochi;

5. Avtobuslarda yo'lovchilar aylanmasi, yo'lochi km;
6. Avtobuslar soni, (yo'nalishli avtobuslar kesimida) ming birlik;

7. Temir yo'l uzunligi, (yo'lovchi tashish yo'llari) ming km;

8. Yo'nalishli avtobuslarning marshrut uzunligi, ming km;

9. Yo'lovchi tashish xizmatini ko'rsatuvchi korxonalar soni, ta;

10. Oraliq bekatlar soni, ta;

11. Yakuniy bekatlar soni;

12. Jamoat transportlari uchun ajratilgan harakat bo'laklari uzunligi, km;

13. Shahar jamoat transporti infratuzilmasining holatini baholashda turli turkumdagi ta'siriy darajalari yuqori bo'lgan quyidagi omillarni inobatga olish mumkin.

"Moddiy-texnikaviy omillar" - moddiy-texnikaviy omillar bilvosita transport infratuzilmasining rivojlanish darajasini baholaydi, uning sifati barcha transport turlarida yuk va yo'lovchi tashishning intensivligi va ko'lamini belgilaydi. Ushbu omil transport turlarida yuk va yo'lovchilarning aylanmasini, avtomobil yo'llari, temir yo'llar, tramvaylar, trolleybuslar va suv yo'llarining zichligi va uzunligini aks ettiruvchi ko'rsatkichlar majmuasini o'z ichiga oladi. Ushbu omillar hududda mavjud bo'lgan transport vositalari, aloqa yo'llari, binolar, inshootlar, qurilmalar va jihozlar (portlar, aeroportlar, vokzallar, metrolar)dan foydalangan holda, transport kompleksi faoliyatini ta'minlovchi xo'jalik yurituvchi subyektlarning transport xizmatlariga bo'lgan ehtiyojlarini qondirish darajasini baholash uchun xizmat qiladi.

"Iste'molchi-demografik omillar" - iste'molchi-demografik omillar aholining mavjud daromadlaridan foydalangan holda transport xizmatlaridan foydalanish tendentsiyasini, shuningdek, aholiga ko'rsatilayotgan ushbu turdagi xizmatlar hajmini aks ettiradi.

Transport infratuzilmasi rivojlanish darajasini pasaytiruvchi salbiy omillar sifatida yo'l-transport hodisalari va qurbonlar soni belgilangan.

Moliyaviy omillar - moliyaviy omillar transport infratuzilmasi ob'ektlarini qurish va modernizatsiya qilishga yo'naltirilgan byudjet mablag'lari hajmini va "Transport" iqtisodiy faoliyat turi bo'yicha asosiy kapitalga investitsiyalar hajmini aks ettiradi.

Rossiya F. Olimasi, I.O.B. Karaeva tomonidan transport infratuzilmasining rivojlanish darajasini ierarxik baholanishi quyidagidek ifodalangan

$$T\Pi = \sum_{i=1}^n \gamma_i \phi \Pi_i \quad (1)$$

$$\Phi \Pi = \sum_{h=1}^m \beta_h \Psi \Pi_h \quad (2)$$

$$\Psi \Pi_i = \sum_{k=1}^t \alpha_k X_k \quad (3)$$

Bu erda n - omil ko'rsatkichlari soni, y_i - i -chi ko'rsatkichning "og'irligi", β_h - h -chi xususiy ko'rsatkichning "og'irligi", m - i -chi omil ko'rsatkichini tashkil etuvchi xususiy ko'rsatkichlar soni, x_k - xususiy ko'rsatkichlarni tashkil etuvchi sub ko'rsatkichlar, α_k - h -chi xususiy ko'rsatkichni tashkil etuvchi k -chi ko'rsatkichning "og'irligi", t - xususiy ko'rsatkichni tashkil etuvchi ko'rsatkichlar soni. [5]



Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatdiki shahar jamoat transportinfratuzilmasi holatini ifodalovchi asosiy ko'rsatkichlardan biri bu Aholining transport bilan qamrovi va harakatchanlik darajasidir.

Aholining transport bilan qamrovi va harakatchanlikni baholashda statistik tahlillar asosida, hududda tashilgan yo'lovchilar sonini hududdagi aholi soniga nisbati orqali aniqlash mumkin. Ya'ni

$$Q_{qamrov} = \frac{N_{ty}}{N_{ah}} \quad (4)$$

Bu yerda

N_{ty} - tashilgan yo'lovchilar soni

N_{ah} - shaharning umumiy aholisi soni

Ammo ushbu usul orqali xisoblar olib borilganda qamrov darajasi (harakatchanlik) juda past ko'rsatkichda bo'lishi ehtimolliqi yuqori. Chunki bu usulda transport xizmatlariga talabi mavjud bo'lmagan (transportdan foydalanmaydigan) aholi qatlamining ulushi katta. Shuning uchun ham bu usul orqali hisoblanganda aholining transport bilan ta'minlanganlik darajasi 25 % ni tashkil etmoqda (Toshkent shahri misolida).

Aholining transportda harakatchanligi bir nechta usullar yordamida baholanishi mumkin:

- hisob statistik usuli;
- aholi bandligi bo'yicha aniqlash usuli;
- shaharning hududiga bog'liqlik usuli;
- aholi soniga bog'liqlik bo'yicha aniqlash.

Hisob statistik usuli bo'yicha aholining harakatchanligi ko'rsatkichlari tezkor ma'lumotlarini olishda ishlatish mumkin. Bunda umumiy jamoat transportlarida yil davomida tashilgan yo'lovchilar sonini shaharda yashovchi aholi soniga nisbati olinadi. Yani

$$P = \frac{Q}{N_j} \quad (5)$$

Bu erda:

Q - umumiy jamoat transportlarida yil davomida tashilgan yo'lovchilar soni

N_j - shaharda yashovchi aholi soni

Ushbu usulda xisoblanganda o'rtacha 15-20 % shaharga kirib keluvchilarning ulushini ham inobatga olish lozim. (shaharga kirib keluvchilarning ulushi shaharning toifasi va umumiy infratuzilmasiga bog'liq). Hisob statistik usulining avzalligi aholining harakatchanligini baholashda dala tadqiqotlarini rejalashtirish, ishchi guruh tashkil etishni va tadqiqotni o'tkazishni shuningdek olingan natijalarning xatoliklarini murakkab usullar yordamida tekshirishni talab etmaydi. Bu usulda mavjud statistik ko'rsatkichlar yordamida kerakli tahlillarni amalga oshirish imkoniyatining mavjudligi boshqa muqobil usullardan afzalligini ko'rsatadi.

Transportda harakatchanlik darajasini, aholining bandlik darajasi bo'yicha quyidagicha aniqlash mumkin (2- ifoda). Shahar aholisi bandlik darajasiga bog'liq ravishda guruhlariga bo'linadi va har bir guruh yil davomida mumkin bo'lgan qatnovlar sonini belgilaydi. [4,6],

$$\sum Q_z = \sum_{i=1}^n (H_{ji} \mu_i D_{ni} P_{ei}) \quad (6)$$

Bu erda:

H_{ji} - Har bir aholi guruhidagi yashovchilar soni (ishchilar, talabalar, ishsizlar)

μ_i - umumiy transportdan foydalanuvchi aholini xisobga oluvchi koeffitsiyent

D_{ni} - har bir guruh aholisini yil davomidagi qatnov kunlari (ishchilar- o'rtacha 250 kun, talabalar o'rtacha 263 kun)

P_{ei} - har bir gurux aholisining kun davomidagi qatnovlar soni (ishchilar, talabalar o'quvchilar uchun 2-3 marta, madaniy va kundalik maqsadlarda 1-3 marta) [6],

jamoat transporti bilan ta'minlanganlikni (I) hududdagi aholi soni va umumfoydalanish transport vositalari o'rtacha sig'imining yig'indisi ko'rsatkichlari bilan bog'liqlik formulasi quyidagicha,

$$I = \frac{1000 \sum a_i}{H} \quad (7)$$

bu yerda: $\sum a_i$ - ishdagi umumfoydalanish transport vositalari meyoriy sig'imining yig'indisi, yo'lovchi; H - shahar aholisi soni, nafar.

Ma'lum hudud uchun qatnovda bo'lishi zarur bo'lgan transport vositalari sonini (A) aniqlashda quyidagi formuladan foydalanish mumkin.

$$A = \frac{P_n R \eta}{365 V_3 T_{um} q_n \gamma_{cm} 100} \quad (8)$$

bu yerda: P_n - yillik bajarilgan transport ishi; R - mazkur sig'imli transport vositasining tashigan yo'lovchi ulushi, %; η - yo'lovchilar oqimining mavsumiy o'zgaruvchanlik koeffitsiyenti, ($S=I, I$); V_3 - yo'lovchi transportining ekspluatatsion harakat tezligi, km/soat ($V_3=15-17$); T_{um} - transport vositasining ish vaqti, soat ($T_{ish}=14$); q_n - transport vositasining sig'imi; γ_{cm} - o'rtacha sutkalik transport vositasining sig'imidan foydalanish koeffitsiyenti ($\gamma_{cm}=0,33$). [4,7]

Bugungi kunda transport jarayonlari bilan bog'liq ko'rsatkichlarni tahlil qilishda logistik tamoyillarni ham inobatga olish zarurdir. Shahar jamoat transporti infratuzilmasi holatini baholash uchun texnik va logistika parametrlarini o'z ichiga olgan kompleks yondashuvdan foydalanish lozim. Logistika tamoyillaridan foydalangan holda shahar jamoat transporti infratuzilmasi holatini quyidagicha baholash mumkin.

Transporti infratuzilmasi holatini baholash bir necha bosqichlarni o'z ichiga oladi. Asosiy bosqichlar sifatida quyidagilarni keltirish mumkin:

- infratuzilmaning joriy holati to'g'risida ma'lumotlar to'plash;
 - to'xtash va stansiyalardagi yo'llar, transport vositalari, jihozlarning texnik holati to'g'risida dolzarb ma'lumotlarni olish uchun monitoring tizimidan foydalanish va tahlillarni amalga oshirish;
 - yo'lovchilarni tashish transport vositalari harakatini kuzatish, transport va yo'lovchilar oqimi zichligini tahlil qilish, sensorlar va GPS tizimlari ma'lumotlarini tahlil qilish;
 - logistik ko'rsatkichlarni tahlil qilish;
 - yo'lning turli uchastkalarida harakat zichligini baholash, (tirbandliklar, kechikishlar va to'xtashlar davomiyligi bilan bog'liq vaqt yo'qotishlarini tahlil qilish).
 - avtotransport vositalarini marshrutlar bo'ylab taqsimlash samaradorligini o'rganish.
 - infratuzilma holatini prognozlash;
 - aholining o'sishi, transport oqimining o'zgarishi va yangi texnologiyalarni joriy etish kabi infratuzilmani o'zgartirishning mumkin bo'lgan loyihalarni tahlil qilish.
- Tahlil asosida transport tarmog'ining ishlashini optimallashtirish bo'yicha yechimlar taklif etiladi. Bu yo'llarni rekonstruksiya qilish, yo'nalishlarni o'zgartirish,



harakatni boshqarish tizimini takomillashtirish va yo'lovchilarga xizmat ko'rsatishni yaxshilash uchun yangi texnologiyalarni joriy etish bo'yicha takliflarni o'z ichiga olishi mumkin. Shahar jamoat transporti infratuzilmasini baholashda logistika tamoyillaridan foydalanish, tizimning samaradorligini oshirish va resurslarni optimallashtirishga

imkon beradi. Bu metodologiya orqali transport tizimi yanada samarali, xavfsiz va barqaror rivojlanishiga erishiladi.

Logistika yondashuvlar asosida ShJT infratuzilmasi holatini baholashni amalga oshirishda zamonaviy vositalar va texnologiyalarni qo'llash maqsadga muvofiq.

1-jadval

Logistika yondashuvlar asosida ShJT infratuzilmasi holatini baholashni amalga oshirishda zamonaviy vositalar va texnologiyalar

T/r	Zamonaviy vositalar va texnologiyalar nomi	Zamonaviy vositalar, texnologiyalarning qo'llanilishi va ularning xususiyatlari
1	Harakatni boshqarish tizimlari (SCADA, ITS)	Ushbu tizimlar real vaqt rejimida transport oqimlarini kuzatish va boshqarish, infratuzilmadagi to'siqlarni aniqlash va transport operatsiyalarini optimallashtirish imkonini beradi
2	Geoaxborot tizimlari (GIS)	GISdan foydalanish yo'l tarmog'i, transport yo'nalishlari va transport infratuzilmasining boshqa elementlari haqidagi ma'lumotlarni tahlil qilish imkonini beradi.
3	Nazorat va ma'lumot qurilmalari (datchiklar va detektorlar)	Yo'llar, transport vositalari va piyodalar oqimining holatini kuzatish uchun sensorlarni o'rnatish infratuzilmaning joriy holatini tezkor baholashga yordam beradi
4	Jarayonlarni o'rganish va sun'iy intellekt algoritmlari	Ushbu texnologiyalar transportni bashorat qilish va marshrutlar va transport vositalarini taqsimlash uchun maqbul echimlarni aniqlash uchun ishlatilishi mumkin.

Shahar jamoat transporti infratuzilmasi holatini baholash usullarini takomillashtirish uchun logistik tamoyillar asosida modellashtirish yoki matematik usuldan foydalanishning usullarini qo'llash maqsadga muvofiq. Jamoat transporti

infratuzilmasi va uning samaradorligini baholash uchun logistik modellashtirishda quyidagi tamoyillardan foydalanish mumkin. (2-jadval) [9,10].

2-jadval

ShJT infratuzilmasi holatini baholashni logistik tamoyillar asosida modellashtirish usullari

T/r	Modellashtirish turkumlari	
	Logistik tamoyillar asosida modellashtirish usullari	Logistik tamoyillar asosida modellashtirish usullarining xususiyatlari
1	Transport oqimlarini aniqlash (Flow analysis)	Jamoat transporti tizimining samaradorligini baholash uchun transport oqimlarini (avtobuslar, tramvaylar, metrolar) tahlil qilinadi.
2	Tuzilma va resurslarni tahlil qilish (Infrastructure and Resources)	Transport vositalari va stansiyalar, bekatlar, yo'llar va boshqalar infratuzilmaning bir qismi sifatida ko'rib chiqiladi. Infratuzilma va resurslarning samarali joylashuvi va ulardan foydalanish darajasi, shuningdek, ularni optimal ravishda boshqarish tizimi modellashtiriladi
3	Mijozlar talabini qondirish jarayonlarini modellashtirish (Demand Forecasting)	Jamoat transportining samaradorligini baholash uchun yirik yo'lovchi oqimlarini prognoz qilish zarur. Buning uchun talabni prognozlashda matematik modellar, masalan, vaqt seriyalari tahlili yoki regressiya modellaridan foydalanish.
4	Jarayonlarni optimallashtirish (Optimization)	Transport tizimining resurslarini maksimal samaradorlik bilan taqsimlash uchun optimallashtirish metodlari qo'llash (masalan, transport oqimlarini va yo'llarni optimal boshqarish)
	Matematik modellashtirish usullari	Matematik modellashtirish usullarining xususiyatlari
5	Liniyalı Dasturlash (Linear Programming)	Jamoat transporti tizimi uchun optimallashtirish muammolarini hal qilishda liniyalı dasturlash metodidan foydalanish mumkin
6	Diskret-Events Simulyatsiyasi (Discrete-Event Simulation)	Shahar transport tizimini simulyatsiya qilishda diskret-voqealar simulyatsiyasi ishlatilishi. Bu usulda transport vositalari va yo'lovchilar oqimi vaqt o'tishi bilan qanday o'zgarishini kuzatish tahlillarini bajarish
7	Simulyatsiya modeli	Vaqt, tezlik, xarajat va boshqa omillarga bog'liq ravishda, muayyan tizim parametrlarini o'zgarishini tahlil qilish
8	Regressiya tahlili	Jamoat transportiga bo'lgan talab va yo'lovchilar sonini prognoz qilish uchun regressiya tahlilidan foydalanish. Bu model yordamida transport talabining vaqt o'tishi bilan qanday o'zgarishini, qaysi faktorlar (masalan, ob-havo, bayram kunlari) talabni oshirishi yoki kamaytirishi mumkinligini tahlil qilish



9	Vaqt seriyalari prognozi	Yo'lovchilar oqimi va transport vositalari harakati haqida vaqt seriyalarini tahlil qilish orqali kelajakdagi talabni aniqroq prognozlash
10	Graf Tahlili -Graflar nazariyasi (Graph Theory)	Jamoat transporti tizimining tarmog'ini graf sifatida modellashtirish mumkin. Har bir bekat va yo'l bog'lanishlarini tugunlar va qirralar sifatida ifodalab, optimal marshrutlarni aniqlash uchun grafik algoritmlardan (Dijkstra algoritmi) foydalanish

Shahar jamoat transporti infratuzilmasini baholash va takomillashtirishda logistik tamoyillar asosidagi modellashtirish va matematik usullar muhim ahamiyatga ega. [9]

Bu usullar transport tizimining samaradorligini oshirishga, xarajatlarni kamaytirishga va yo'lovchilar uchun qulay sharoitlar yaratishga yordam beradi. Chiziqli dasturlash, simulyatsiya, regressiya tahlili, va grafik tahlil kabi usullarni qo'llash orqali shahar transport tizimi uchun samarali va optimallashtirilgan modellarni yaratish mumkin.

Shahar jamoat transporti infratuzilmasi holatini baholash usulini takomillashtirish uchun logistik tamoyillar asosida modellashtirish yoki matematik usuldan foydalanishning ba'zi yo'llari mavjud. Quyida bu masalani yechish uchun qadamlarni va matematik modellashtirishni qanday amalga oshirish mumkinligini ko'rib chiqamiz.

3. Xulosa

Logistika tamoyillaridan foydalangan holda shahar jamoat transporti infratuzilmasi holatini baholash usulini takomillashtirish - samarali transport tizimlarini rivojlantirishda muhim qadamdir.

Transport oqimlarini monitoring qilish, baholash va tashishni optimallashtirish jarayonlariga logistika texnologiyalarini joriy etish, xizmat ko'rsatish sifatini oshirish, operatsion xarajatlarni kamaytirish va atrof-muhitga ta'sirini minimallashtirishga yordam beradi.

Shahar jamoat transporti infratuzilmasi holatini baholashni logistik tamoyillar asosida modellashtirish usullari samarali amalga oshirish uchun zamonaviy texnologiyalarni asosida tadqiqotlarni rivojlantirishni davom ettirish va shahar transporti infratuzilmasi sohasida innovatsion yechimlarni faol joriy etish zarurdir.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 02.02.2022-yildagi "Toshkent shahri jamoat transporti tizimini yanada rivojlantirishga doir qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ-111-son. (lex.uz/docs/5847479)
- [2] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevral kunidagi "Jamoat transporti tizimini isloh qilish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-59-son.
- [3] Yo'ldoshev D.F., Hududlarda aholining jamoat transporti bilan qamrov darajasi va harakatchanlikni baholash. Ilm-fan va innovatsion rivojlanish jurnali, ISSN

2181-9637, Volume 7 | Issue 4 | July – august 2024. Toshkent.

[4] В.С.Мун., Пассажирский автомобильные перевозки. Ташкент.1990.-206 с.

[5] Ю.В. Катаева. Интегральная оценка уровня развития транспортной инфраструктуры региона. Вестник Премского университета. Премск.2013.

[6] В.С.Мун. Пассажирский автомобильные перевозки. Ташкент.1990.-206

[7] Samatov G'.A., Abdullaev.B.I.- Jamoat transportida tashishni tashkil etish va boshqarish.Toshkent. 2022. – 174 s.

[8] Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками. М.. Академия. 2010. – 400 с.,

[9] С.А. Беляев [и др.]. (2016). Теория и практика применения корреляционно-регрессионного анализа в исследованиях – Курск: Деловая полиграфия

[10] BotirAbdullaev, DavronYuldoshev, Tolqin Muminov, and Dilmurod Axmedov (2021). Improving the method of assessing road safety at intersections of single-level highways E3S Web of Conferences 264, 05027 (2021).CONMECHYDRO

2021.<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405027>

[11] <http://www.dissercat.ru>

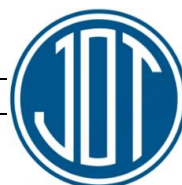
[12] www.tashbus.uz

[13] <https://www.mintrans.uz/>

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

Yo'ldoshev Davron Furkat o'g'li/ Yuldoshev Davron Furkat ugli	Toshkent davlat transport universiteti "Transport logistikasi" kafedras t.f.f.d. (Phd) E-mail: davron.yoldoshev@bk.ru Tel.: (+99897) 4114169 https://orcid.org/0000-0002-6042-2737
---	---

Matrasulov Kaxramon Shixnazarovich / Matrasulov Kaxramon Shikhnazarovich	Toshkent davlat transport universiteti "Transport logistikasi" kafedras Katta o'qituvchi E-mail: kaxramonmatrasulov207@gmail.com Tel.: (+99890)8078207 https://orcid.org/0009-0004-3300-9228
--	--



Analysis of failures of components in a complex of backup power sources for signaling and communication devices on a railway section using the Petri net and Monte Carlo method

N. Yaronova¹^a, A. Ablayeva¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article presents an integrated approach to the reliability analysis of a backup power supply system for signaling and communication devices in railway transport. The model includes batteries, diesel generators, and alternative energy sources. A Petri net is used to analyze the logic of operation and switching between power sources, providing a visual representation of the system's structure and revealing potential conflicts. The Monte Carlo method is employed to quantitatively assess the system's reliability under various conditions. The simulation results demonstrate the impact of individual component failures on the overall stability of the system and help identify the most vulnerable elements, which is essential for subsequent optimization and improving the overall reliability of the power supply in railway infrastructure.

Keywords: power supply, Petri net, Monte Carlo method, reliability, backup sources

Анализ отказов компонентов комплекса резервных источников электропитания устройств сигнализации и связи на железнодорожном участке с помощью сети Петри и метода Монте-Карло

Н. Яронова¹^a, А. Аблаева¹^b

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В данной статье представлен интегрированный подход к анализу надежности системы резервного электропитания устройств сигнализации и связи на железнодорожном транспорте. В модели учтены аккумуляторные батареи, дизельные генераторы и альтернативные источники энергии. Для анализа логики функционирования и переключения между источниками используется сеть Петри, позволяющая визуализировать структуру и выявить потенциальные конфликты в работе системы. Оценка вероятности отказов проводится методом Монте-Карло, что позволяет количественно определить уровень надежности системы при различных параметрах. Результаты моделирования демонстрируют влияние отказов отдельных компонентов на устойчивость всей системы и дают возможность выявить наиболее уязвимые звенья, что важно для последующей оптимизации и повышения общей надежности энергоснабжения на объектах железнодорожной инфраструктуры.

Ключевые слова: электропитание, сеть Петри, метод Монте-Карло, надежность, резервные источники.

1. Введение

Эффективное управление системой электропитания имеет ключевое значение для обеспечения стабильности и надежности сложных технических объектов, таких как системы железнодорожной сигнализации и связи. Перебои в подаче энергии могут привести к отказам критически важных компонентов, увеличению времени простоя, нарушению графика движения поездов и, как следствие, к значительным экономическим убыткам и рискам для безопасности пассажиров.

Для повышения устойчивости таких систем повсеместно внедряются резервные схемы

электропитания, включающие аккумуляторные батареи, дизельные генераторы, а в ряде случаев – и альтернативные источники энергии (например, солнечные панели). Однако успешная эксплуатация резервных источников требует не только физического наличия оборудования, но и интеллектуальной системы управления, способной в режиме реального времени координировать переключения, отслеживать состояние компонентов и предсказывать возможные отказы.

Одной из ключевых задач в этой области является разработка и внедрение методов, позволяющих моделировать сложные процессы переключения между источниками питания, оценивать вероятность отказов и обеспечивать своевременное реагирование. В последние годы особое внимание уделяется сочетанию

^a <https://orcid.org/0000-0003-1781-5997>

^b <https://orcid.org/0000-0002-7713-1602>



графических и имитационно-статистических методов. В частности, сети Петри зарекомендовали себя как эффективный инструмент для визуализации логики функционирования систем с параллельными и последовательными процессами. Они позволяют отразить взаимосвязи между элементами системы, выявить потенциальные конфликты, тупиковые состояния и определить оптимальные алгоритмы переключения. Метод Монте-Карло, основанный на многократном случайном моделировании, предоставляет возможность количественно оценить надёжность системы, учитывая вероятностную природу отказов компонентов, временные параметры и статистику эксплуатации. Совместное применение этих методов позволяет охватить как структурно-логическую, так и стохастическую природу функционирования системы электропитания [1].

Настоящая работа предлагает интегрированный подход, основанный на объединении сети Петри и метода Монте-Карло, для анализа надёжности резервных систем электропитания, используемых в системах сигнализации и связи на железнодорожном транспорте. Такой подход позволяет не только моделировать структуру и поведение системы в различных режимах работы, но и проводить оценку вероятности отказа на основе реальных статистических данных.

Предложенная методология обладает высокой универсальностью и применимостью не только в железнодорожной отрасли, но и в других сферах, где требуются высокие показатели надёжности и отказоустойчивости – энергетике, телекоммуникациях, промышленной автоматике и критически важных объектах инфраструктуры.

2. Методика исследования

Сеть Петри – это математический и графический инструмент, который часто используется для моделирования систем с параллельными и последовательными процессами. В данном случае, сеть Петри можно использовать для моделирования алгоритма переключения источников питания для системы электропитания железнодорожных систем сигнализации и связи [2].

Работа системы представлен следующим образом: система получает питание от основного источника (аккумулятор или дизельный генератор). В случае отказа основного источника система переключается на альтернативный источник. При восстановлении основного источника питание возвращается к нему.

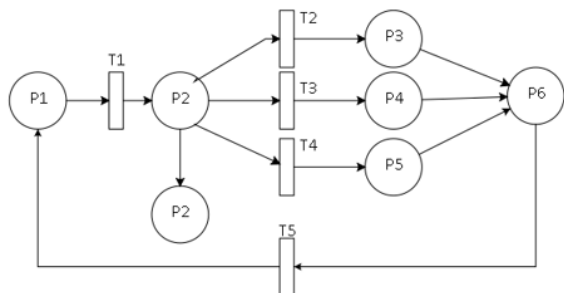


Рис. 1. Сеть Петри системы управления электропитанием устройств сигнализации и связи

На рис. 1. представлена сеть Петри, иллюстрирующая процесс управления системой электропитания устройств сигнализации и связи на железнодорожном транспорте.

Основные компоненты сети Петри для представленной системы:

- места (Places) – состояния системы, например, «Основной источник питания включен», «Аккумулятор готов», «Солнечная энергия доступна» и т.д.;
- переходы (Transitions) – события, которые инициируют изменения состояния, например, «Отключение основного питания», «Переключение на аккумулятор», «Переключение на альтернативный источник» и т.д.;
- дуги (Arcs) – связи, которые соединяют места и переходы, определяя последовательность событий.

Определение мест: P1 – основной источник питания включен; P2 – основной источник питания отключен; P3 – аккумулятор готов к использованию; P4 – дизель-генератор готов к использованию; P5 – альтернативный источник (солнечная или ветровая энергия) доступен; P6 – система сигнализации и связи получает питание.

Определение переходов: T1 – отключение основного источника питания; T2 – переключение на аккумулятор; T3 – переключение на дизель-генератор; T4 – переключение на альтернативный источник (солнечную или ветровую энергию); T5 – восстановление основного источника питания.

Схема работы сети Петри

1. Начальное состояние. Метка находится в P1 (основной источник питания включен).

2. Отключение основного источника. Если основной источник отключается, метка перемещается в P2 через переход T1.

3. Переключение на запасные источники:

- если метка находится в P2 и аккумулятор готов (P3), то происходит переход T2, и метка перемещается в P6, обеспечивая питание от аккумулятора;

- если аккумулятор не готов, система переходит к дизельному генератору через переход T3, и метка снова перемещается в P6;

- если ни аккумулятор, ни дизель-генератор недоступны, происходит переключение на альтернативный источник через T4, и метка перемещается в P6.

Использование сети Петри позволяет:

- наглядно показать последовательность и логику переключения источников питания;

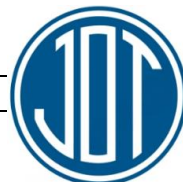
- проанализировать условия и конфликты, которые могут возникнуть при необходимости резервного питания;

- моделировать систему с учетом вероятности одновременных отказов разных компонентов и их влияния на стабильность питания [3-5].

Таким образом, сеть Петри помогает не только визуализировать алгоритм работы системы электропитания, но и проводить более детальный анализ устойчивости системы к отказам и оптимизировать процесс переключения источников.

3. Результаты исследования

Для моделирования отказов в системе электропитания железнодорожной сигнализации и связи



с использованием метода Монте-Карло можно выполнить следующий пошаговый анализ.

Предположим, что вероятность отказа каждого резервного компонента (аккумулятор, дизельный генератор и альтернативный источник энергии) является независимой. Если известны вероятности отказа для каждого компонента за один и тот же временной период, вероятность полного отказа всех источников резервного питания можно вычислить как произведение вероятностей отказа каждого компонента:

$$P_{\text{общ}} = P_A \cdot P_{\text{ДГ}} \cdot P_{\text{АИЭ}},$$

где P_A – вероятность отказа аккумулятора;

$P_{\text{ДГ}}$ – вероятность отказа дизельного генератора;

$P_{\text{АИЭ}}$ – вероятность отказа альтернативного источника энергии.

Метод Монте-Карло позволяет численно оценить вероятность полного отказа, проводя серию случайных испытаний. В каждом испытании определяется, работает ли каждый источник питания. Если все три источника одновременно выходят из строя, фиксируется отказ системы [6].

Параметры Симуляции:

- количество итераций симуляции: $N = 10000$ (для большей точности);

- для каждого источника генерируется случайное значение, и проверяется, превышает ли оно установленную вероятность отказа;

- определение вероятностей отказа. Вероятности отказов задаются для каждого резервного источника. Эти значения можно настроить в зависимости от реальных данных по надежности оборудования [7-9];

- инициализация симуляции методом Монте-Карло. Симуляция проводится на 10,000 итерациях. Чем больше итераций, тем точнее результаты.

Цикл симуляции:

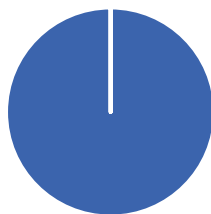
- для каждой итерации генерируется случайное значение (между 0 и 1) для каждого источника;

- если случайное значение для каждого источника меньше его вероятности отказа, это означает, что он вышел из строя;

- Если все три источника выходят из строя одновременно, это фиксируется как полный отказ системы.

Вероятность отказа рассчитывается как отношение количества отказов к общему числу итераций. Вероятность стабильной работы — как дополнение к вероятности отказа [10-14].

График с круговой диаграммой визуализирует вероятность отказа и стабильной работы системы представлен на рис 2.



■ Полный отказ системы ■ Стабильная работа

Рис. 2. Вероятность стабильной работы и полного отказа системы

Вероятность полного отказа системы – показывает вероятность того, что все источники резервного питания выйдут из строя одновременно. Вероятность стабильной работы системы – вероятность того, что хотя бы один из источников резервного питания продолжит работать [15].

Эта модель помогает оценить риски и, если вероятность отказа оказывается высокой, может побудить проектировщиков к пересмотру системы резервного питания.

Для визуализации зависимости вероятности отказа системы от различных параметров мы можем построить линейные графики, показывающие, как вероятность полного отказа системы меняется при изменении:

1. Вероятности отказа каждого компонента (например, аккумулятора, дизельного генератора или альтернативного источника);

2. Количество итераций в методе Монте-Карло для наглядного подтверждения устойчивости результатов.

На рис. 3 представлен график зависимости вероятности отказа системы от вероятности отказа каждого компонента, изменяя вероятность отказа одного из компонентов, фиксируя другие, для оценки влияния на общую вероятность. На рис 3. ось X показывает вероятность отказа аккумулятора, ось Y показывает общую вероятность отказа системы.

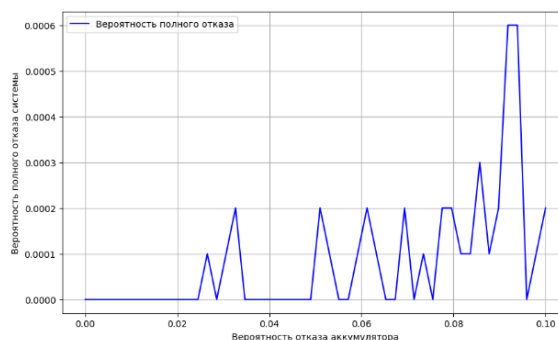


Рис. 3. График зависимости вероятности отказа системы от вероятности отказа каждого компонента

График демонстрирует, как увеличение вероятности отказа аккумулятора повышает общую вероятность отказа всей системы. Этот анализ можно повторить, изменяя другие компоненты (например, дизельный генератор или альтернативный источник) для исследования их влияния на стабильность системы. График позволит наглядно увидеть, как изменение вероятности отказа одного компонента влияет на вероятность полного отказа, что важно для оценки надежности системы.

Для наглядности изменения вероятности отказа каждого компонента (аккумулятор, дизельный генератор и альтернативный источник энергии) и влияния на общую вероятность отказа системы, укажем все компоненты на одном графике. На рис 4. видно, как вероятность отказа всей системы изменяется при варьировании вероятностей отказа каждого из компонентов по отдельности, в то время как другие остаются фиксированными.

На рис 4. ось X представляет вероятность отказа отдельного компонента (аккумулятора, дизельного генератора или альтернативного источника), ось Y показывает вероятность полного отказа системы при увеличении вероятности отказа данного компонента,

линии представляют влияние отказа каждого компонента на общую вероятность отказа системы.

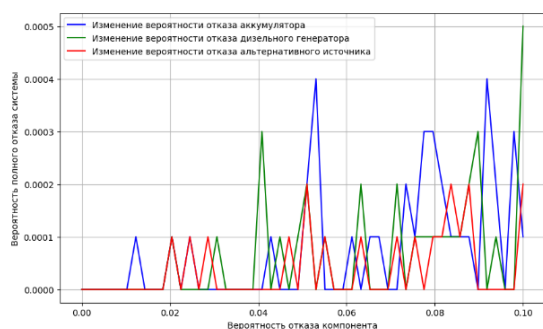


Рис. 4. График влияния отказов различных компонентов на надежность системы

Такой подход к визуализации позволяет сразу видеть, какой компонент оказывает большее влияние на отказ системы и при каких условиях, что важно для оптимизации надежности системы в целом.

4. Заключение

В данной работе представлен интегрированный подход к анализу отказоустойчивости систем резервного электропитания устройств сигнализации и связи на железнодорожных участках с использованием сети Петри и метода Монте-Карло. Предложенное решение позволило объединить графическую интерпретацию логики переключений источников питания и количественную оценку надёжности на основе вероятностных характеристик отказов компонентов.

Преимуществами разработанного подхода являются повышенная точность моделирования за счёт учета случайного характера отказов, гибкость анализа с возможностью моделирования различных сценариев функционирования системы, визуализация сложных процессов переключения между источниками питания с помощью сети Петри, что облегчает отладку алгоритмов управления, а также возможность интеграции в систему цифрового мониторинга, включая прогнозирование отказов и автоматическую коррекцию.

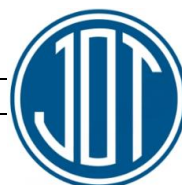
Сравнительный анализ с традиционными методами оценки надёжности (например, методами на основе дерева отказов или исключительно аналитических расчётов) показал, что предложенный подход позволяет снизить вероятность пропуска критических состояний системы, сократить затраты на тестирование за счёт имитационного моделирования и повысить обоснованность проектных решений в области резервного электропитания.

Новизна работы заключается в разработке интегрированного подхода к оценке надёжности резервных систем электропитания на основе одновременного применения сети Петри и метода Монте-Карло. Предложено совмещение структурной визуализации процессов переключения с вероятностным моделированием отказов, что позволяет не только выявлять потенциальные узкие места в архитектуре системы, но и количественно оценивать риски отказа при различных сценариях эксплуатации. Такой подход расширяет возможности традиционного

анализа и может быть адаптирован к другим критически важным объектам инфраструктуры.

Использованная литература / References

- [1] Jensen, K., Coloured Petri Nets: Basic Concepts, Analysis Methods and Practical Use, Springer, 1997.
- [2] Rubinstein, R.Y., Kroese, D.P., Simulation and the Monte Carlo Method, Wiley, 2016.
- [3] Сидоров, А.В., Анализ отказов систем электропитания, Журнал энергетических систем, 2023.
- [4] Яронова Н.В., Аметова А.А. Сравнительный анализ аккумуляторных батареи для бесперебойного питания устройств автоматики и телемеханики, The scientific journal vehicles and roads, 2022 №2, стр 137-144
- [5] Яронова Н.В., Аметова А.А. Построение «smart» электросети с применением инновационных технологий // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 9(90). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12289>
- [6] Трофимов, И.А., Лазарев, В.Н. Энергосбережение в транспортных системах: технологии и решения. Москва: Технопарк, 2017
- [7] Брагинский, М.В. Энергетика и транспорт: теория и практика. Москва: Транспорт, 2019.
- [8] Иванов, А.С., Кузнецов, П.В. Возобновляемые источники энергии в транспортной инфраструктуре. Санкт-Петербург: Наука, 2020.
- [9] Chen, X., Liu, H., Zhang, J. (2021). A reliability analysis method for renewable-based hybrid energy systems using improved Monte Carlo simulation. Renewable Energy, 172, 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.02.123>
- [10] Al-Khafajiy, M., Baker, T., Asim, M. et al. (2020). Real-time fault-tolerant model for industrial IoT-based railway monitoring using Petri nets. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 16(12), 7652–7662. <https://doi.org/10.1109/TII.2020.2987562>
- [11] Иванов, А. С., Кузнецов, П. В. Возобновляемые источники энергии в транспортной инфраструктуре. Санкт-Петербург: Наука, 2020.
- [12] Smith, J., Brown, L. Renewable Energy Integration in Rail Systems. Renewable Energy Journal, 2021, Vol. 35, No. 3, pp. 210-223.
- [13] Тихонов, Ю. В. Модели и алгоритмы управления энергопотреблением на транспорте. Новосибирск: Сибтех, 2018.
- [14] World Energy Council. Global Energy Transformation: Renewable Energy and Rail. Report, 2022.
- [15] Qi, J., Lu, X., Zhang, H. (2022). Reliability optimization in smart railway energy systems considering renewable uncertainty. Energy Reports, 8, 1234–1243. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.01.110>



**Информация об авторах/
Information about the authors**

Natalya Valerevna Yaronova Tashkent State Transport University,
Ph.D. in Technical Sciences, Associate
Professor of the Department of
"Radioelectronic Devices and Systems"
Email: yaronova_n@tstu.uz
Tel.: +99890 966 91 89
<https://orcid.org/0000-0003-1781-5997>

Aliye
Ayderovna
Ablayeva

Tashkent State Transport University,
postgraduate student of The
"Radioelectronic Devices and Systems"
Department
Email: aliewka4703@mail.ru
Tel.: +99897 403 42 20
<https://orcid.org/0000-0002-7713-1602>



Study of technical maintenance and repair documentation for medical equipment

O.K. Shavkatov¹

¹Andijan state technical institute, Andijan, Uzbekistan

Abstract: This article highlights the role of regular maintenance and repair of medical equipment in ensuring its operational efficiency. The main types of medical devices, their operating principles, and repair stages are described. Information is also provided on the preventive importance of maintenance, the role of technical specialists, and modern repair methods. The article aims to improve technical safety in the medical field, extend the service life of devices, and enhance the quality of medical services.

Keywords: Medical equipment, diagnostic devices, treatment devices, repair, repair documentation

Tibbiyot texnikalariga texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash hujjatlarini o'rganish

Shavkatov O.K.¹

¹Andijon davlat texnika instituti, Andijon, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada tibbiyot texnikalarining ishlash samaradorligini ta'minlashda ularni muntazam texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlashning o'rni yoritilgan. Tibbiy uskunalarning asosiy turlari, ularning ishlash prinsiplari va ta'mirlash bosqichlari bayon etilgan. Shuningdek, texnik xizmat ko'rsatishning profilaktik ahamiyati, texnik mutaxassislarining roli va zamonaviy ta'mirlash usullari haqida ma'lumotlar berilgan. Maqola tibbiyot sohasida texnik xavfsizlikni oshirish, qurilmalarning ishlash muddatini uzaytirish va tibbiy xizmatlar sifatini yaxshilashga qaratilgan.

Kalit so'zlar: Tibbiy texnikalari, diagnostik qurilmalar, davolash qurilmalari, ta'mirlash, ta'mirlash hujjatlari

1. Kirish

Zamonaviy tibbiyot sohasining ajralmas qismi bu — tibbiy texnikalaridir. Diagnostika, davolash, profilaktika va reabilitatsiya jarayonlarining deyarli barcha bosqichlarida turli xil tibbiy jihozlardan foydalaniladi. Bunday qurilmalar uzluksiz va aniq ishlashi bemorlarning sog'lig'i, ba'zida esa hayoti uchun muhim ahamiyatga ega. Shu sababli tibbiyot texnikalarining doimiy ravishda ishlash holatini nazorat qilish va zarurat tug'ilganda ta'mirlash ishlarini o'z vaqtida amalga oshirish muhim hisoblanadi. Zamonaviy tibbiyotning rivojlanishi tibbiy texnologiyalar va tibbiy uskunalarning jadal taraqqiyoti bilan chambarchas bog'liqdir. Bugungi kunda deyarli har bir tibbiyot muassasasi o'z faoliyatini turli xil diagnostika, laboratoriya va davolash uskunalari bilan ta'minlaydi. Shu sababli, tibbiyot texnikalarining to'g'ri ishlashi, ularning uzluksiz va sifatli xizmat ko'rsatishi bemorlarning salomatligini tiklash, kasalliklarni aniqlash va davolashda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Aynan shu jihatdan olib qaralganda, tibbiy texnikalarga texnik xizmat ko'rsatish va ularni o'z vaqtida ta'mirlash jarayonlari katta ahamiyat kasb etadi [1].

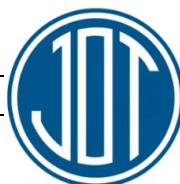
Tibbiyot texnikasining har qanday turi — bu oddiy mexanik asbobdan tortib murakkab kompyuterlashtirilgan diagnostik uskunagacha — ma'lum bir muddat mobaynida ishonchli ishlashi uchun texnik xizmat ko'rsatish va muntazam nazorat talab qilinadi. Tibbiy uskunalarning har birining o'ziga xos texnik-xizmat hujjatlari mavjud bo'lib, ular qurilmaning ishlash tamoyili, texnik tavsifi, ehtiyot qismlari, texnik xizmat ko'rsatish oralig'i, ta'mirlash

usullari va xavfsizlik choralari kabi muhim ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Ushbu hujjatlar bilan tanishish va ularni chuqur o'rganish tibbiyot texnikalariga xizmat ko'rsatuvchi mutaxassislar uchun muhim vazifa hisoblanadi [2].

Bugungi kunda tibbiyot sohasida texnik xizmat ko'rsatish bilan shug'ullanuvchi muhandislar, texnik xodimlar va servis mutaxassislari zamonaviy bilim va malakaga ega bo'lishlari zarur. Ular nafaqat uskunani mexanik jihatdan to'g'ri sozlashni, balki uning elektron, dasturiy va xavfsizlik tizimlarini ham chuqur tushunishlari kerak. Shu bilan birga, har bir uskuna bilan birga keluvchi texnik hujjatlar — ya'ni foydalanish yo'riqnomalari, xizmat ko'rsatish reglamentlari, ta'mirlash bo'yicha texnologik ko'rsatmalar, elektr sxemalar va texnik pasportlar — ularning asosiy yo'lko'rsatkichidir.

Tibbiy texnikalarga xizmat ko'rsatish va ta'mirlash jarayonida hujjatlar bilan ishlash malakasi yuqori bo'lgan mutaxassislar uskunalarning xizmat muddatini uzaytirish, ishlash sifatini oshirish va nosozliklarning oldini olish imkoniyatiga ega bo'ladilar. Masalan, ba'zida texnik xizmat ko'rsatish bo'yicha hujjatlarda belgilangan rejalashtirilgan profilaktika choralari o'z vaqtida amalga oshirilsa, jiddiy nosozliklarning oldi olinadi va shunday qilib, tibbiy xizmatning uzluksizligi ta'minlanadi. Aks holda esa, texnik xizmat ko'rsatish bo'yicha hujjatlarga e'tiborsizlik tibbiyot muassasasi faoliyatida uzilishlar, moliyaviy yo'qotishlar va, eng yomoni, bemor salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin [3].

Tibbiy texnikalarga xizmat ko'rsatishda muhim rol o'ynaydigan hujjatlarni o'rganish faqatgina ta'mirlash yoki



sozlash ishlarigagina qaratilgan emas. Ular orqali tibbiy uskuna bilan ishlovchi shifokor yoki laboratoriya xodimi ham qurilmaning xavfsiz ishlash prinsiplari, ekspluatatsiya shartlari, va favqulodda holatlarda qanday choralar ko'rish kerakligi haqida ma'lumotga ega bo'ladi. Bu esa tibbiyot xodimlarining o'z ishini ishonch bilan bajarishiga, uskunadan to'g'ri foydalanishiga va hatto baxtsiz hodisalarning oldini olishga xizmat qiladi [4].

Shuningdek, tibbiy texnikaning murakkablashib borayotgani hujjatlar bilan ishlash madaniyatini yangicha yondashuvlar bilan boyitishni talab qilmoqda. Dasturiy ta'minotga ega bo'lgan tibbiy uskunalar, IoT (Internet of Things) texnologiyalariga ulangan tizimlar, va hatto sun'iy intellekt bilan integratsiyalashgan qurilmalar hozirgi kunda keng qo'llanilmoqda. Bunday holatlarda xizmat ko'rsatuvchi mutaxassis faqatgina an'anaviy texnik ko'nikmalar emas, balki zamonaviy axborot texnologiyalari bilan ishlash, muhandislik dasturlarini tushunish va elektron hujjatlar bilan ishlash ko'nikmalariga ham ega bo'lishi kerak.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Ilmiy ishda tibbiy texnikalarga texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash hujjatlarini o'rganish masalasi kompleks va tizimli yondashuv asosida o'rganildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi zamonaviy tibbiyot muassasalarida keng qo'llanilayotgan texnikalarning servis jarayonlariga oid hujjatlar bilan ishlash amaliyotini chuqur tahlil qilish va ularning samaradorlikka ta'sirini aniqlashdan iborat bo'ldi. Shu maqsadda, respublikamizdagi o'rta va yirik tibbiy muassasalarda faoliyat yuritayotgan ultratovush diagnostika apparatlari, rentgen tizimlari, laboratoriya analizatorlari, EKG apparatlari, kompyuter va magnit-rezonans tomografiyasi kabi murakkab tibbiy texnikalar tadqiqot obyekti sifatida tanlab olindi. Ushbu texnikalarning to'g'ri ishlashi uchun zarur bo'lgan texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash hujjatlari ekspluatatsiya yo'riqnomalari, texnik pasportlar, elektr-sxematik chizmalar, xizmat reglamentlari, xavfsizlik bo'yicha ko'rsatmalar va boshqa texnologik hujjatlar — tadqiqot predmeti sifatida o'rganildi [5].

Tadqiqot metodologiyasi asosan hujjatshunoslik, texnik audit, amaliy kuzatuv, funksional diagnostika, kompyuter modellash, me'yoriy-huquqiy tahlil, hamda so'rovnoma va intervyu metodlariga asoslandi. Avvalo, har bir texnika uchun ishlab chiqaruvchi tomonidan berilgan texnik hujjatlar tizimli tahlil qilinib, ularning mazmuni, to'liqligi, amaliy foydaliligi, texnik xizmat oralig'i va xavfsizlik choralari yoritilganlik darajasi o'rganildi. Bu jarayonda xalqaro me'yorlar, xususan ISO 13485, IEC 60601 standartlari, hamda O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligi tomonidan tasdiqlangan amaldagi reglamentlar bilan solishtirish tahlil o'tkazildi. Normativ hujjatlar va real servis jarayonlari orasidagi tafovutlar, hujjatlarda ko'rsatilgan ko'rsatkichlarning amaliyotdagi mos kelishi yoki kelmasligi aniqlashtirildi [6].

Texnik holatni real baholash maqsadida tanlangan tibbiy texnikalarda texnik audit va funksional testlar o'tkazildi. Bu orqali servis hujjatlarida belgilangan xizmat sikllarining uskunaning ishlash sifatiga qanchalik ta'sir qilishi aniqlab berildi. Jumladan, texnik xizmat oralig'i, ehtiyot qismlarni almashtirish intervallari va profilaktika ishlarining o'z vaqtida bajarilishi uskunaning ishlash davomiyligi va nosozliklar chastotasiga qanday ta'sir ko'rsatishi kuzatildi.

Bundan tashqari, texnik xizmat ko'rsatish bo'yicha faoliyat olib borayotgan mutaxassislar, muhandislar va servis bo'limi xodimlari o'rtasida so'rovnoma va chuqurlashtirilgan intervyular tashkil qilindi. Bu orqali hujjatlardan foydalanish samaradorligi, ularning tushunariligi, til to'liqligi (ayniqsa ingliz tilidan noto'g'ri tarjimalar), servis jarayonida uchraydigan qiyinchiliklar haqida to'g'ridan-to'g'ri amaliy fikrlar olindi. Ayniqsa tajribali servis xodimlarining yondashuvi asosida muayyan hujjatlarining foydalilik darajasi, ularning real xizmat ko'rsatishdagi o'rni va takomillashtirish zarurati ochib berildi [7].

Ba'zi servis bosqichlarining takrorlanuvchanligini aniqlash hamda hujjatlarda berilgan ma'lumotlarning real vaqt bo'yicha samaradorligini tahlil qilish maqsadida kompyuter modellash usullaridan foydalanildi. Grafik ko'rinishdagi vizual analizlar orqali texnik xizmat sikllarining vaqti, nosozliklarning chastotasi, ehtiyot qismlar eskirish sur'atlari modellashirildi. Bu usul hujjatlardagi reglamentlar bilan real ko'rsatkichlar orasidagi muvofiqlik darajasini aniqlashda juda samarali bo'ldi.

Tadqiqot 2023–2025 yillar davomida Andijon shahri va viloyatidagi yirik tibbiyot muassasalarida olib borildi. Jumladan, Respublika ixtisoslashtirilgan markazlari, diagnostika klinikalari, va xususiy tibbiy xizmat ko'rsatuvchi muassasalar qamrab olindi. Uskunalar tanlanayotganda ularning sog'liqni saqlash tizimida keng qo'llanilishi, texnologik murakkabligi, xizmat ko'rsatish ehtiyoji yuqoriligi, xalqaro sertifikatlariga ega bo'lishi kabi mezonlarga e'tibor qaratildi. Shu bilan birga, hujjatlarining tahlili uchun ularning mazmungan to'liqligi, grafik va sxemalar mavjudligi, amaliy ishlatishdagi qulayligi, servis bosqichlarining aniq belgilanganligi, va til jihatidan qulayligi asosiy baholash mezonlari sifatida qabul qilindi.

Albatta, tadqiqotda ba'zi cheklovlar ham mavjud bo'ldi. Ayrim tibbiy texnikalar bo'yicha texnik hujjatlar to'liq taqdim etilmagan yoki ishlab chiqaruvchi tomonidan maxfiylik asosida yopiq holatda bo'lgan. Shuningdek, ayrim klinikalarda texnik xizmat outsourcing (tashqi xizmat) orqali amalga oshirilgani sababli barcha texnik jarayonlarni to'liq kuzatish imkoniyati cheklangan holatlarda bo'ldi. Biroq mavjud imkoniyatlar doirasida yig'ilgan ma'lumotlar asosida servis hujjatlarining amaliyotdagi o'rni, ular bilan ishlashdagi yondashuvlar, mavjud muammolar va takliflar bo'yicha aniq va ilmiy asoslangan xulosalar chiqarish imkoniyati yaratildi [8].

Ushbu metodologik yondashuv tibbiy texnikalarga texnik xizmat ko'rsatishda texnik hujjatlar bilan ishlash bo'yicha tizimli qarashni shakllantirish, mavjud tajribalarni baholash va kelgusidagi takomillashtirish yo'llarini aniqlashda muhim asos bo'lib xizmat qildi. Tadqiqot natijalari ushbu yo'nalishda xizmat ko'rsatuvchi texnik mutaxassislar, servis muhandislari, hamda tibbiyot muassasasi rahbarlari uchun amaliy qo'llanma va strategik qarorlar asosini yaratishi mumkin.

3. Natija va muhokama

Tadqiqotimiz davomida tibbiy texnikalarning turlarini tahlil qildik va quyidagi ketma-ketlikda joylashtirdik.

Tibbiy texnikalar turli vazifalarni bajaradi va ularni quyidagi asosiy guruhlariga bo'lish mumkin:



1. Diagnostik qurilmalar: rentgen apparatlari, ultratovush tizimlari, EKG (elektrokardiograf), MRI, KT (kompyuter tomografiyasi) va boshqalar.

2. Davolash qurilmalari: lazer terapiyasi apparatlari, elektroterapiya uskunalari, infuzion nasoslar, sun'iy nafas oldirish apparatlari.

3. Laboratoriya uskunalari: analizatorlar, mikroskoplar, sentrifugalar.

4. Monitoring vositalari: yurak urishini, qon bosimini va kislorod darajasini o'lchovchi apparatlar.

5. Sterilizatsiya uskunalari: avtoklavlar, ultrabinafsha sterilizatorlar.

Tibbiyot texnikasiga texnik xizmat ko'rsatish soha ko'rinishi bo'yicha uni ishlatish mobaynida uni yaxshi va o'z muddatida ishlashini ta'minlaydigan bino, tashkiliy tadbirlarni uskuna, qurilma, anjom o'lchash texnikalari majmuasiga aytiladi. Xizmat muddatini o'tab bo'lgan tibbiyot texnikasiga ro'yxatdan o'chirib tashlash uchun xulosalarni shu tibbiyot texnikasiga texnik xizmat ko'rsatish tashkiloti beradi.

Ushbu qo'llanma tibbiy majmualarida o'rnatilgan va ishlatayotgan tibbiyot texnikasiga texnik xizmat ko'rsatish tizimlari uchun umumiy talablarni o'rnatadi.

Ushbu qo'llanma quyidagilarda foydalanish uchun mo'ljallangan.

✓ tibbiy faoliyat va tibbiyot texnikasini ishlatish uchun litsenziyasi bo'lgan (yuridik va fizik shaxs) barcha tibbiyot muassasalarida;

✓ tibbiyot muassasi bilan tibbiyot texnikasiga texnik xizmat ko'rsatish uchun tegishli litsenziya akkreditatsiya va shartnomaga ega bo'lgan korxona va xususiy korxonalarda;

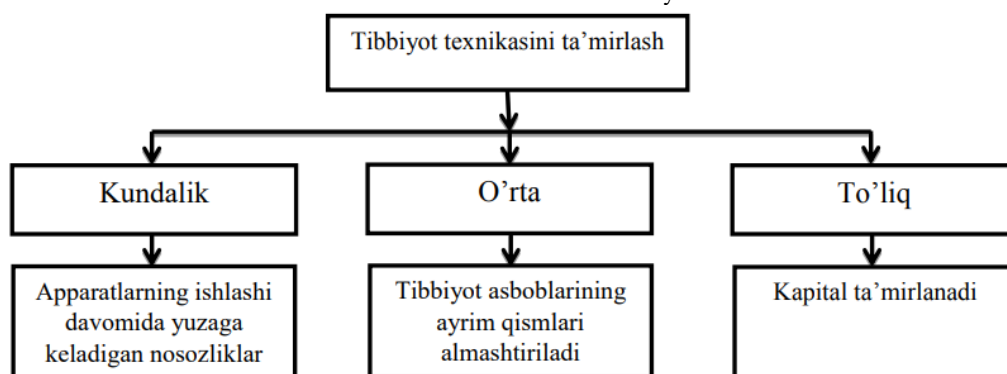
✓ tibbiyot texnikasini sifatini, effektiv va xavfsiz ishlashini nazoratini ta'minlaydigan korxona, muassasa tashkilotlar yoki ularni vakillari uchun.

Elektron tibbiyot texnikalarining uzoq vaqt normal ishlashi uchun texnik xizmat ko'rsatishning ahamiyati haqida yuqorida to'xtalib o'tdik. Elektron tibbiyot apparatlarini tuzatishning uch turi mavjud (1.1-rasm):

1. Kundalik ta'mirlash. Bunda tibbiyot apparatlarini ishlatish vaqtida uchraydigan ayrim nosozliklarni aniqlab, tuzatish ishlari bajariladi. Bu ishlarni texnik xizmat ko'rsatish mutaxassislari ham, shu texnik vosita bilan ishlayotgan mutaxassis ham bajarishi mumkin.

2. O'rta tamirlash. Bunda tibbiyot apparatining ayrim qism va bloklarining ishdan chiqqanligini aniqlab, so'ngra ular almashtirib tuzatiladi. O'rta ta'mirlash ishlari davolash muassasasi sharoitida olib borilishi mumkin.

3. To'liq ta'mirlash. Bunda tuzatish ishlari apparatning bir necha blok va qismlarining ishdan chiqishi, yoki umuman apparatning ishdan chiqishida maxsus ustaxona yoki zavod sharoitida olib boriladi.



1.1-rasm. Tibbiyot texnikasini ta'mirlash

Tibbiyot texnikasini ta'mirlash - tibbiyot texnikasini ishga yaroqliligini qayta tiklash bo'yicha ishlar yig'indisi bo'lib u tibbiyot texnikasini resurslari va tarkibiy qismlarini tiklaydi. Tibbiyot texnikasi mahsulotlarini kundalik ta'mir-mahsulotni resurslarini qayta tiklanmaydigan rejadan tashqari ta'sir, u to'satdan sodir bo'lishi muhim. Bunda nosozliklar elementlarini almashtirish bilan amalga oshiriladi. (texnik xizmat ko'rsatish shartnomasida ko'rsatilgan summani 1% dan ortmagan bo'lsa). Ta'mirdan keyin tibbiyot texnikasini texnik holati ishlatish xujjatlarida ko'rsatilgan xajmlarda amalga oshiriladi.

Tibbiyot texnikasini ta'mirlash hujjatlari

Tibbiyot texnikasiga texnik xizmat ko'rsatishni hisobga olish va hisobot hujjatlariga quyidagilar kiradi:

- ✓ tibbiyot texnikasiga texnik xizmat ko'rsatish bo'yicha shartnoma (kontrakt);
- ✓ tibbiyot texnikasiga texnik xizmat ko'rsatish jurnali;
- ✓ tibbiy mahsulot formulalari (normativ hujjatlarga mos talab qilinadi);
- ✓ tibbiyot texnikasiga texnik xizmat ko'rsatish ishlarini bajarilishi haqida akt;

✓ tibbiyot texnikasi mahsulotlarini xolatini nazorati haqida bayonnoma (aktlar);

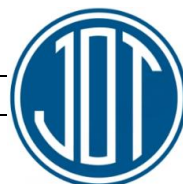
✓ texnik xizmat ko'rsatish grafigi (rejasi);

✓ har bir o'lchov vositasini metrologik tekshirishlar bo'yicha hisobot xujjatlari [9].

Ta'mirlash hujjatlari – bu ta'mirlovchi korxonani (ishlab chiqarishni) tayyorlashga, ta'mirlashni o'tkazishga va tibbiyot texnikalarini ta'mirlashdan keyingi nazorati uchun tayyorlangan ishchi konstruktorlik hujjatlaridir. Ta'mirlash hujjatlari seriyalab va ommaviy ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarga ishlab chiquvchilar tomonidan tayyorlanadi. Kichik seriyalab ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarga ta'mirlash hujjatlari buyurtmachi buyurtma bergan holda tayyorlanadi [10]. Ta'mirlash hujjatlari yagona va kichik seriyali ta'mirlash ishlab chiqaruvchilari uchun ta'mirni turli texnologik jarayonlari asosida tayyorlanadi. Bunda ta'mirlash korxonasining texnik ishlab chiqarish va iqtisodiy imkoniyatlari hisobga olinadi. Ta'mirlash hujjatlari mahsulotlar uchun umumiy tayyorlanadi.

Har bir aniq nomlanishga ega bo'lgan mahsulot uchun (turi, modeli) quyidagi hujjatlar majmuasi tayyorlanadi:

- ✓ ta'mirlashni amalga oshirish uchun ko'rsatma;



- ✓ ta'mirlash uchun sarflanadigan ehtiyot qismlar normalari;
- ✓ ta'mirlash uchun ashyolar sarfi normalari;
- ✓ ishlatish hujjatlari;
- ✓ standart bo'lmagan uskunalar uchun konstruktorlik hujjatlari;
- ✓ maxsus stendlar va ta'mirlashda ishlatiladigan moslamalar.

Kundalik, o'rta va kapital ta'mir uchun ko'rsatmalarni o'z ichiga olgan ta'mirlash ko'rsatmasi (hujjatlari) quyidagi tartibda joylashgan bo'linmalardan iborat bo'lishi kerak:

- ✓ kirish;
- ✓ ta'mirlash uchun umumiy texnik talablar;
- ✓ xavfsizlik choralari haqida ko'rsatma;
- ✓ mahsulotni yig'ilgan ko'rinishidagi xatoliklar;
- ✓ mahsulotni yechish;
- ✓ tarkibiy qismlarini almashtirish;
- ✓ tarkibiy qismlarini ta'mirlash;
- ✓ mahsulotni yig'ish, tartibga solish va sozlash;
- ✓ ta'mirdan keyin tekshirish sinash va qabul qilish;
- ✓ ustini bo'yash, moylash va konservatsiya qilish;
- ✓ yashiklarga joylab tashish va saqlash;
- ✓ kafolat majburiyatlari;
- ✓ ilova;

4. Xulosa

Har qanday holda ham tibbiyot texnikasiga texnik xizmat ko'rsatishni mavjud qonunlar chegarasida faoliyat yurituvchi xizmat korxonalari (yuridik shaxslar, xususiylar tadbirkorlar, tibbiy muassasalarini shtatidagi texnik xodimlar, texnik bo'linma xodimlari) amalga oshirishlari mumkin. Tibbiy texnikaning ishonchli ishlashi tibbiy xizmat ko'rsatish sifatiga bevosita ta'sir qiladi. Nosozliklar va ishlamay qolishlar nafaqat texnik, balki inson salomatligiga bog'liq muammolarni keltirib chiqaradi. Shu sababli, tibbiyot muassasalarida muntazam texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash ishlarini tizimli ravishda yo'lga qo'yish zarur. Bu esa, o'z navbatida, yuqori malakali texnik xodimlar tayyorlash va zamonaviy servis infratuzilmasini rivojlantirishni talab etadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Ibragimov SH.B., Nematov SH.K., Ro'ziyev F.M., Xudayqulov F.Y. «Tibbiyot mashina va jihozlari». Toshkent - 2020.
- [2] S.Umarov, E.Bozorov, O.Jabborova "Tibbiy texnika va yangi tibbiyot texnologiyasi" T - 2018.

[3] Gaibnazarov B., Haqqulov M.K. va Nishanova L.X. "Elektron tibbiyot uskunalari profilaktikasi va xizmat ko'rsatish". Toshkent-2020

[4] Otabek, Shavkatov. "Ekg tibbiyot texnikasi vositasini ekg simulyatori yordamida metrologik aniqligini oshirish." Journal of new century innovations 24.3 (2023): 59-64.

[5] G.J. Jarilkasinova, D.R. Adizova "Amaliy tibbiyotdagi yangi texnologiyalar" Toshkent - 2012. — 208 b.

[6] Shishkin I. F. Metrologiya, standartizatsiya i upravleniya kachestvom. M., Izd. Standartov. 1990, 135 st.

[7] Arab-Zozani, M., Imani, A., Doshmangir, L., & Bahreini, R. (2021).

[8] Arab-Zozani, M., Imani, A., Doshmangir, L., & Bahreini, R. (2021). Assessment of medical equipment maintenance management: proposed checklist using Iranian experience. BioMedical Engineering OnLine, 20, 49. <https://doi.org/10.1186/s12938-021-00885-5>

[9] Corciova, C., Fuior, R., Andrițoi, D., & Luca, C. (2022).

[10] Corciova, C., Fuior, R., Andrițoi, D., & Luca, C. (2022). Assessment of medical equipment maintenance management. In F. P. Garcia Márquez (Ed.), Operations Management and Management Science (pp. 1–15). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1000210>

[11] Khider, M. O., & Hamza, A. O. M. (2022).

[12] Khider, M. O., & Hamza, A. O. M. (2022). Medical equipment maintenance management system: Review and analysis. Journal of Clinical Engineering, 47(3), 151–159. <https://doi.org/10.1097/JCE.0000000000000538>

[13] Mai, D., Mai, W., Xiao, X., Wang, Y., Zhu, J., Li, G., & Huang, X. (2022).

[14] Mai, D., Mai, W., Xiao, X., Wang, Y., Zhu, J., Li, G., & Huang, X. (2022). Research and practice on the quality control of medical equipment combined with the overall maintenance service of medical equipment. Science Journal of Public Health, 10(2), 78–86. <https://doi.org/10.11648/j.sjph.20221002.12>

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

Shavkatov Otabek
Kozimbek o'g'li /
Shavkatov Otabek
Kozimbek ugli

Andijon davlat texnika instituti
Metrologiya va yengil sanoat
kafedrası
stajyor o'qituvchisi,
Email:
shavkatovotabek101@gmail.com
tel: +998943884443



Stability assessment of continuous welded railway with Vossloh fastenings using the finite element method

A.A. Bondarenko¹^a, K.S. Lesov²^b, T.A. Salakhov¹, M.K. Kenjaliev²^c

¹Samara State Transport University, Samara, Russia

²Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article presents a methodology for assessing the stability of continuous welded rail (CWR) track with Vossloh fastenings using the finite element method. The influence of longitudinal and transverse forces generated during train movement and braking on the condition of the rail string is analyzed. A finite element model is developed that accounts for sub-rail foundation deformations and the resistance of fastenings under various loading conditions. Particular attention is paid to the impact of geometric and operational factors such as track irregularities, rail defects, and wheelset wear. A Visual Basic macro was developed for the numerical evaluation of track stability loss. The results identify the most vulnerable zones of CWR track and define its critical operating conditions. Engineering recommendations are proposed for monitoring and mitigating deformation risks in high-traffic areas. The modeling outcomes may serve as a basis for updating regulatory requirements for the maintenance and operation of CWR track.

Keywords: continuous welded rail, longitudinal forces, track stability, Vossloh fastenings, finite element method, rail deformation, ballast, modeling, train braking, track monitoring

Оценка устойчивости бесстыкового пути со скреплениями Vossloh методом конечных элементов

А.А. Бондаренко¹^a, К.С. Лесов²^b, Т.А. Салахов¹, М.К. Кенжалиев²^c

¹Приволжский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия

²Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье представлена методика оценки устойчивости бесстыкового пути со скреплениями Vossloh на основе метода конечных элементов. Проведён анализ влияния продольных и поперечных сил, возникающих при движении и торможении подвижного состава, на состояние рельсовой плети. Разработана конечно-элементная модель, учитывающая деформации в подрельсовом основании и сопротивление скреплений при различных режимах нагружения. Особое внимание уделено влиянию геометрических и эксплуатационных факторов: неровностей пути, дефектов рельсов и износа колёсных пар. Сформирован макрос в среде Visual Basic для численной оценки потери устойчивости пути. Полученные результаты позволили выделить зоны наибольшей уязвимости бесстыкового пути и определить критические условия его эксплуатации. Предложены инженерные рекомендации по мониторингу и снижению рисков деформаций на участках с интенсивным движением. Результаты моделирования могут быть использованы для актуализации нормативных требований по содержанию и эксплуатации бесстыкового пути.

Ключевые слова: бесстыковой путь, продольные силы, устойчивость пути, скрепления Vossloh, метод конечных элементов, деформация рельсов, балласт, моделирование, торможение поезда, мониторинг пути

1. Введение

Современное железнодорожное транспортное сообщение всё чаще опирается на использование бесстыкового пути как элемента, обеспечивающего повышенную плавность хода, устойчивость пути и снижение эксплуатационных затрат. Однако одновременно с этим возрастают требования к оценке устойчивости пути при воздействии подвижного состава,

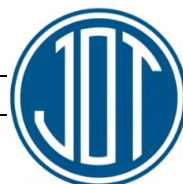
особенно в условиях торможения и действия тяговых токов. Одной из ключевых задач путевого хозяйства является точное прогнозирование и контроль продольных сил, возникающих в процессе эксплуатации, что напрямую влияет на безопасность движения и долговечность рельсовых плетей.

Научное сообщество активно исследует продольные силы и температурные напряжения в бесстыковом пути, как в теоретических, так и в эмпирических подходах. Так, работы И.А. Когана и П.С. Иванова подробно раскрывают природу усталостных дефектов и влияние температурных

^a <https://orcid.org/0000-0003-0504-4670>

^b <https://orcid.org/0000-0002-9434-0713>

^c <https://orcid.org/0000-0003-4622-5937>



факторов [1, 2]. Исследования [3-7] обращают внимание на дополнительный нагрев рельсов при торможении поездов и действии тягового тока, что становится важным фактором при оценке устойчивости пути. Наряду с этим, остаётся недостаточно изученной взаимосвязь между эксплуатационными условиями и устойчивостью пути с конкретным типом рельсовых креплений [8-10] – в частности, системой Vossloh, активно применяемой в ряде стран Европы, Азии и на территории РФ.

Скрепления типа Vossloh отличаются высокой степенью прижатия и упругостью, что с одной стороны повышает надёжность закрепления рельса, но с другой – усложняет моделирование его реакции на внешние нагрузки. В условиях реальной эксплуатации, особенно при наличии неровностей пути, дефектов рельсов, неправильной геометрии колёс и прочих факторов, возникает необходимость количественно оценить запас устойчивости пути с этими креплениями. Наиболее перспективным методом такой оценки является метод конечных элементов (МКЭ), широко применяемый в научных исследованиях путевой инфраструктуры.

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью:

- определения критических значений продольных сил, возникающих при торможении поездов;
- разработки моделей устойчивости бесстыкового пути с учётом влияния различных факторов эксплуатации;
- повышения точности инженерных расчётов на этапе диагностики и планирования ремонтных мероприятий;
- адаптации существующих нормативных документов к условиям эксплуатации с применением креплений Vossloh.

Предметом исследования является устойчивость бесстыкового железнодорожного пути со креплениями Vossloh к продольным и поперечным силам, возникающим при прохождении подвижного состава.

Целью работы является количественная оценка устойчивости бесстыкового пути со креплениями Vossloh с использованием конечно-элементного моделирования при различных эксплуатационных воздействиях.

Для достижения поставленной цели в исследовании решаются следующие задачи:

1. Проанализировать физические процессы, приводящие к формированию продольных и поперечных усилий в рельсовой плети;
2. Оценить влияние дефектов пути и колёсных пар на устойчивость пути;
3. Разработать конечно-элементную модель бесстыкового пути с учётом характеристик креплений Vossloh;
4. Провести численное моделирование прохождения подвижного состава по криволинейному участку пути;
5. Определить критические зоны деформации и прогибов при различных условиях сцепления и прижатия;

Данное исследование направлено на разработку прикладных методов оценки устойчивости бесстыкового пути с применением современных инженерных подходов и моделирования, что имеет высокую практическую значимость для повышения надёжности железнодорожной инфраструктуры.

2. Методика исследования

Многофакторный анализ состояния пути и подвижного состава позволяет эффективно контролировать и управлять величиной продольных усилий, возникающих при прохождении поездов. Среди ключевых факторов, влияющих на продольные силы, следует выделить не только геометрические и технические параметры пути, но и аэродинамические взаимодействия.

Так, трение между колесом и рельсом является естественным источником продольной нагрузки, сопровождающим любое движение поезда [11]. Дополнительно существенное влияние оказывает сопротивление воздуха — значительная часть энергии поезда тратится на его преодоление, что также генерирует продольные силы и влияет на общее сопротивление движению.

Ниже представлены основные факторы и их влияние на продольные усилия в бесстыковом пути (табл. 1).

Таблица 1
Влияние эксплуатационных факторов на величину продольных сил

Фактор	Описание влияния
Неровности пути	Провоцируют неравномерную нагрузку на колеса и местные прогибы рельсов, что увеличивает продольные усилия и ускоряет износ элементов пути.
Неправильная геометрия колес	Несоосность, износ или неправильный профиль колёс вызывает асимметричную передачу усилий на рельсы, увеличивая как боковые, так и продольные деформации.
Дефекты рельсов	Трещины, выкрашивания и коррозия нарушают равномерность передачи нагрузки, вызывают локальные перегрузки и усиление продольных напряжений.
Трение колеса о рельс	Основной механизм передачи тяговых и тормозных усилий от подвижного состава к пути, сопровождающееся значительными продольными реакциями.
Сопротивление воздуха	Увеличивает общее сопротивление движению, особенно на высоких скоростях, провоцируя рост продольных сил, компенсируемых тягой или торможением состава.

Жёстко соединённые оси подвижного состава при различных режимах движения – торможении, ускорении или прохождении кривых – подвергаются переменным нагрузкам, которые напрямую влияют на характер взаимодействия между колёсами и рельсовыми нитями. Эти нагрузки обусловлены как динамикой состава, так и особенностями геометрии пути и технического состояния элементов верхнего строения.

Учет перемещений и нагрузок на оси является критически важным для обеспечения устойчивости пути и безопасности движения. На фоне возрастания скоростей и осевых нагрузок становится необходимым постоянный мониторинг продольных усилий и диагностика их влияния на путь.

Для оценки величины и распределения продольных



сил в условиях эксплуатации применяются различные методы контроля, сочетающие инструментальные средства и вычислительное моделирование (табл. 2).

Таблица 2

Предлагаемые методики для исследования продольных сил при движении подвижных составов

Метод	Суть и область применения
Датчики давления в рельсах	Устанавливаются вдоль пути для регистрации изменений вертикального и продольного давления при прохождении поездов. Позволяют локализовать участки перегрузки.
Инерционные датчики ускорений	Монтируются на подвижной состав или путь, фиксируют продольные ускорения и вибрации. Используются для оценки воздействия сил на деформации пути.
Визуальный контроль	Периодические инспекции состояния пути и рельсов, выявление признаков деформаций (трещин, изгибов, прогибов). Является базовым методом технического обслуживания.
Компьютерное моделирование	Позволяет смоделировать поведение пути при различных внешних воздействиях. Учитываются геометрия профиля, свойства материалов и характеристики движения состава.

Для контроля величины продольных сил в условиях эксплуатации применяются различные инженерные подходы. Наиболее эффективными являются:

– установка систем мониторинга с датчиками давления и ускорений, обеспечивающих непрерывный контроль продольных усилий в реальном времени;

– регулярные осмотры пути с применением методов неразрушающего контроля (в т.ч. ультразвуковых),

позволяющие выявить дефекты до их критического развития

– анализ эксплуатационных параметров состава (скорость, нагрузка, ускорения), фиксируемых бортовыми регистраторами, для оценки нагрузки на путь.

Систематический мониторинг должен сопровождаться:

– плановым обслуживанием и ремонтом рельсов, шпал и креплений;

– контролем технического состояния колёсных пар;

– обучением персонала работе с диагностическими и аналитическими системами.

Определение критических продольных сил возможно, как с использованием эмпирических, так и теоретических методов. Эмпирические методы отличаются высокой точностью, но требуют значительных затрат, тогда как теоретические – менее затратны, но их точность зависит от модели. Среди последних наиболее адекватным для оценки устойчивости бесстыкового пути является метод конечных элементов (МКЭ).

В рамках исследования построена конечно-элементная модель бесстыкового пути со скреплениями Vossloh, учитывающая:

– сопротивление смещению рельса в продольном и поперечном направлении;

– реакцию балластного слоя на нагрузку;

– жесткость крепления шпал.

Моделировался проход электровоза ВЛ-10 по кривому участку радиусом $R = 400$ м с нормативным прижатием пружинных клемм. В процессе движения, вследствие упругости основания, возникают волнообразные деформации плети, описываемые выражением [12]:

$$\eta(x) = e^{-kx} * (\cos(kx) + \sin(kx)),$$

где $\eta(x)$ – вертикальное смещение рельса,

x – продольная координата,

k – коэффициент жесткости основания.

На рис. 1 и рис. 2 представлены зависимости напряжения и деформации рельса на прямом и кривом участках при прохождении электровоза. Максимальные напряжения наблюдаются перед первой осью состава.

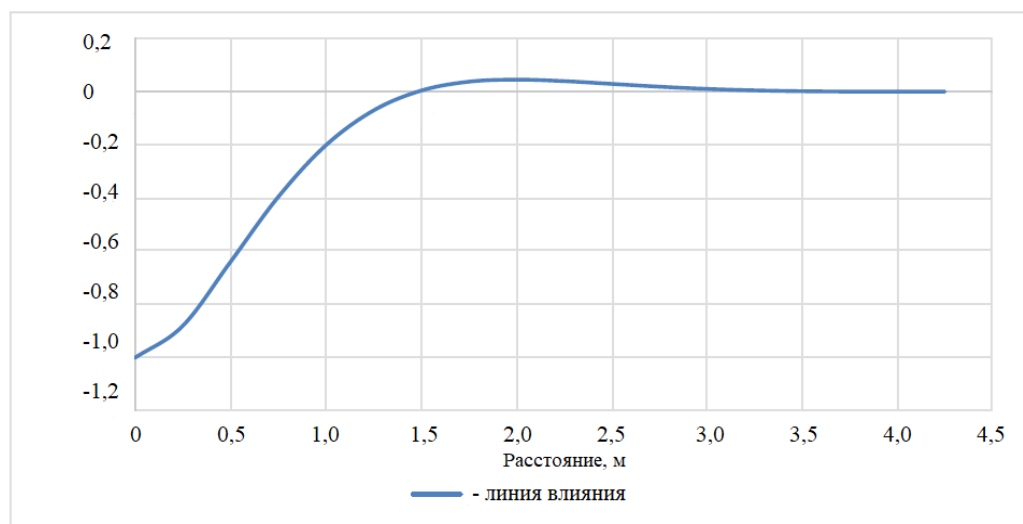


Рис. 1. Зависимость напряжения на подрельсовое основание и упругая деформация плети



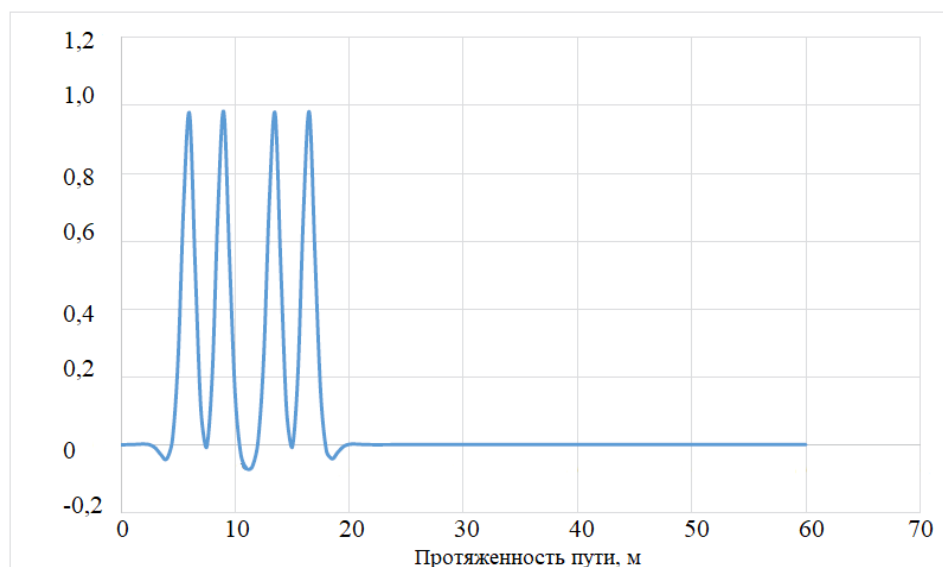


Рис. 2. Зависимость напряжения на подрельсовое основание и упругая деформация плиты при проходе электровоза ВЛ-10

Главные критерии устойчивости включают:

- повышение трения между элементами верхнего строения;
- ослабление устойчивости при отрыве рельса от основания
- дополнительные усилия в кривых и при торможении;
- отклонения от нормативного состояния скреплений.

3. Результаты исследования

На основе модели разработан макрос в Visual Basic (рис. 3), позволяющий задавать параметры нагрузки и трассы, и оценивать запас устойчивости. Результаты моделирования (рис. 4) указывают на возможное нарушение устойчивости пути при сочетании неблагоприятных факторов.

Рис. 3. Заданные параметры при моделировании

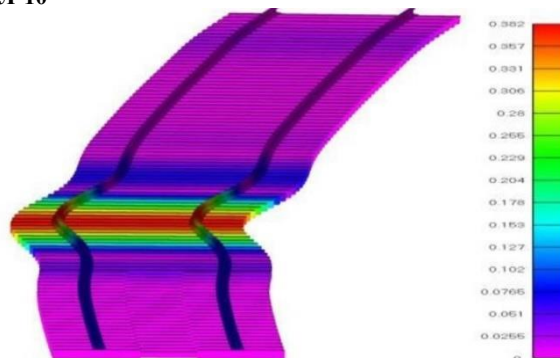


Рис. 4. Нарушение устойчивости участка пути при проходе по нему электровоза

Предложенная модель позволяет рассчитать запас устойчивости бесстыкового пути со скреплениями Vossloh и не только, если учесть это при вводе исходных данных, при воздействии на него вертикальных сил, возникающих при проходе поездов. В будущем необходимо опытным путем наиболее точно определить коэффициенты местного сопротивления при обратном изгибе рельсовой плиты для максимально соответствующих результатов моделирования, что, в свою очередь, открывает перспективы актуализации существующих инструкций по содержанию и эксплуатации бесстыкового пути.

4. Заключение

Выполненное исследование позволило установить количественные зависимости между конструктивными параметрами скреплений Vossloh и устойчивостью бесстыкового пути при различных эксплуатационных воздействиях. Применение метода конечных элементов дало возможность смоделировать поведение рельсовой плиты с учётом упругих характеристик подрельсового основания, параметров балластного слоя и режимов нагружения от подвижного состава.

Установлено, что снижение усилия прижатия в рельсовых скреплениях, наличие неровностей пути, износ колёсных пар и локальные дефекты рельсов

значительно повышают вероятность потери поперечной устойчивости пути. Моделирование показало, что максимальные напряжения возникают в зонах обратного изгиба плети, формирующихся при проходе первых осей локомотива.

Разработанная конечно-элементная модель учитывает влияние эксплуатационных факторов и позволяет с высокой степенью достоверности определить критические состояния пути. Построенный алгоритм позволяет учитывать не только температурные, но и динамические воздействия, возникающие в процессе торможения и рекуперативного движения подвижного состава.

Разработанный в среде Visual Basic макрос позволил адаптировать расчёты под реальные эксплуатационные параметры, в том числе – отклонения от нормативного прижатия клемм, ослабление балластного слоя и деформации шпал. Полученные данные позволяют оценить запас устойчивости бесстыкового пути со скреплениями Vossloh при комплексном воздействии эксплуатационных факторов.

Предложенная методика и модель могут быть использованы в диагностических комплексах путевого хозяйства, при планировании капитального ремонта и в целях актуализации нормативной документации по содержанию и эксплуатации бесстыкового пути.

Использованная литература / References

- [1] Коган А. Я. Температурные напряжения в рельсах. – М.: Наука, 2015. – 187 с.
- [2] Иванов П. С., Ключко В. А. Природа усталостных дефектов рельсовых плетей бесстыкового пути // Техническая механика НАНУ. – 2000. – № 1.
- [3] Парахненко И. Л. Анализ сил взаимодействия в контакте «колесо–рельс» при различных трибологических вариантах // Транспорт Урала. – 2019. – № 2 (61). – С. 54–57.
- [4] Першин С. П. О сопротивлении балласта сдвигу и способах усиления температурно-напряженного пути против потери устойчивости // Сб. науч. тр. / МИИТ. – 1960. – Вып. 111. – С. 126–136.
- [5] Ершов В. В. Устройство бесстыкового пути при отступлениях от норм содержания // Путь и путевое хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 13–15.
- [6] Bondarenko A. A., Wolow D. B., Gerber U., Fengler W. Der Einfluss des Antriebsstromes auf die zusätzliche Erwärmung des Schienenstrangs // Der Eisenbahningenieur. – 2007. – Nr. 5. – S. 19–20.
- [7] Bondarenko A. A. Der Einfluss des Bremsens langer Züge auf die Schienenerwärmung // Der Eisenbahningenieur. – 2009. – Nr. 4. – S. 37–41.
- [8] Ковенькин Д. А. Исследование воздействия суммарных боковых сил на элементы верхнего строения

пути при вписывании экипажа в кривые участки пути // Проблемы и перспективы изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации российских железных дорог: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (10–11 окт. 2007 г.). – М.: УрГУПС, 2007. – Т. 1. – С. 23–26.

[9] Лесов К.С., Хальфин Г.Р. Расчет и оценка устойчивости рельсовой плети бесстыкового пути для условий Узбекистана. // Journal of Advanced Research and Stability Special Issue, April 2022, p. 339-343.

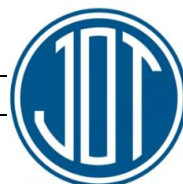
[10] Лесов К.С., Хальфин Г.Р. Диагностическое средство для косвенного определения усилия нажатия клемм скрепления Pandrol Fastclip. // Научный журнал “Universum: технические науки” - №6 (87), 2022. – С. 13-15.

[11] Иванов П. С., Коннов Ю. В., Зайцев Н. И., Филиппов А. И. Прогнозирование и техническая диагностика усталостных дефектов рельсов железнодорожного пути // Труды XVI Рос. науч.-техн. конф. «Диагностика и неразрушающий контроль». – СПб., 2002.

[12] Методика оценки воздействия подвижного состава на путь по условиям обеспечения его надежности: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 22.12.2017 г. № 2706р // СПС «АСПИЖТ».

Информация об авторах/ Information about the authors

Бондаренко Алексей Алексеевич / Bondarenko Aleksey Alekseyevich	Приволжский государственный университет путей сообщения, Доктор технических наук, профессор, e-mail: bondarenko@infotrans-logistic.ru https://orcid.org/0000-0003-0504-4670
Лесов Кувандык Сагитович / Lesov Kuvandik Sagirovich	Ташкентский государственный транспортный университет, Кандидат технических наук, профессор, e-mail: kuvandik@mail.ru https://orcid.org/0000-0002-9434-0713
Салахов Талгат Альбекович / Salakhov Talgat Albekovich	Приволжский государственный университет путей сообщения, аспирант, e-mail: talgatsalahov@bk.ru
Кенжалиев Мухамедали Казбек угли / Kenjalyev Muhamedali Kazbek ugli	Ташкентский государственный транспортный университет, PhD, и.о. доцента, e-mail: mkenjalyev@mail.ru https://orcid.org/0000-0003-4622-5937



The current state of terminal and logistics technology in Uzbekistan and its development

M.A. Kabulov¹ ^a

¹Fergana state technical university, Fergana, Uzbekistan

Abstract: The article examines the current state of terminal logistics technologies in Uzbekistan. The analysis of the infrastructure and technical parameters of the terminals was carried out, the degree of digitization of logistics processes and the influence of geopolitical and economic factors were assessed. Based on the problems identified as a result of scientific research, ways to improve terminal logistics systems are proposed, taking into account international trends and national strategies.

Keywords: terminal and warehouse complex management, transport and logistics center, development, transport, warehouse, terminal

O'zbekistonda terminal-logistika texnologiyasining hozirgi holati va uning rivojlanishi

Qobulov M.A.¹ ^a

¹Farg'ona davlat texnika universiteti, Farg'ona, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada O'zbekistondagi terminal-logistika texnologiyalarining hozirgi holati ko'rib chiqilgan. Terminallarning infratuzilma va texnik parametrlari tahlillari olib borilgan, logistika jarayonlarini raqamlashtirish darajasi va geosiyosiy va iqtisodiy omillarning ta'siri baholangan. Ilmiy izlanish natijasida aniqlangan muammolar asosida xalqaro tendentsiyalar va milliy strategiyalarni hisobga olgan holda terminal-logistika tizimlarini takomillashtirish yo'llari taklif etilgan.

Kalit so'zlar: terminal-ombor kompleksini boshqarish, transport-logistika markazi, rivojlanish, transport, ombor, terminal

1. Kirish

Hozirgi vaqtda O'zbekistonda va ko'plab mamlakatlarda logistika faqat yuklarni tashish bilan bog'liq ba'zi funksiyalar to'plami sifatida qabul qilinmoqda. Shu bilan birga, rivojlangan mamlakatlarda biznes yuritish amaliyoti shuni ko'rsatadiki, logistika savdo oqimlarini tashkil qilishda strategik muhim rol o'ynaydi. Jahon amaliyotida mintaqaviy yuk tashish tizimlarini shakllantirishning eng keng tarqalgan tamoyillaridan biri bu shahar atrofidagi yirik shahar aglomeratsiyalari atrofida terminal komplekslarini yaratishdir [1].

Terminal-logistika texnologiyalarining rivojlanishi har qanday davlatning transport-logistika tizimining barqaror va samarali ishlashini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. O'zbekiston uchun faol tranzit salohiyatiga ega mamlakat sifatida logistika markazlarini modernizatsiya qilish va jarayonlarni raqamlashtirish masalalari ayniqsa dolzarbdir [2].

O'zbekiston Respublikasining geografik joylashuvi ishlab chiqarish va savdo kompaniyalarining yuklarni yetkazib berish bo'yicha logistika xarajatlarini minimallashtirishi mumkin bo'lgan zamonaviy ombor komplekslari va savdo infratuzilmasining logistika markazlari tarmog'ini rivojlantirishning strategik muhim jihati va rag'batlantirishidir [3].

Adabiyotlar tahlili. Terminal-logistika tizimlarini rivojlantirish masalalari ilmiy adabiyotlarda ham xalqaro, ham milliy tadqiqot muhitida faol ko'rib chiqilmoqda. Zamonaviy tadqiqotlar logistika jarayonlarini avtomatlashtirish, logistika zanjirlarini raqamlashtirish, aqlli transport tizimlarini joriy etish va samarali multimodal infratuzilmani shakllantirishda terminal komplekslarining roliga qaratilgan.

Masalan, R. Ballou, K. Kristofer va D. Lambertning ilmiy ishlarida ta'minot zanjirini boshqarish axborot tizimlarini (SCM) terminal-logistika infratuzilmasi bilan integratsiya qilish muhimligi ta'kidlangan. Ularning fikriga ko'ra, logistika terminallari nafaqat yuklarni qayta ishlash ob'ektlariga, balki yuqori darajadagi raqamlashtirishga ega intellektual tizimlarga aylanadi [4].

Birlashgan Millatlar tashkilotining savdo va taraqqiyot dasturi (UNCTAD) doirasida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, logistika samaradorligi darajasi to'g'ridan-to'g'ri logistika terminallari sifatiga va ularning temir yo'l, avtomobil va havo infratuzilmasiga ulanish imkoniyatlariga bog'liq. Jahon bankining (LPI — Logistics Performance Index) hisobotlariga ko'ra, logistika markazlari rivojlangan mamlakatlarda yetkazib berish muddati va logistika xizmatlari narxi ancha past [5].

Markaziy Osiyo, shu jumladan O'zbekiston kontekstida mintaqaviy logistika bo'yicha tadqiqotlar faol nashr etilmoqda. Masalan, A. Abdullayev va X. Tursunov ilmiy izlanishlarida O'zbekiston yuqori tranzit salohiyatiga ega

 <https://orcid.org/0000-0002-0074-5497>



ekanligi qayd etilgan, ammo bu salohiyatni amalga oshirish quruqlik portlarni modernizatsiya qilish, tarqatish markazlarini tashkil etish va logistika boshqaruvining aqlli tizimlarini joriy etishni talab qiladi [6].

Shuningdek, Sh.Ergashev va F. Umarov kabi mahalliy tadqiqotchilarning xalqaro transport yo'laklarining (TRACECA, BRI) O'zbekistonning logistika infratuzilmasini rivojlantirishga ta'sirini tahlil qilishga qo'shgan hissasini ham ta'kidlash joiz. Ular milliy logistika terminallarini raqamli savdo va xalqaro sertifikatlash standartlariga moslashtirish zarurligini ta'kidlaydilar [7].

Ilmiy adabiyotlarda raqamli transformatsiya masalalariga alohida e'tibor qaratilmoqda. Shuningdek, H.Li va S.Vang asarlarida IoT, AI va Big Data texnologiyariga asoslangan intellektual logistika markazining modeli keltirilgan. Bunday modellar tegishli infratuzilma va dasturiy bazaga ega bo'lgan holda O'zbekiston sharoitlariga moslashtirilishi mumkin [8].

Shunday qilib, ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, terminal-logistika texnologiyalarining muvaffaqiyatli rivojlanishi tizimli yondashuvni talab qiladi [9]:

- infratuzilmani modernizatsiya qilish;
- jarayonlarni raqamlashtirish;
- kadrlar bilan ta'minlash;
- faol xalqaro hamkorlik.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu tadqiqot maqsadlariga erishish uchun tizimli tahlil, qiyosiy tahlil elementlari, shuningdek amaliy logistika modellashtirish elementlarini o'z ichiga olgan kompleks uslubiy yondashuvdan foydalanildi. Asosiy e'tibor O'zbekistonning terminal-logistika ob'ektlarining joriy texnik va tashkiliy xususiyatlarini aniqlashga, shuningdek, xalqaro standartlar bilan qiyosiy tahlil qilishga qaratilgan.

Normativ va strategik hujjatlarni tahlil qilish orqali O'zbekistonning transport logistikasi sohasidagi davlat dasturlari (shu jumladan, 2021-2025 yillarga mo'ljallangan transport-logistika infratuzilmasini rivojlantirish dasturi), transport vazirligi, davlat statistika qo'mitasi ma'lumotlari, shuningdek, xalqaro tashkilotlarning hisobotlari (UNCTAD, LPI, TRACECA) o'rganildi [10].

Terminal logistika tizimi - bu turli xil transport turlari o'rtasida tovarlarni qayta ishlash, vaqtincha saqlash va qayta taqsimlashni ta'minlaydigan texnologik, tashkiliy va axborot jarayonlari majmuidir. Bunday tizimning asosiy elementlari logistika terminallari (quruq portlar), tarqatish markazlari, omborlar, avtomatlashtirilgan logistika boshqaruv tizimlari (WMS, TMS) va axborot-tahliliy modular hisoblanadi [11].

O'zbekistonda 30 dan ortiq yirik logistika markazlari va terminallari, jumladan, xalqaro quruq portlar mavjud:

- "Angren" logistika markazi;
- "Termiz-Cargo Terminal" xalqaro logistika markazi;
- Xalqaro aeroportdagi "Navoiy" quruq porti.

Biroq, O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligi ma'lumotlariga ko'ra, mazkur obyektlar salohiyatidan foydalanish darajasi 60 foizdan ham kam. Biroq asosiy muammolar saqlanib qolmoqda:

- Tashuvlar jarayonini avtomatlashtirish darajasining yetarli emasligi;
- Ta'minot zanjiri integratsiyasi uchun cheklangan raqamli platformalar;

- Multimodal yo'nalishlardagi to'siqlar.

Logistika terminallarining texnik tahlili va terminallarning samaradorligini baholash uchun tahliliy ko'rsatkichlar quyidagi jadvalda o'z aksini topgan (1-jadval).

1-jadval

Yuk tashish parametrlari

Ko'rsatkich	O'zbekiston bo'yicha o'rtacha qiymat	Eng yaxshi xalqaro amaliyotlar
Qayta ishlash vaqti 1 TEU (soat)	4,5	1,5–2
Omborxonalarni avtomatlashtirish darajasi (%)	20	>60
Bir vaqtning o'zida ishlangan yuklar soni	300–500	1000–2000

Mamlakatdagi zamonaviy terminallar turli darajada jihozlangan:

- Terminallarning atigi 15% da RFID tizimlari mavjud;
- 10% dan kam avtomatlashtirilgan saralash liniyalaridan foydalanadi;
- Terminallarning 70% dan ortig'i esa jismoniy mehnat orqali ishlaydi.

3. Tadqiqot natijalari

Mamlakatda terminal logistikasini rivojlantirishning asosiy yo'nalishlaridan biri raqamli platformalarni joriy etish hisoblanadi. Raqamli texnologiyalar vazirligi tomonidan amalga oshirilayotgan "Milliy logistika" platformasi loyihasi hali tugallanmagan jarayonda. Hozirgi vaqtda jahon tajribalarida amalda qo'llanilib kelayotgan TRACECA va BRI platformalari bilan integratsiya qilish, transportni real vaqt rejimida kuzatish va tashuv jarayonlarning shaffofligini oshirish imkonini beradi. Terminal-omborlarda yuk taqsimoti jarayonini optimallashtirish va ishlov berish vaqtini qisqartirish vositasi sifatida AI va Big Data texnologiyalariga asoslangan WMS/TMS innovatsion tizimlarini joriy etish dolzarb masalaning yechimi hisoblanadi [12].

Geoiqtisodiy va strategik jihatlarni hisobga olgan holda, O'zbekiston muhim xalqaro transport yo'laklari kesishgan joyda joylashgan, masalan:

- Xitoy – Markaziy Osiyo – Yevropa ("Bir makon-bir yo'l" tashabbusi);
- Shimoliy-Janubiy koridor (Rossiya-Eron-Hindiston);
- Transafg'on transport koridori.

Ushbu marshrutlar 24/7 kun davomida yuk tashish, yuqori darajadagi axborot almashinuv jarayon sinxronizatsiyasi, xalqaro standartlarga moslashuvni (masalan, FIATA, UN/CEFACT) ta'minlay oladigan yuqori samarali logistika markazlarini talab qiladi (2-jadval) [12].



2-jadval

Rivojlanishdagi muammolar va to'g'riqlar

Muammolar	Yechimlar
Investitsiyalarning yetishmasligi	DXSh mexanizmlari, xalqaro kreditlar
Malakali kadrlarning yetishmasligi	Logistlar va IT mutaxassislarini tayyorlash dasturlari
Ma'lumotlar standartlarining yetishmasligi	UN/EDIFACT va XML almashinuv standartlarini joriy etish
Cheklangan tahlil va prognozlash	Mashinani o'rganish va bashoratli tahlildan foydalanish

O'zbekiston Respublikasi transport vazirligi ma'lumotlariga ko'ra, 2024 yilga kelib mamlakatda turli darajadagi 15 dan ortiq logistika terminallari, shu jumladan Navoiy, Termiz va Angrendagi xalqaro logistika markazlari faoliyat ko'rsatmoqda.

Ko'pgina terminallar cheklangan raqamli boshqaruv imkoniyatlariga ega, ularning atigi 35 % avtomatlashtirilgan omborlarni hisobga olish tizimlaridan (WMS) foydalanadi va taxminan 20 % Real vaqtda monitoring tizimlaridan foydalanadi.

Yuk tashish jarayonlarini konteynerizatsiyasi darajasi 15% dan kam, bu Iqtisodiy hamkorlik va taraqqiyot tashkilotidagi (OECD) mamlakatlarining o'rtacha ko'rsatkichdan past (35-40%).

Xalqaro transport va logistika xizmatlari bozorida tobora kuchayib borayotgan raqobatni hisobga olgan holda, xalqaro yuk tashishni amalga oshiradigan transport kompaniyalari uchun ISO 9001:2008 bo'yicha sertifikatlashtirish majburiydir, chunki ushbu standartga muvofiqligi boshqaruv tizimi va tashkilotining ratsionalligi va samaradorligini belgilaydi.

Avtotransport vositalarida sifat menejmenti tizimining barqaror rivojlanishiga erishish uchun sifat menejmenti tizimi bo'yicha milliy kadrlarni tayyorlash va tayyorlashni tashkil etish kerak (ISO9001:2008). Shuningdek, transport va ombor logistikasi sohasida mutaxassislarni tayyorlash va malakasini oshirish uchun trenerlar tayyorlashni tashkil etish zarur.

4. Xulosa

O'zbekistonda terminal-logistika texnologiyalarini rivojlantirish milliy iqtisodiyotning raqobatbardoshligini oshirish va transport tranzit salohiyatini ro'yobga chiqarishning kalitidir. Zamonaviy muammolar infratuzilma, raqamli va kadrlar yechimlarini birlashtirgan tizimli yondashuvni talab qiladi. Faqatgina bu holatda

respublika Yevro Osiyo logistika xaritasida yetakchi o'rinlarni egallashi mumkin.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Аникеева, О. И. Логистика: современная теория и практика управления цепями поставок. — М.: Юрайт, 2022.
- [2] Балдин, К. В., Ситников, А. В. Инновационные технологии в логистике. — СПб.: Питер, 2021.
- [3] Дмитриев, А. В. Автоматизация логистических процессов на складах и терминалах. // Логистика сегодня, №3, 2020.
- [4] Кузнецова, Е. Ю., Петров, С. Н. Роботизация логистических центров как фактор повышения производительности труда. // Вестник транспорта, №2, 2022.
- [5] UNCTAD. Review of Maritime Transport. United Nations, 2023.
- [6] Абдуллаев А. Развитие транспортно-логистической системы Узбекистана в условиях интеграции в мировую экономику. Ташкент, 2021.
- [7] Винокуров, А. В. Применение IoT и Big Data в складской логистике. // Управление цепями поставок, №4, 2021.
- [8] Li, H., Wang, S. Smart Logistics Systems: A Technical Framework and Case Study. Journal of Intelligent Manufacturing, 2021.
- [9] Zhang, Y., Wang, L., & Liu, Q. Smart Warehouse Management Based on IoT and AI Technologies. // Journal of Logistics and Sustainable Transport, Vol. 12(2), 2021.
- [10] Christopher, M. Logistics & Supply Chain Management. — 6th ed. — Pearson Education, 2020.
- [11] Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. The Handbook of Logistics and Distribution Management. — 6th ed. — Kogan Page, 2022.
- [12] Государственный портал открытых данных Республики Узбекистан — <https://data.gov.uz>.

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

Qobulov Maxammadjon Alijon o'g'li / Kabulov Makhhammadjon Alijon ugli Farg'ona davlat texnika universiteti tayanch doktoranti
E-mail: m.a.qobulov@ferpi.uz
Tel.: +998 90 408 4009
<https://orcid.org/0000-0002-0074-5497>



Metallopolymer materials for the construction of tribotechnical parts of cardan shafts of a new type

M. Rakhmatov¹^a, A. Riskulov¹^b, Kh. Nurmetov¹^c

¹Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

This article is dedicated to addressing the following technical and operational issues through the analysis of scientific solutions. We know that failure of some units of the cardan transmission leads to the destruction of the connected units (for example, the drive axles and gearbox reducers) in the presence of a significant imbalance. The large metal volume, vibration activity, low reliability level, and large axial forces arising in the spline connection of the crankshaft are serious drawbacks in the design of most crankshafts, therefore, the issues of improving the design of crankshafts and increasing their reliability level are relevant and require immediate solutions. In solving these problems, the role of materials science and technological aspects is significant, the consideration of which at the stage of designing a cardan transmission ensures achieving optimal operational life.

Keywords:

cardan transmission, antifriction polymer coating, crank joints, movable spline connections, composite materials, polymer matrix material, modifying thermoplastic polymers, wear resistance, microscopic analysis, coatings

Yangi turdagi kardan vallarining tribotexnik detallari konstruksiyalari uchun metallopolimer materiallar

Raxmatov M.¹^a, Riskulov A.¹^b, Nurmetov X.¹^c

¹Tashkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Ushbu maqola ilmiy yechimlarni tahlil qilish orqali quyidagi texnik va foydalanish masalalarini hal qilishga bag'ishlangan. Sezilarli darajada disbalans mavjud bo'lganida kardanli uzatmaning ba'zi tugunlarining ishdan chiqishi birikadigan agregatlarning (masalan, yetakchi ko'priklar va uzatma korobkalarining reduktorlari) buzilishiga sabab bo'ladi. Metall hajmining ko'pligi, vibrofaollik, ishonchlik darajasining pastligi, kardanli valning shlitsali birikmasida yuzaga keladigan katta o'q kuchlari ko'pchilik kardanli uzatma konstruksiyasining jiddiy kamchiligi hisoblanadi, shuning uchun ham kardanli vallar konstruksiyasini takomillashtirish, ularning ishonchlik darajasini oshirish masalalari dolzarb bo'lib, zudlik bilan hal qilinishini talab etadi. Bu masalalarni hal etishda materialshunoslik va texnologik jihatlarining roli katta bo'lib, uzatmani loyihalash bosqichida ularni hisobga olish optimal ekspluatatsion resursga erishilishini ta'minlaydi.

Kalit so'zlar:

kardanli uzatma, antifriktsion polimer qoplama, krivoshipli birikmalar, qo'zg'aluvchan shlitsali birikmalar, kompozitsion materiallar, polimer matritsali material, modifikatsiyalovchi termoplastik polimerlar, yeyilishga chidamlilik, mikroskopik tahlil, qoplamalar

1. Kirish

Yurtimiz avtomobilsozligida va qishloq xo'jaligi mashinasozligida ishlatiladigan kardanli uzatmalar loyihalarida metall hajmining ko'pligi, vibrofaolligi, yetarlicha ishonchli emasligi, tayanchlarga ulangan agregatlarga uzatiladigan o'q kuchlarining kattaligi jiddiy kamchilik hisoblanadi.

Trubalar kardanli vallar konstruksiyalarining mas'uliyatli elementlaridan biri hisoblanadi. Odatda ular yuqori aniqlikda jo'valangan yuqori uglerodli po'lat tayyorlanadi, bunda devorlarining yo'l qo'yiladigan qalinligi 0,06 mm dan, titrashi 2 m uzunlikda har bir pogonometrغا 0,15 mm dan oshmasligi kerak. Truba berilgan aylantiruvchi

momentli yuklanishda ishonchli ishlashi, ko'ndalang chidamlilikka ega bo'lishi, maksimal solishtirma massa ega bo'lishi kerak.

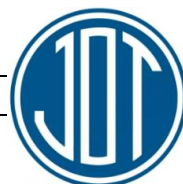
Yuk avtomobillarining kardanli vallari uchun ichki diametri kattalashtirilgan, yupqa devorli, elektr payvandlangan, prokatlangan trubalardan foydalaniladi. Bunday trubalar egilishda yuqori mustahkamlikni ta'minlaydi, massaning kamayishiga yordam beradi. Yengil qotishmalardan va polimer kompozitsion materiallardan foydalanish truba massasini kamaytirishning istiqbolli yo'nalishi hisoblanadi (1-rasm).

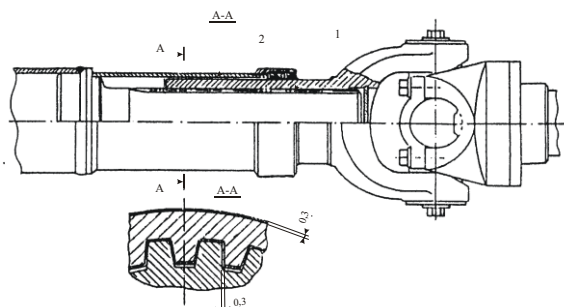
Bizda tannarxi, tayyorlash va yig'ish texnologiyasi bo'yicha zamonaviy talablarga javob beradigan kompozitsion materiallarning ishlanmalari yo'qligi sababli shunga o'xshash konstruksiyalardan amaliyotda foydalanilmaydi.

^a <https://orcid.org/0009-0008-6395-5804>

^b <https://orcid.org/0000-0002-5275-9153>

^c <https://orcid.org/0000-0002-6111-7259>





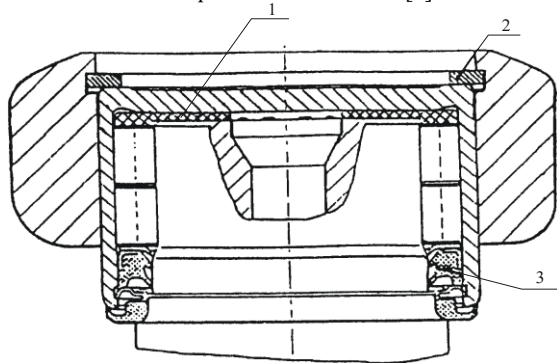
1-rasm. Antifriktsion polimer qoplamali shlitsa (1) va teleskopik zichlagich (2) ga ega harakatlanuvchi shlitsali birikmaning printsiplial konstruksiyasi

Chet ellarda antifriktsion qoplamaning tayyorlash uchun Rilprim taqatlamli PA 11 (Rilsan) poliamiddan foydalaniladi. Qoplamaning surtish texnologiyasi yetarlicha murakkab bo'lib, katta mehnatni va yuqori malakali xodimlarni talab qiladi. Qimmat turadigan PA 11 poliamidni o'zimizda ishlab chiqariladigan materiallar bilan almashtirishga urinishlar PA 6 poliamidning sifati pastligi sababli muvaffaqiyatli natija bermadi.

Sharnimning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momentini kamaytirish uchun krestovinalarning uchlaridagi masofalar kamaytiriladi, shlitsalarning diametrlari esa ortiriladi, bunda ularning o'tkazish qobiliyati ortadi. Bundan tashqari, kardanli sharnirlarda o'qli tirqishlarni pasaytirish maqsadida kardanli sharnirlarning ninasimon podshipniklari ularning tubida joylashgan antifriktsion polimer shaybalar bilan, vilkalarining sharnirlarida podshipniklarni mahkamlash uchun esa – bir necha guruh stoporli xalqalar bilan ta'minlanadi (2-rasm).

Bu sharnirlardagi o'qli tirqishni va transmissiyalarda ishlash vaqtida kardanli uzatmalardagi vibrofaollikni ancha pasaytirish, valning balansirovkasini yaxshilash imkonini beradi.

Chet el konstruksiyalarida polimer shaybalarni tayyorlash uchun material sifatida shisha tola bilan to'ldirilgan PA 6 (GWB, Germaniya), shisha bilan to'ldirilgan kompozitsion material Itamid-25 (FMS, Polsha) dan foydalaniladi. Yaqin kunlarga respublikamizda shisha bilan to'ldirilgan poliamidlar ishlab chiqarilmas edi, shuning uchun ham xizmat tavsiflari bo'yicha eng yaxshi chet el mahsulotlariga bo'sh kelmaydigan kompozitsion materialni ishlab chiqish vazifasi turar edi [9].



2-rasm. Yassi materialdan shtamplangan korpusli ninali podshipnik konstruksiyasi:

1 – antifriktsion polimerli shayba; 2 – stoporli xalqa; 3 – zichlagich

Kardanli uzatmalarning vibrofaolligini pasaytirish, tayyorlash aniqligini o'rshirish, podshipniklar komplektidagi ignalarning o'lchamlarini 0,002 mm gacha kamaytirish,

kardanli vallarning detallarini qayta ishlashning ilg'or metodlaridan foydalanish ham ularning xizmat qilish muddatini oshirishga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Kardan sharnirlari va harakatlanuvchi shlitsali birikmalarning yuqori resurslarini ta'minlashda ularning germetikligini yaxshilash ham muhim omilligicha qolmoqda. So'nggi paytlarda radial va chetki zichlovchi elastik kromkalardan foydalanish turli yechimlar orasidan birinchi o'ringa chiqmoqda. Podshipniklarni radial-chetki zichlagich (2-rasm) rezinaga nisbatan eskirishga chidamli va uzoq xizmat qiladigan, sharnirni yaxshiroq germetiklaydigan, zichlagichlarning o'lchamlarini kamaytiradigan polimerlardan tayyorlanadi. Masalan, ma'lumki, poliuretan asosidagi polimer materiallardan tayyorlangan ko'p kromkali zichlagichlar ancha ixcham hisoblanadi (rezinali zichlagichga nisbatan bo'yiga 1,5 marta kichik) [1].

Respublikamizda buyumlarni rezinotexnik materiallardan ishlab chiqarish rivojlanmoqda. Shuning uchun ham zichlagich buyumlarini ilg'or metodlar yordamida termoelastoplastlar asosidagi kompozitsion materiallardan tayyorlash texnologiyasini ishlab chiqish zarurati dolzarb turibdi.

Shlitsali birikmalar elementlarining antifriktsion polimer qoplamalari eskirishga chidamliligini oshirish uchun teleskopik zichlagichlardan samarali foydalaniladi.

Kuch agregati yoniga o'rnatiladigan burchak tezliklari bir xil bo'lgan universal kardan sharnirlari (ShRUS)ning xizmat qilish muddati o'q kuchlariga bog'liq bo'ladi, ular esa o'z navbatida, shiplar va sharchalarning soni bilan belgilanadi. Shuning uchun ham sharnirli privodli vallarning yangi avlodida qattiq oltita sharikli va universal uchta shipli ShRUSlardan foydalaniladi. Old yuritmalni avtomobillarni ishlab chiqarilishini o'zlashtirishda yuritma vallari ba'zi rejimlarda kuchli titrashi aniqlandi. Bu titrashlarni inersion dempferlar yordamida bartaraf etiladi.

ShRUSlarning eng zaif joylaridan biri – himoya g'iloflari ("chang yutkichlar")dir. Odatda ularni tayyorlashda qo'llaniladigan rezina 7-57-9003, avtomobil ekspluatatsiya qilinadigan ishchi temperaturalarda faqatgina 80 – 140 ming yuklanish sikllariga chidaydi. ShRUSlarning germetikligini ta'minlash uchun yangi avlod old yuritmalarida mustahkamligi, ishqalanishi, charchashga chidamliligi bo'yicha rezina aralashmalaridan sezilarli darajada ustun turadigan termoelastoplastdan tayyorlangan elastik himoya g'iloflaridan foydalanish boshlandi. Masalan, «Xaytrell 8105» termoplastidan tayyorlanadigan g'iloflar xizmat muddati bo'yicha rezinalidan 8-10 marta ustun turadi. Bundan tashqari, vakuumlanish effekti bunday g'iloflarga xos emas, ular yo'ldan mexanik zararlanishga ancha chidamli.

Respublikamizda bunday materiallar sanoat darajasida ishlab chiqarilmaydi. Shuning uchun ham berilgan ekspluatatsion tavsifli termoelastoplast asosida o'zimizning kompozitsion materialimizni ishlab chiqish zarur.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Konstruksion maqsadlar uchun mo'ljallangan termoplast materiallardan tayyorlangan buyumlarning o'ziga xos ekspluatatsiya sharoitlari polimer matritsalarining bazaviy kamchiliklarni pasaytirishga, va ko'pincha, termoplastlarning yangi xossalarga ega bo'lishiga, ularning afzalliklarini oshirishga olib keladigan maqsadli

modifikatsiyalash zaruratini tug'diradi. An'anaviy konstruksion termoplastlarning asosiy kamchiliklariga nisbatan yuqori bo'lmagan fizik mexanik tavsiflarni va qoniqarli tribotexnik va issiqlik-fizikaviy tavsiflarini kiritish mumkin.

Polimer materialga agressiv ta'sir ko'rsatilganda zanjirlarning kimyoviy tuzilishi va sintez shart-sharoitlari bilan mavjud bo'ladigan makromolekulalarning faol markazlari, odatda, matritsalarining buzilish o'choqlari hisoblanadi [10-12]. Bunda makromolekulalar faol markazlarining ekspluatatsiya muhitining turli reagentlari (kislorod, polimer destruktivatsiyasining past molekulyar mahsulotlari, namlik va h.k.lar) bilan o'zaro ta'siri materialning ekspluatatsiya tavsiflari pasayishiga olib keladi.

Sanoat miqyosida ishlab chiqariladigan polimerlarni turli texnologik usullardan, fizik ta'sirlardan foydalanib, faollashtirilgan ingreedyentlarni kiritish, yoki polimer matritsa sifatida polimer-oligomer va polimer-polimer gibrid aralashmalardan foydalanib maqsadli modifikatsiyalash bazaviy polimer bog'lovchilarning bazaviy xizmat tavsiflarini oshirishning eng sodda va samarali yo'li hisoblanadi [6-7]. Bunday yondoshuvni amalga oshirish texnologiya nuqtayi nazaridan ham tejimli bo'lib, nisbatan sodda va katta sarf-harajatlarni talab qilmaydi. Adabiyotlar manbalarida aytilishicha, to'ldirish – bu polimerlarni hajm bo'yicha uzluksiz faza bilan nisbatan bir tekis taqsimlanadigan qattiq, suyuq, gazsimon moddalar bilan biriktirilishidir [8, 12].

Polimerlarga to'ldiruvchini kiritish materialning strukturaviy, fizik-mexanik tribotexnik, issiqlik fizikasi va boshqa tavsiflariga ta'sir ko'rsatadi [3, 13]. Polimer matritsalarini to'ldiruvchilar bilan modifikatsiyalashning umumiy fizik-texnik tamoyillari polimer-to'ldirgich chegarasidagi fazalararo hodisalarga hamda materialning xajmiy tuzilishi va xossalari bo'yicha farq qiladigan, o'ziga xos strukturaga ega fazalararo qatlamning paydo bo'lishiga asoslanadi. Polimer matritsaning yangi xossalari to'ldirgich zarralari sirtining makromolekulalarning harakatiga ta'siri va chegaraviy sohada polimerning adsorbsiyalangan qatlamlari hosil bo'lishi bilan tushuntiriladigan effektlar sababli yuzaga keladi [4, 5]. Buning natijasida polimerning struktura hosil qilishi bog'lovchi hajmida va fazaviy chegara yaqinida turlicha kechadi. To'ldiruvchili sistemalardagi asosiy o'zgarishlar, matritsa bilan to'ldirgich o'rtasida xemosorbsion o'zaro ta'sir yuz bermasa, asosan, to'ldirgichning sirt xossalari bilan belgilanadi.

Polimer materialning yemirilishini kamaytirish maqsadida matritsalar kimyoviy va fizik usullar bilan, shuningdek yuqorida ko'rsatilgan usullardan birgalikda foydalanib modifikatsiyalanadi. Termoplast va termoplastopolimer polimerlarni modifikatsiyalash uchun dispersligi 2-3 mkm dan 10-100 mkm gacha bo'lgan noorganik va organik tabiatga ega komponentlar – shisha tola, metallar va ularning oksidlari, uglerodli materiallar, maydalangan tog' jinslari, yog'och zarralari va boshqalardan foydalaniladi.

Bugungi kunda termoplast polimerlarni modifikatsiyalashning eng yaxshi ishlab chiqilgan usullariga ularni ham sintez bosqichida [9, 14, 15], ham polimer-polimer yoki polimer-oligomer aralashmalarni hosil qiluvchi eritma komponentlarini qo'shish jarayonida [5-7] kichik polimer qo'shimchalar bilan legirlash kiradi. Bunday polimer sistemalar uchun komponentlarning qutblanish, eruvchanlik, zanjirning moslashuvchanligi va boshqa

tavsiflari bilan aniqlanadigan moslashuvchanligi hal qiluvchi ahamiyatga ega [6-7]. Masalan, 5-25 % butadiyen yoki butadiyen-stiroli kauchukni va 15-30 % stiroli akrilonitrilni sopolimerlash natijasida dastlabki polistirollar bilan solishtirganda bir qator ahamiyatli afzalliklarga ega bo'lgan (yuqori qovushoqlik, termik kirishish va h.k.), yirik tonnajli ABS-plastiklar olinadi [7]. Mustahkamlovchi agregatlarning [9, 13] hamda matritsa hajmidagi mustahkamlovchi qo'shimchalarning legirlovchi fazasida [8] o'tish qatlamlarining hosil bo'lishi tufayli legirlangan termoplastlarning fizik-mexanik tavsiflarining oshishi kuzatiladi.

Polimerlarni termomexanik qorishtirish yo'li bilan poliamid-poliiolefin, poliiolefin-divinilstiroli termoplast va boshqa konstruksion vazifani bajaruvchi, optimal fizik-mexanik tavsiflarga ega kompozitsiyalar olinadi [8, 9].

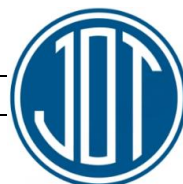
Bizga ma'lum bo'lgan konstruksion vazifani bajaruvchi polimer aralashmalar orasida poliamid va poliatsitellarga asoslangan kompozitsiyalar alohida qiziqish uyg'otadi [13, 14, 15]. Masalan, har biri kichik kontsentratsiyaga ega bo'lgan ikki komponentli sistemalarda fizik-mexanik tavsiflarning anomal oshish effekti aniqlangan [8-10], bunga polimer asosni qayta ishlash jarayonida mustahkamlashga yordam beradigan tolasimon agregatlar – ultra dispers tolalarning aralashmasining yuzaga kelishi sabab bo'ladi [39-48]. Termomexanik qorishtirilgan matritsalarining binar aralashmasida sopolimer baza hosil bo'lishi mumkinligi aniqlangan [10, 11].

Termoplastlarga legirlovchi polimer qo'shimcha sifatida bir-biriga choklanadigan - fenolformaldegid, imid, kremniy-organik, poliefir va boshqa qatronlarning oligomerlaridan foydalanilishi mumkin [4-5]. Bunda termoplastik matritsada "to'r ichida to'r" tipidagi struktura shakllanadi. O'zaro "tikiluvchi" qatronlarning oligomerlari asosiy polimerning faol guruhlari bilan o'zaro ta'sirlashishi mumkin, bu esa uning deformatsiya-mustahkamlik tavsiflarining va termik oksidlanishga chidamliligining oshishiga olib keladi [12]. Qator hollarda ba'zi oligomerlar nozanjir stabilizatorlarning xossalari namoyon qiladi [14].

Konstruksion termoplastlarning mustahkamlik, teplofizik va tribotexnik xossalari yaxshilash maqsadida modifikatsiyalashning yuqorida ko'rsatilgan usullari bilan bir qatorda grafit, talk, koks, shisha tola, asbest, metall kukunlari, ularning oksidlari kabi turli xil to'ldirgichlardan ham foydalaniladi [6-7].

Ma'lumki, to'ldirilgan kompozitsiyalarning eskirishga chidamliligi to'ldirilmaganiga nisbatan bir necha tartibga ortadi, yuk ko'tarish qobiliyati va issiqlikka chidamliligi esa 2-5 marta ortadi. Bunda faqatgina to'ldirgich miqdori u qadar katta bo'lmasagina modifikatsiyaning maksimal effekti erishish mumkin (5-20 mas. %), bu esa mexanik tavsiflarning (qattqlik, mustahkamlik, nisbiy uzayish va eskirishga chidamlilik) oshishiga olib keladi [54].

Yuqori modulli uglerod tolalari bilan to'ldirilgan termoplast polimerlar yuqori fizik-mexanik va tribotexnik tavsiflarga ega bo'ladi. Bunda [5, 14] ishda keltirilgan ma'lumotlarga asosan, tola miqdori 30 mas. % atrofida bo'lganida kompozitsiyaning eskirishga chidamliligi polimer matritsaning turiga deyarli bog'liq bo'lmaydi, balki faqatgina tolaning xossalari, avvalo, sirtki qatlamning xossalari bog'liq bo'ladi. Tolalar bilan to'ldirilgan materiallar yuqori mustahkamlikka, qattqlikka, issiqlik o'tkazuvchanlikka va past ishqalanish koeffitsiyentiga ega bo'ladi [5-9].



Akademik Yenikolopov N.S va jamoasi tomonidan 80-90 % hajmgacha mineral to'ldirgichlar, ko'pincha maydalangan tog' jinslarining yuqori dispersli zarralariga ega bo'lgan, yuqori to'ldirilgan polimer kompozitsion materiallar (PKM) – norplastlar ishlab chiqilgan. Biroq norplastlarni qayta ishlash uchun purkash bosimining parametrlari yuqori bo'lgan maxsus texnologik qurilma zarur bo'ladi, bu esa ularning mashinsozlikda foydalanish samaradorligini sezilarli darajada pasaytiradi.

Polimer matritsada to'ldirgichlarning mavjud bo'lishi ularni qayta ishlash sharoitlariga va olinadigan buyumlarning sifatiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, to'ldirilgan termoplastlarni barcha mavjud va ma'lum usullar bilan qayta ishlash mumkin. Bunda to'ldirilgan polimerlarda ko'pincha qisqarishning kamayishi yoki stabilashuvi, relaksatsiya jarayonlari xarakterining o'zgarishi va ancha stabil reologik tavsiflar kuzatiladi [12-13].

Biroq termoplastlarga yanada qattiqroq to'ldirgichlarni kiritish ishqalanish tugunida mexanokimyoviy jarayonlar natijasida qo'shilgan kontr jismning eskirishini tezlashtiradi. Tolasimon to'ldirgichlarni qo'llash to'ldirgichning yo'nalishi yoki uning polimer massasida bir tekis taqsimlanmasligi sababli buyumlarning xossalari yomonlashishiga olib kelishi mumkin [12, 13].

Shunday qilib, konstruksion polimer materialshunoslikning ko'pchilik masalalari to'ldirgichlar va modifikatorlarni optimal tanlash yordamida muvaffaqiyatli hal qilinishi mumkin ekan. Berilgan tavsifli kompozitsion materialni olish uchun muayyan usulni tanlash iqtisodiy, ekspluatatsiya, texnologik va boshqa jihatlar to'plamiga bog'liq bo'ladi.

3. Natija va muhokamalar

Tadqiqotning asosiy maqsadlaridan biri kardanli uzatmalarni loyihalash uchun termoplastlar va ularning aralashmalari asosida polimer kompozitsion materiallarni (PKM) ishlab chiqishdan iborat. Dastlabki polimer matritsalarining mustahkamligini, tribotexnik va issiqlik fizikaviy xossalarni oshirish asosiy mezon hisoblanadi. PKMni yaratish uchun dastlabki matritsalar sifatida yurtimiz sanoatida an'anaviy ko'p tonnali ishlab chiqariladigan polimerlardan: poliolefinlar, ularning sopolimerlari va poliamidlardan foydalanildi [14, 15].

Tadqiqot obyektlari sifatida quyidagi markali materiallar tanlandi:

- PEND 277-03 (GOST 16338-85);
- PEVD 15803-020 (GOST 16337-85);
- PP 21020 (TU 6-05-1756-78);
- SEVA markalari: 11306-075, 11607-040, 11708-1250 (TU 301-05-56-90);
- PA6 (OST 6-03-09-93);
- PA11 «Rilsan» ELF ATOHEM tomonidan ishlab chiqarilgan (Fransiya);
- DST (TU 38 103624-80).

Matritsalar sifatida, shuningdek, polimer material buyumlarni qayta ishlab olingan regeneratsiyalangan texnologik chiqindilardan ham foydalanildi.

Foydalanilgan termoplastlar va termoelastoplastlarning fizik-mexanik, tribotexnik, issiqlik fizikaviy va boshqa tavsiflari ko'p sonli adabiyotlar ma'lumotnomalarida keltirilgan. Ba'zi eksperimentlar termoplast-termoplast va

termoplast-termoelastoplast tipidagi asosli aralashmalar namunalari bajarildi.

Polimer matritsalarini modifikatsiyalash uchun uglerod shixtasi deb nomlanuvchi va tarkibida olmos bo'lgan ultradispers grafitdan (UDAG) hamda manfiy kislorodli balansda olinadigan va brizant mahsulotlarni detonatsion sintezlash mahsulotidan foydalanildi [10, 11]. Shixtaning ba'zi tavsiflari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Uglerodli to'ldiruvchilarning ba'zi tiplarining qiyosiy tavsiflari

Tavsif	Modifikatorlar ko'rsatkichlari			
	Kolloidli grafit	Ugle-grafit tolalar	Texnik uglerod (TU)	Uglerod shixtasi (UDAG)
Solishtirma og'irligi, g/sm ³	2,7	3,3	2,6	3,2
Dispersligi, mkm	1-10	20-100	0,1-0,5	0,03-0,05
Zarralarining shakli (ASM metodi)	Plastina-simon	Tola-simon	Sfera-simon	Sfera-simon
Solishtirma sirti, m ² /g	-	-	100	30030
Kristallik fraksiya miqdori, %	90	-	-	60-75

Ba'zi eksperimentlarda to'ldiruvchi sifatida ultradispers olmosdan, ultradispers kremniy oksididan va bog'lovchi eritmasida misli birikmalarni termolizlash yo'li bilan olinadigan kolloidli mis zarralaridan (KM), shuningdek K-354 markali texnik ugleroddan foydalanildi.

Eksperimental tadqiqot ishlari polimer materiallardan va PKMdan olingan, standart belkuraklar, brusoklar, plastinalar va boshqalar ko'rinishidagi namunalarda o'tkazildi. Tarkibidagi namlik miqdorini berilgan chegaragacha pasaytirish uchun avvaldan quritilgan modifikatorlar kompozitsion materialning tarkibiga polimer kukuni yoki granularini sharli tegirmonda mexanik aralashtirish yo'li bilan kiritildi. Modifikatorning gomogen taqsimlanishiga statisk zaryadning ta'sirini kamaytirish uchun polimer zarralarga tez uchadigan eritgich – atseton yoki etil spirti bilan ishlov berildi.

Sinov ishlarini o'tkazish uchun namunalar sanoat termoplastavtomatida GOST va TU talablariga mos ravishda tavsiya etilgan rejimlarda yuqori bosim ostida quyish, shuninbu yerdak ftorplast tagliklarda (podlojkalarda) termopresslash metodi bilan olingan.

Komponentlarni termomexanik birlashtirish vintsimon (shnekli) plastikator qurilmalarida polimer matritsaga xos rejimlarda amalga oshirildi. Termoplastik polimerlarga asoslangan kompozitsion qoplamalarni suyuqlashtirilgan qatlam, tribostatik changlantirish metodlari bilan sutilib, undan so'ng termoshkafda [15] da ko'rsatilgan yoki texnologik ko'rsatmalarda keltirilgan rejimlarda eritilgan. Qoplamalarni olish uchun ELF ATOCHEM (Fransiya) firmasining sanoatda ishlab chiqarilgan kukunidan yoki polimer granularni kriogen disperslash yo'li bilan olingan disperslardan foydalanildi [11].

PKMning fizik-mexanik, adgezion, tribotexnik va boshqa tavsiflarini boshqarish uchun to'ldirgichlar va modifikatorlarga maxsus qurilmada tojsimon razryad bilan yoki «Foleoks» savdo markali tarkibida ftor bo'lgan oligomerlar suyultirilgan eritmasi bilan ishlov berildi.



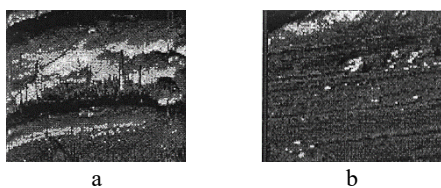
Foydalanilgan oligomerlarning tarkibi va tuzilishi [15] da keltirilgan.

Polimerlar, PKM va modifikatorlarning fizik-kimyoviy tarkibining o'ziga xos xususiyatlarini tadqiq qilish umumiy qabul qilingan metodikalar bo'yicha rentgenostrukturaviy tahlil qilish, optik, elektron rastrli va atom-kuch mikroskopiya (ASM), IQ- va EPR-spektroskopiya kabi an'anaviy metodlar bilan olib borildi.

Konstruktorlik yechimi va foydalanilgan materiallari bo'yicha optimal kardanli uzatma texnik shartlarda belgilangan butun xizmat muddati davomida qoniqli ishlashi kerak. U burovchi momentni konstruksiyani buzmasdan uzatilishini ta'minlovchi, buralishga nisbatan mustahkamlikka ega bo'lishi kerak. Universal sharnirlarda podshipniklar ma'lum joylashishga ega bo'lib, bunda aylantiruvchi moment turli xil ekspluatatsion omillar ta'sir qiladigan sharoitda berilgan tezliklarda va burchaklarda uzatiladi. Valning shlitsali birikmalari ko'chishni o'qli kompensatsiyalash vositasi sifatida transport vositasi yoki agregatning harakatlanish sharoitiga uzatmaning berilgan reaksiyasini ta'minlaydi. Kardanli uzatmaning o'lchamlari inersion kuchlar va vibratsiyalar natijasida yuzaga keladigan dinamik yuklanishlarning noqulay ta'sirini pasaytirish uchun optimal mutanosiblikka ega bo'lishi kerak.

Shunday qilib, xizmat muddatining berilgan parametrlariga ega optimal konstruksiyani ishlab chiqishda ekspluatatsion omillarning barcha turli-tumanliklarini tizimli hisobga olish zarurati kardanli uzatmalarning tribotexnik sistema sifatidagi o'ziga xos xususiyati hisoblanadi.

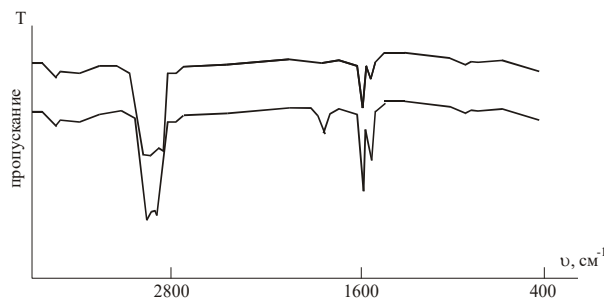
Kardanli uzatmalarni ekspluatatsiya qilishga qo'yiladigan talablarga rioya qilinganda kuzatiladigan eskirishlarning katta qismi bu korrozion-mexanik eskirish bulib, ushbu tribosistemaga xso bulgan ekspluatatsion omillar yig'indisi bilan tavsiflanadi: yuqori kontaktli kuchlanishlarining mavjudligi, konstruksiya alohida qismlari harakatining ishorasi o'zgarishi, titrashlar, kuchli yuklanishlar, abraziv zarralar va korrozion faol tashqi muhitlarning ta'siri. Shlitsali birikmaning ishqalanish sirtlari charchagan jarayonlarga xos ko'rinishga ega bo'lib, ekspluatatsiya qilinayotgan muhitning abraziv va korrozion ta'sirlari (namlik, tuzlarning eritmaları, abraziv zarralar) bilan kechadi (3-rasm).



3-rasm. Kardanli val shlitsali birikmasining ishqalanish sirtiga xos relef (x 100):

a) dastlabki; b) 50 ming km yo'l bosgandan keyin

Kardanli vallarning konstruksiyalarida ishlatiladigan surtmaning tarkibi yo'l sharoitida dastlabkisidan sifat jihatidan farq qiladi, uning tarkibida abraziv zarralar (SiO_2), kontaktlovchi materiallarning eskirishidan hosil bo'ladigan zarralar (St 60 PP po'lat, temir oksidlari), oksidlar va organik birikmalar, tarkibida metall bo'lgan organik birikmalarning zarralari mavjud bo'ladi (4-rasm).



4-rasm. I-20 surkov moyining dastlabki (a) va St 60 PP – St 60 PP ishqalanish juftligini 1 m/s ishqalanish tezligi va 10 MPa solishtirma yuklanishda sinashdan keyingi IK-spektrlari (b). Sinash vaqti 10 soat

Ishqalanish sirtlarida abraziv zarralarning ta'siri va mikronotekisliklar plastik deformatsiyasining izlari yaqqol ko'rinadi. Bu esa shlitsali birikmaning friksion ta'sir zonasida triboqo'shilmani korrozion-mexanik eskirishga olib keluvchi fizik-kimyoviy jarayonlar majmuasi kechishi haqida guvohlik beradi.

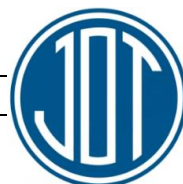
Kardanli uzatma boshqa o'ta muhim triboqo'shilmasi – universal sharnirning eskirishi shlitsali juftlikning eskirish kinetikasiga noqulay ta'sir ko'rsatadi. Shlitsali birikmada dinamik (zarbli) yuklanishlarning va charchash jarayonlarining ortib ketishiga olib keluvchi "podshipnik – krestovina shipi" juftligidagi tirqishning kattalashishi bunday bilvosita bog'liqlikning paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Shlitsali birikmaning eskirishi (qo'shilishdagi tirqishning kattalashishi) shunga o'xshash sharnirli tugunlarda eskirish jarayonini jadallashtiruvchi dinamik yuklanishlarning ortishiga olib keladi [1-5].

Shunday qilib, kardanli uzatmaning konstruksiyasini ishlab chiqishda tribosistemalarning turli xil qo'shimchalarida noqulay tribotexnik hodisalarning birgalikdagi ta'sirini hisobga olish zarur.

St 60PP – St 60PP model sistemasi misolida kardanli uzatma shlitsali birikmasining friksion kontakti zonasidagi asosiy tribotexnik hodisalarni qarab chiqamiz. Kontaktlanuvchi jismlar sirtining g'adir-budurlik parametrlari $R_a=0,8...1,2$ mkm ko'rsatkich va qattiqligi $HRC=42...45$ birl. bo'yicha MAZ va KAMAZ tipidagi yuk avtomobillari konstruksiyasida qo'llaniladigan real kardanli uzatmalarning shunga o'xshash ko'rsatkichlariga mos kelgan.

Harakatlanuvchi shlitsali birikmadagi o'q kuchayishlarini kamaytirish uchun turli xil termik va fizik-kimyoviy ishlov berishlarni amalga oshiriladi [1]. Fosfatlash – metall sirtlarni temir va marganes tuzlariga hamda fosfor kislotasiga ega faol tarkibda ishlov berish – fizik-kimyoviy ishlov berish turlaridan biri hisoblanadi. Fosfatlovchi tarkib ta'siri natijasida metall namuna sirtida metall fosfatlarining g'ovaklik, qattiqlik, quruq surtmalar va surtma moylarini yutishga va ushlab qolishga layoqatlilik kabi o'ziga xos tavsiflarga ega bo'lgan qatlami shakllanadi. Adabiyotlarda fosfat qatlamlardan kardanli vallarning shlitsali birikmalarida eskirishga qarshi vosita sifatida foydalanish bo'yicha tavsiyalar berilgan [1]. Biroq kardanli vallarning detallari uchun fosfatli qatlamlarni surish texnologiyasi bo'yicha amaliy tavsiyalar yetarli emas. Qora va rangli metallardan tayyorlanadigan buyumlarni fosfatlash uchun fosfor kislotasi yoki uning tuzlariga asoslangan turli tarkiblardan foydalaniladi.

Biz amaliy mashinasozlikda keng qo'llaniladigan "Majef" standart preparatidan foydalandik. Preparatning tarkibi 2-jadvalda keltirilgan.



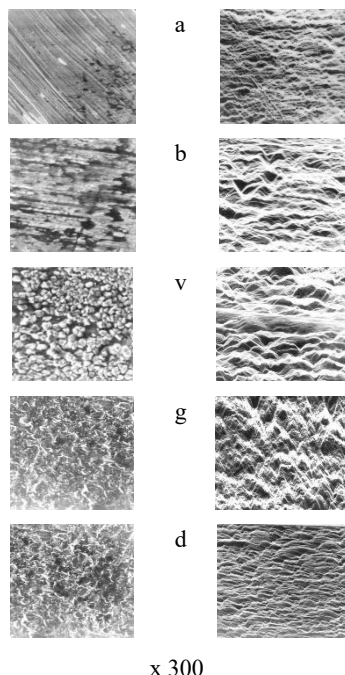
2-jadval

“Majef” prepratingning tarkibi

Komponentlari	Tarkibi, %
Temir umumiy	0,3-3,0
Temir (II)	Berilmagan
Marganets, kamida	14
R ₂ O ₅ ga qayta hisoblangan fosfatlar	46-52
Sulfat-ion	0,07
Xlor-ion	Berilmagan
Kaltsiy oksidi, ko'pi bilan	0,06
Suv, ko'pi bilan	19

Dastlabki eksperimentlar natijalari modifikatsiyalovchi eritmaning optimal tarkibi: 25-35 % massa ulushi «Majef» tuzi va 65-75 % massa ulushi suv bo'lishi kerakligini ko'rsatdi.

Eksperimental namunalarni tayyorlashning texnologik rejimi quyidagidan iborat. Preparat naveskasini suvda eritildi, eritmani 1,2-1,8 ks qaynatildi, tindirildi va 369-371 K gacha sovutildi. Metall namunalarni spirt va atseton bilan yog'sizlantirilib, ishchi erilmaga joylashtirildi. Ishlov berish vaqti 0,03-0,6 ks ni tashkil qildi. Kimyoviy-termik ishlov berilgan eksperimental namunalarning sirtlarining turi 5-rasmda keltirilgan.



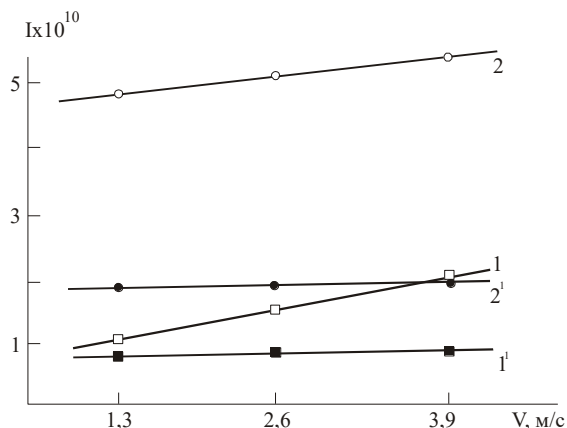
x 300

5-rasm. Po'lat 45 dan tayyorlangan metall rolikning sirti: dastlabki (a) va 0,03 Ks (b), 0,06 (v), 0,18 Ks (g) 0,42 (d) davomida “Majef”ning 30 % li suvdagi eritmasida ishlov berilgani

Metall namunalarning sirtining holatini ASM metodi bilan mikroskopik tahlil qilish metallda kristall shakllanishlarning alohida guruhidan iborat plenka hosil bo'lishi to'g'risida guvohlik beradi. Ishlov berish vaqti ortishi bilan plenkaning davomiyligi ortib boradi, kristallarning o'lchamlari (aylana radiuslari) esa kamayib boradi.

Tadqiqotlarning natijalari (6-rasm) fosfat plenkalari ishqalanish sirtlarida ishqalanish juftliklari va tiqilib qolish yuklanishlari sababli eskirish jadalligini pasaytirishga yordam berishi to'g'risida guvohlik beradi. Biroq ta'kidlash zarurki, vaqt o'tishi bilan fosfat plenka buziladi va ishqalanish zonasidan ketib qoladi. Ishqalanish sirtidan

fosfat plenka ketib qolganidan so'ng alohida mikronotekisliklardagi mikroto'siqlarning qisman “eritmasi” mikrochuqurchalarni to'ldirishi sababli g'adir-budurligi ancha kamayadi.



6-rasm. 60 PP – 60 PP ishqalanish juftligida eskirish jadalligining sirpanish tezligiga bog'liqligi: dastlabki (1,2), fosfatlangan 0,06 Ks (1', 2') 0,5 MPa (1, 1') va 1,0 MPa (2,2') solishtirma yuklanishda. * - tiqilib qolish belgilangan

4. Xulosa

Xulosa sifatida qayd etish lozimki, fosfatlashning texnologik rejimlari qalinligi 10-25 mkm plenkaning shakllantirish imkonini beradi. An'anaviy uskunalaridan foydalanib tayyorlanadigan kardanli uzatmalarning zamonaviy konstruksiyalari shlitsali birikmalarda 0,1 mm (100 mkm) gacha yig'indi tirqishlar bo'lishi mumkin.

Shuning uchun ham fosfat qoplamalar kardanli uzatma shlitsali birikmasini tayyorlash va yig'ish texnologik jarayonidagi xatoliklarni to'liq kompensatsiyasini ta'minlay olmaydi va xizmat muddatini hamda foydalanish samaradorligini oshirish maqsadida qo'shimcha ishlov berilishini talab qiladi. Fosfat qoplamadan kardanli uzatmaning berilgan ekspluatatsion resursini ta'minlovchi kompozit qoplamani olish uchun tagqatlam sifatida foydalanish mumkin bo'lgan variantlardan biri hisoblanadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Карданные передачи грузовых автомобилей. Проблемы и решения / Иванов С.Н., Козадаев А.И., Поворов Б.Е., Сокруто И.В. // Автомобильная промышленность. – 1992. – №11. – с. 131 – 138
- [2] Иванов С.И. Трансмиссионные валы нового поколения. // Автомобильная промышленность. – 1998. – №11. – с.23 – 27.
- [3] Плещачевский Ю.М. Перспективные полимерные материалы // Междунар. науч.-техн. конф. «Полимерные композиты 2000»: В.Сб. докл./ Гомель, 2000. – с.3–9.
- [4] Струк В.А. Трибохимическая концепция создания антифрикционных материалов на основе многотоннажно выпускаемых связующих: Автореф.



дис. ... доктора техн. наук: 05.02.01 / Белорусский политехнический институт. - Минск, 1988. - 41 с.

[5] Riskulov, A., Nurmetov, K., Avliyokulov, J. (2023). Material selection for vehicle brake chamber case with using computer methods of analysis. In E3S Web of Conferences (Vol. 401). EDP Sciences. DOI: 10.1051/e3sconf/202340102061.

[6] Otabek Toirov and Nodirjon Tursunov, "Efficiency of using heat-insulating mixtures to reduce defects of critical parts", E3S Web of Conferences 401, 05018 (2023).
https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340105018.

[7] Конкурентоспособность и передовой опыт в развитии сферы применения конструкционных пластиков / Европейская экономическая комиссия ООН. Нью-Йорк - Женева, 1999. - 87 с.

[8] Рустамова Ж.О., Мамедов Э.Ш., Рустамова Г.Я. Модифицирование композиций ПЭ+ПП различными каучуками // Пластические массы. - 1989. - №11. - с. 80-82.

[9] Heinicke G., Fleischer G. Tribochemische Wirkungen in der Technik. Zum Einfluss tribochemischer Reactionen auf Reibungs- Schmierungs- und Verschleissprozesse. - Die Technik, Heft 31.1976. - S. 458-461.

[10] Триботехнические характеристики ПТФЭ, модифицированного кластерами синтетического углерода / А.И. Малевиц, Е.В. Овчинников, Ю.С. Бойко, В.А. Струк // Трение и износ. - 1998. - Т.19, №3. - с. 366 - 369.

[11] Довгяло В.А., Юркевич О.Р. Композиционные материалы и покрытия на основе дисперсных полимеров. -Мин.: Наука и техника, 1992 -256 с.

[12] Долматов В.Ю. Опыт и перспективы нетрадиционного использования ультрадисперсных алмазов взрывного синтеза // Сверхтвердые материалы, 1998. - №4. -с. 77-81.

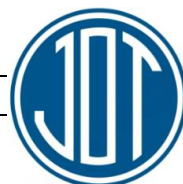
[13] Хаслам Дж., Виллис Г.А. Идентификация и анализ полимеров. - М.: Химия, 1971. - 432 с.

[14] Designing for Rilsan coatings. - Elf Atochem, Paris, 1999. - p. 18.

[15] Овчинников Е.В. Структура и свойства триботехнических покрытий на основе растворов фторсодержащих олигомеров: Автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.02.01 / Институт механики металлополимерных систем им. Белого В.А. НАН Беларуси. -Гомель, 1997. -23 с.

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

Raxmatov Murodjon Iskandarovich	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomobil va avtomobil xo'jaligi" kafedrasida katta o'qituvchisi. E-mail: behbudbek@gmail.com Tel.: +998974070053 https://orcid.org/0009-0008-6395-5804
Riskulov Alimjon Akhmadjanovich	Toshkent davlat transport universiteti "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrasida professori, t.f.d., professor. E-mail: olimjonr2008@mail.ru Tel.: +998983003055 https://orcid.org/0000-0002-5275-9153
Nurmetov Xurshidbek Ikromovich	Toshkent davlat transport universiteti "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrasida dotsenti, PhD. E-mail: kh_tari@mail.ru Tel.: +998901877001 https://orcid.org/0000-0002-6111-7259



Analysis of the technical characteristics of the restored part of the plunger pair of the diesel fuel system assembly

A.I. Abdullayev¹ 

¹Andijan state technical institute, Andijan, Uzbekistan

Abstract:

This article presents an analysis of the restoration of plunger pairs of a high-pressure fuel pump of a motor vehicle with a diesel engine and its operational indicators. At the same time, issues of economic efficiency, safety, comfort, and other operational indicators of vehicles, as well as ensuring the reliable operation of units, assemblies, and parts under various conditions, were also studied. Scientific research on increasing the wear resistance of parts and connections of high-pressure fuel pumps of vehicles with diesel engines was conducted, and it was established that the wear of plunger pairs has hydraulic-abrasive properties. To increase the durability of plunger pairs of high-pressure fuel pumps, regeneration technologies using nano-sized coatings have been developed, thanks to which it was possible to determine the values of surface accuracy indicators of regenerated plunger pairs. According to the analysis of the obtained results, it was established that the surface accuracy indicators of reconstructed plunger pairs are close to 94% compared to new ones.

Keywords:

plunger pair, precision, exploitation, quartz, hydro-abrasive, nanopowder, chrome, regression

Dizel dvigatelinig yonilg'i uzatish apparatidagi qayta tiklangan plunjer juftlik detalini texnik ko'rsatkichlar tahlili

Abdullayev A.I.¹ 

¹Andijon davlat texnika instituti, Andijon, O'zbekiston

Annotatsiya:

Ushbu maqolada dizel dvigatelli avtotransport vositalarining yuqori bosimli yonilg'i nasosining plunjer juftliklarini qayta tiklash va uning ekspluatatsion ko'rsatkichlari tahlillari keltirib o'tilgan. Shu bilan birgalikda avtotransport vositalarining tejamkorligi, xavfsizligi, qulayligi va boshqa ekspluatatsion ko'rsatkichlari hamda agregat, uzal, detallarini turli sharoitlarda ishonchli ishlashini ta'minlash masalalari ham o'rganib chiqilgan. Dizel dvigatelli avtomobillar yuqori bosimli yonilg'i nasoslarining detallari va birikmalarini yeyilishga bardoshlilikini oshirish bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlari olib borilib plunjer juftliklarining yeyilishi gidro-abraziv xususiyatga ega ekanligi aniqlandi. Yuqori bosimli yonilg'i nasoslari plunjer juftliklarini bardoshlilikini oshirish bo'yicha nano o'lchamdagi qoplamalar yordamida qoplash orqali qayta tiklash texnologiyalarini ishlab chiqilgan bo'lib, bu texnologiya orqali qayta tiklangan plunjer juftliklarining yuza aniqlik ko'rsatkichlari qiymatlarini aniqlashga erishildi. Olingan natijalar tahliliga ko'ra qayta tiklangan plunjer juftliklarini yangisi bilan solishtirilganda yuza aniqlik ko'rsatkichlari 94% ga yaqin ekanligi tasdiqlandi.

Kalit so'zlar:

plunjer juftlik, pretsizion, ekspluatatsion, kvarts, giro-abraziv, nano kukun, xrom, regresion

1. Kirish

Mamlakatimizda sanoat va qishloq xo'jaligining yildan yilga rivojlanib kelayotganligi sababli avtotransport vositalarining roli va ahamiyati ortib bormokda. Shu bilan birgalikda avtotransport vositalarining tejamkorligi, xavfsizligi, qulayligi va boshqa ekspluatatsion ko'rsatkichlari hamda agregat, uzal, detallarini turli sharoitlarda ishonchli ishlashini ta'minlash masalalariga katta e'tibir qaratilmoqda. Shuningdek, mamlakatimizda avtomobillar sonining keskin oshib borayotgani tabiiy-iqlimiy va yo'l sharoitlari ta'sirini hisobga olib, ularni to'g'ri ekspluatatsiya qilish orqali ishonchlilik ko'rsatkichlarini oshirish masalalari muhim hisoblanadi [1-3].

O'rta Osiyo iqlimi keskin kontinental bo'lib, yoz juda uzoq va issiq qish esa qisqa va sovuq bo'ladi. Kunduzi havoning absolyut eng yuqori temperaturasi soya joyda +45...47 °S ga yetadi, kechasi esa +10 °S gacha tushib ketadi, 8 soat mobaynida temperaturaning tebrailishi 25...35 °S gacha yetishi mumkin. Tuproq yuzasi kunduzi +40...70 °S va undan yuqori temperaturagacha qiziydi. Ayniqsa, organik qovushqoq material bilan ishlov berilgan yo'l qoplamalari temperaturasi +85 °S gacha yetadi [4].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Dunyoning yetakchi olimlari, R. Bosh, N.N. Clork, T. Murayana, A. Perkinsh, O.D. Robert, R. Bosh, O.Sally, T.Myo, M.A.Oliskewych, va boshqalar tomonidan dizel dvigatelli avtomobillarni ekspluatatsion ko'rsatkichlarini

 <https://orcid.org/0009-0001-4670-3524>



oshirish bo'yicha ko'plab ilmiy-tadqiqotlar olib borilgan. MDH olimlari A.V. Nikolaenko, V.A. Alliluev, N.I. Baxtiyarov, D.F. Gurevich, V.I. Trusov, V.Ye. Gorbanevskiy, L.Ye. Ageev, A.I. Ryadnov, N.G. Kuznesov, V.V. Altipov, U.R. Ikramov, R.M. Bashirov, S.N. Sharafudinov, S.L. Shishurin, M.M. Toshpulatov, U.A. Ikramov, K.X. Maxkamov va boshqa olimlar yuqori bosimli yonilg'i nasoslarining detallari va birikmalarini yeyilishga bardoshlilikini oshirish sohasida ilmiy - tadqiqot ishlarini olib borganlar. Ular tomonidan plunjer juftlarning yeyilishi gidro-abraziv xususiyatga ega ekanligini va asosan plunjerning uzatadigan chetida va ajratuvchi ariqchada to'plangan ekanligini aniqlagan. Yuqori bosimli yoqilg'i nasoslari plunjer juftlarini bardoshlilikini oshirish bo'yicha nano kukunlar yordamida xrom qoplash orqali qayta tiklash texnologiyalarini ishlab chiqqanlar.

O'zbekistonda bir yil davomida 365 kundan 200 kuni quyoshli kunni tashkil etadi. Bu holat Markaziy Osiyoning boshqa mintaqalarida ham kuzatiladi. Shuning uchun bu hudud o'ziga xos issiq va quruq iqlim muhitiga egaligi bilan boshqa kontinentlardan ajralib turadi. Ushbu mintaqaning iqlimi issiq va quruq bo'lib, yilning ko'p qismida quyosh nurlari to'g'ridan-to'g'ri yerga tushadi, bu esa havo haroratining yuqori bo'lishiga olib keladi. Bu hududdagi ko'plab joylarda yog'ingarchilik kam bo'lib, yil davomida ko'p quyoshli kunlar kuzatiladi. Shuningdek, Markaziy Osiyo mintaqasining geografik joylashuvi va tabiiy sharoitlari ham uning iqlimini shakllantiradi. [5].

Demak, ushbu tahlillar shuni ko'rsatadiki fasillar kesimida atmosfera haroratining o'zgarishi avtotransport vositalarining ekspluatatsiya qilinishida yuzaga keladigan turli nosozliklarning sabablari, haroratning keskin ko'tarilishi, havo tarkibidagi chang va boshqa zarrachalarning avtotransport agregatlaridagi ishchi yuzalariga salbiy ta'sirini keltirib chiqarada. Ma'lumot o'rinda havoning changlanganlik ko'rsatkichi $3,5 \text{ g/m}^3 \dots 17 \text{ g/m}^3$ ga yetishi aniqlangan. Bu Yevropa mamlakatlaridagi havoning changlanganligiga nisbatan 10 va undan ham ko'p marta yuqoridir (qiyoslash uchun havoning changlanganligi $0,8 \text{ g/m}^3 \dots 1,2 \text{ g/m}^3$ bo'lganda ko'rish qiyinlashadi) [6]. Ma'lumki, yuk tashuvchi va qishloq xo'jaligi mashinalari dizel yonilg'isida ishlashga mo'ljallangan.

Dizel dvigatelli avtomobillar xalq xo'jaligining turli sohalarida keng qo'llanilmoqda va hozir ham ko'p miqdorda ishlab chiqarilmoqda (1-jadval) [7].

1-jadval

O'zbekistondagi avtotransport vositalarining soni (2023 yil 1 yanvar holatiga)

№	Avtotransport vositalarining turi va soni, ta	Yillar			
		2020	2021	2022	2023
1	Yengil avtomobillar	24104 21	276712 6	3051734	3268 470
2	Yuk avtomobillari	15029 4	168810	195784	2196 28
3	Avtobuslar	5072	5711	6854	
4	Mikroavtobuslar	10590	8518	8946	
5	Maxsus transportlar	3756	5130	5152	

Dizel yonilg'isi bilan ishlaydigan avtomobillar benzin bilan ishlaydigan ichki yonuv dvigatellariga qaraganda 25-30% tejimli [8]. Dizel yonilg'ilarining tarkibida qattiq mexanik aralashmalar bo'lmasligi 305-82 sonli "O'zstandart" talablarida keltirib o'tilgan [9]. Unga ko'ra neft bazalarida beriladigan dizel yonilg'isining 1 (bir)

tonnasi tarkibida 100...120 g gacha ifloslantiruvchi aralashmalar bo'ladi. Bazi hollarda yonilg'i tarkibidagi ifloslantiruvchi aralashmalar miqdori 50...400 g/t ni tashkil qiladi. Dizel yonilg'isi tarkibidagi ifloslantiruvchi zarrachalarning asosiy qismini 80 % gacha kvarts (qum) zarrachalari va atmosfera changidagi metallarning oksidlari shuningdek metallarning yuqori dispersli zarrachalari shaklidagi yedirilish mahsulotlari tashkil etishini ko'rsatadi. Bu zarrachalarning qattiqligi Mooc shikalasi bo'yicha 6.5...9.0 birligiga teng [10].

3. Tadqiqot natijalari

Dizel dvigatelli avtomobillarning yonilg'i ta'minot tizimida qo'llaniladigan yuqori bosimli yonilg'i nasosining prezision juftlik detallari barcha ish rejimlarida unga yonilg'ining bir maromda uzatilishini ta'minlovchi asosiy vositasi hisoblanadi. Odatda, ularning bir nechta ishlovchi yuzalari bo'lib, bu yuzalarga turli xildagi yeyilishga olib keladigan har xil omillar ta'sir qiladi. Prezision juftlik detallarni yeyilishiga ta'sir qiluvchi asosiy omillardan biri dizel yonilg'isining abraziv zarrachalar bilan ifloslanganligi hisoblanadi.

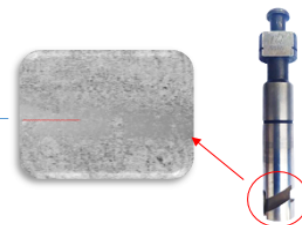
Yoqilg'ida abraziv zarrachalarning mavjudligi ishchi yuzada tirqishlar hosil bo'lishiga sabab bo'lib, bu o'lchamlarning keskin o'zgarishiga va detallarining qisilish qolishiga olib keladi. Plunjer juftlar va forsunka changlatgichlari yeyilishining asosiy turi gidro-abraziv yeyilish hisoblanadi.

Yoqilg'ini mayin tozalaydigan zamonaviy filtrlar o'lchami 0,002 mkm dan kichik bo'lgan zarrachalarni ushlab qola olmaydi. Abraziv zarrachalarning mikro qattiqligi 12000 – 13000 MPa tashkil qiladi [11].

Yoqilg'i uzatish jarayoni katta bosim pasayishi bilan tavsiflanadi. Yoqilg'i yuqori bosim bo'shlig'idan past bosim bo'shlig'iga oqib o'tishida o'zi bilan metall va kvarts oksidlarining qattiq zarrachalarini olib o'tib, bu zarrachalar plunjer juft yuzasidan mikro qirindilarni ajratib oladi. Bir qator ishlarga asosan abraziv zarrachalar plunjer va vtulka oralig'ida joylashishi va plunjer harakati natijasida mikro kesish jarayoni ro'y beradi.

"Kamaz Yevro-3 Tiyagach" yuk avtomobilini yonilg'i uzatish apparati plunjer juftlik detalini ekspluatatsiya qilingandan keyin yuza g'adir-budurligini "Micron – beta 3D" laboratoriya jihozida tahlil qilganimizda yuza aniqlik ko'rsatkichlari R_z - noteksliklar balandligi 3,33 qiymatga, R_a -profilni o'rta arifmetik chetga chiqishi 1,417 qiymatga, H-sirt to'liqsimon balandligi esa 5,576 qiymatga ega ekanligi aniqlandi (2-rasm).

1	Circular Abbot=0
2	Avg/Sum. Results
3	H STD=2.44388
4	S surf=2991465
5	SR surf=1.87364
6	Ind.results
7	Sample №1, Angle 0
8	$R_z(1)=0.284$
9	$R_a(1)=0.04$
10	$H(1)=1.308$
11	$R_{3z}(1)=5.764$
12	$R_q(1)=0.9987$
13	$R_{ku}(1)=21.66$
14	$R_p(1)=2.643$
15	$R_v(1)=7.913$
16	$R_t(1)=7.813$

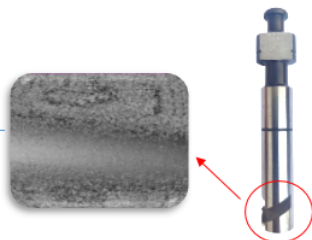


2-rasm. Plunjer juftlik detalini ekspluatatsiyadan keyingi yuza g'adir-budurlik ko'rsatkichlari



“Kamaz Yevro-3 Tiyagach” yuk avtomobilini yonilg’i uzatish apparati plunjer juftlik detalini qayta tiklangandan keyin tahlillar shuni ko’rsatdiki, plunjer juftlik detalini yuza g’adar-budurlik ko’rsatkichlari yani R_z - noteksliklar balandligi 1,304 qiymatga, R_a -profilni o’rta arifmetik chetga chiqishi 0,041 qiymatga, H-sirt to’lqinsimon balandligi esa 0,894 qiymatga ega ekanligi aniqlandi (3-rasm).

1	Circular Abbot=0
2	Avg/Sum. Results
3	H STD=2.54388
4	S surf=2991465
5	SR surf=1.77364
6	Ind.results
7	Sample №1, Angle 0
8	Rz(1)=0.244
9	Ra(1)=0.04
10	H(1)=1.306
11	R3z(1)=4.780
12	Rq(1)=0.9960
13	Rku(1)=22.66
14	Rp(1)=2.543
15	Rv(1)=7.813
16	Rt(1)=7.813



3-rasm. Plunjer juftlik detali qayta tiklangandagi yuza g’adir-budurlik ko’rsatkichlari

4. Muhokama

Abraziv zarrachalarning o’lchamlari 1 mm dan 5 mm gacha oraliqda har xil bo’lganligi uchun, ularning ta’siri ham turlicha. Mayda zarrachalar yoqilg’i bilan harakatlanib plunjer va vtulka sirtini tirnaydi. Yirik zarrachalar esa plunjer vtulka o’rtasidagi tirqishda tiqilib qolib plunjer chetki yuzasida va vtulka teshigi yaqinida kichik chuqurchalar hosil qiladi. Shunday qilib, yoqilg’i nasosidagi plunjer juftlarining yeyilishini gidro-abraziv yeyilish deb tavsiflash mumkin.

Yonilg’i apparati plunjer juftlik detalini tiklashning birqancha usullari mavjuddir. Bu usullar orqali presizion juftlik detallarini tiklash mumkin, lekin tiklashning plunjerga xromli qoplamaning galvanik cho’ktirish usuli keng tarqalgan bo’lib bu usul ishlab chiqaruvchi zavodda hamda ta’mirlash zavodlari va ta’mirlash ustaxonalarida keng qo’llanilmoqda.

Xromli qoplamalarni qoplashning elektrolitik usuli elektroliz jarayoni ta’siri bilan xrom angidridning (CrO_3) suvdagi eritmasidan qoplama olishga asoslangan. Xrom qoplovchi elektrolitlarda ko’pincha qo’shimcha sifatida sulfat kislotasi (H_2SO_4) ishlatiladi, u quyidagi afzalliklarga ega: topish oson, arzon, tahlil qilish oddiy, elektrolitda barqaror.

Eng ko’p tarqalgan universal elektrolit, unda xrom angidrid va sulfat kislotasi konsentratsiyasi o’rtacha va u temperatura va tok zichligining keng oralig’ida ishlaydi. Universal elektrolit tarkibi: xrom angidridi – 250 g/l; sulfat kislotasi – 2,5 g/l; jarayon temperaturasi 40 °S dan 70 °S gacha.

Xrom metalli elektroliz jarayonida katod bo’lib, xizmat qiladigan detallarga cho’ktiriladi. Anod sifatida qo’rg’oshin plastinkalari ishlatiladi. Elektroliz vaqtida anoddan kislorod va katoddan vodorod ajralib chiqadi, u xromli qoplamaga singib ketadi. Universal elektrolitdan foydalanish har xil sifatli xromli qoplama cho’kmasini olishga imkon beradi. Elektrolit temperaturasini va tok zichligini o’zgartirib, yaltiroq xromli qoplama yoki xira xromli qoplama olish mumkin. Yaltiroq cho’kmalar juda yuqori 10000 MPa gacha

qattqlikka ega va yuqori yeyilishga chidamliligi bilan xususiyatlidir. Xira yoki sut rangli qoplamalar yaltiroqlarga nisbatan qattqligi kichik ~ 800 MPa gacha, bo’lib, yetarlicha yumshoq va mo’rtligi kam bo’ladi. Xromlangan plunjerlar mo’rtlikni bartaraf etish uchun suvsizlantiriladi, keyin ishqalangan vtulka o’lchamiga moslab silliqilnadi. Silliqilgan plunjerlar so’nggi marta ishqalanadi va vtulkaga kiydiriladi. Juftlangan plunjerlar o’lchamiga yetkazuvchi babkalarda o’zaro ishqalanadi. Tadqiqotlar shuni ko’rsatadi, xromlanib tiklangan plunjerlarning yeyilishga chidamliligi azot bilan to’yintirilganlarga qaraganda kamida 2-3 marotaba oshadi.

5. Xulosa

Demak, yuqorida Kamaz Yevro-3 Tiyagach yuk avtomobilining yonilg’i uzatish apparatidagi presizion detallarning plunjer juftliklarini ekspluatatsiya davrida aniqlangan nosozliklar tahlil qilindi. Olib borilgan tahlillarga ko’ra, plunjer juftliklarida havo va yonilg’i tarkibidagi abraziv zarrachalar detal yuzalarida ishqalanish va yeyilish darajalarini me’yoridan ortib ketishi natijasida, yonilg’i bilan ta’minlash tizimining nosozligi dvigatel quvvatiga, yonilg’i sarfiga va boshqa ekspluatatsion ko’rsatkichlariga salbiy ta’siri kuzatildi. Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun plunjer juftliklarini Plunjerga xromli qoplamaning galvanik cho’ktirish usulida qayta tiklandi. Qayta tiklangan plunjer juftliklari galvanik xromlash usulida plunjer juftlik detalini yuza g’adar-budurlik ko’rsatkichlari yani R_z - noteksliklar balandligi, R_a -profilni o’rta arifmetik chetga chiqishi, H-sirt to’lqinsimon balandligi ko’rsatkichlari tahlil qilindi. Tahlillar shuni ko’rsatdiki, R_z , R_a , H ko’rsatkichlar yangi plunjer juftliklarining barcha ko’rsatkichlariga 94 % aniqlikni ko’rsatdi. Bu natija bilan yangi qismlarni sotib olib o’rnatishdan ko’ra, qayta tiklangan qismlarni ekspluatatsiya qilish iqtisodiy va texnik tomonlama samara berishligi nazariy hisoblandi. Tadqiqot ishimizda belgilangan vazifalari doirasida eksperimentlar o’tkazish va nazariy ko’rsatkichlar bilan amaliy natijalarni regression tenglamalar orqali taqqoslash zarurligi hamda jarayonning matematik modeli ishlab chiqiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Abdullayev A.I., Plunjer juftlik detali yuza g’adir budurligini aniqlash ko’rsatkichlar tahlili.”Mashinasozlikda fan,ta’lim va ishlab chiqarishning integratsiyasi: tendensiyalar, muammolar va yechimlar” 7-8 noyabr 2024 yil.
- [2] Abdullayev A.I., Ismatov J.F. Yonilg’i nasosi plunjer juftlik detalini qattqligini aniqlash ko’rsatkichlar tahlili. “O’zbekistonda avtomobil transportini rivojlantirish istiqbollari:Loyihalash Ishlatish va Logistika” MAVZUSIDA XALQARO ILMIY – TEXNIK ANJUMANI. Andijon mashinasozlik institute. 15-16 noyabr 2024 yil.
- [3] Юсупов С., Иноятходжаев Ж., Аскаров Б. ИНТЕЛЛЕКТУАЛ ТРАНСПОРТ ТИЗИМЛАРИНИ МАНАЛЛИЙ ШАРОИТДА ҚўЛЛАШНИНГ СИНЕРГЕТИК ХУСУСИЯТЛАРИ // Актуальные вопросы развития инновационно-информационных



технологий на транспорте. – 2022. – Т. 1. – №. 1. – С. 191-195.

[4] Мамарахимов Х.М., Абдуллаев А.И. Эксплуатационные условия автотракторных двигателей в регионе жаркого климата. Международной научно-практической конференции. Современная наука: проблемы, идеи, тенденции дата проведения - 2021г. Прага, Чехия.

[5] Qayumov B.A. Avtomobillarni ekspluatatsiya qilishda yo'l-iqlim sharoiti ta'siri va sinovlarni o'tkazish uslubiyati. Zamonaviy ishlab chiqarishning ish samaradorligi va energiya resurs tejamkorligini oshirish muammolari, Xalqaro ilmiy amaliy anjuman. Andijon. - 2018. - 21-24 b.

[6] Toshpo'latov M.M. Ximmotologiya. -T.: O'zbekiston. 2011.

[7] O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi. 2023 yilning 1 yanvar xolati.

[8] Salimov O.U., Qulmuxamedov J.R. Avtomobillarning tuzilishi, texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash. -T.: O'zbekiston. 2017. -520s

[9] Межгосударственной стандарт. Топливо дизельное. Технические условия. -М.: 2009.

[10] Қодиров С.М., Никитин С.Е. Рабочи процесс и эксплуатация дизелей в условиях Средней Азии. -Т.: Узбекистан. 1976. -148с

[11] Григорев, М. А. Обеспечение надежности двигателей / М. А. Григорев, В. А. Долецкий. – М.: Стандарты, 1978. – 324 с.

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

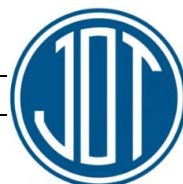
Abdullayev Andijon davlat texnika instituti
Alimardon "Transport logistikasi" kafedrasi
Ikromjonovich assistenti va erkin tadqiqotchisi.

E-mail:

alimardon.abdullayev@inbox.ru

Tel.: +998901406517

<https://orcid.org/0009-0001-4670-3524>



Development and justification of measures to reduce the speed of vehicles in mountainous areas of the road. (on the example of mountainous areas of the M-39 road)

A.G. Ikromov¹^a, O.G. Shokirov¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article presents the current problems and solutions for ensuring the safety of vehicles in the mountainous area of 982-1012 km of the M-39 highway of international importance in the Jizzakh region, the specific natural and geographical conditions of mountainous areas, and the many dangers that arise for vehicle traffic. The main direction of improving road safety is a systematic analysis of accident analysis and the development of comprehensive measures as a result of it. In particular, recommendations are given on measures aimed at reducing the difficulty of driving a car on slopes, sharp turns, narrow roads, changes in pressure at altitude and adverse weather conditions, which further increase the risk of road accidents. The proposed method is aimed at studying the traffic safety activities of motorists and their indicators, in particular the organization and conduct of accident analysis, and improving measures to improve road safety.

Keywords: M-39 international highway, road accident, mountain road, transport, safety

Yo'lining tog'li hududlarida transport vositalarining tezligini majburiy ravishda pasaytirish choralarini ishlab chiqish va asoslash. (M-39 yo'lining tog'li hududlari misolida)

Ikromov A.G.¹^a, Shokirov O.G.¹^b

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada xalqaro ahamiyatga ega bo'lgan M-39 yo'lining Jizzax viloyati hududining 982-1012 km lari tog'li yo'l hududidagi avtomobillarning xavfsizligini ta'minlashning dolzarb muammo va yechimlari, tog'li hududlarning o'ziga xos tabiiy-geografik sharoiti, avtomobil harakati uchun yuzaga keladigan ko'plab xavf-xatarlar keltirilgan. Yo'l harakati xavfsizligini oshirishning asosiy yo'nalishi – YTH tahlilini tizimli tahlil etish va uning natijasida kompleks tadbirlarni ishlab chiqishdan iboratdir. Ayniqsa, qiyaliklar, keskin burilishlar, tor yo'llar, balandlikdagi bosim o'zgarishlari va noqulay ob-havo sharoitlari avtomobil boshqaruvini qiyinlashtirishi va yo'l-transport hodisalar xavfini yanada oshirishga qaratilgan chora-tadbirlar tog'risida tavsiyalar berilgan. Taklif qilingan usul yo'l harakati xavfsizligini oshirishga ilmiy va zamonaviy yondoshish asosida avtomobillarda tashuvchilarning harakat xavfsizligi faoliyatini va uning ko'rsatkichlarini, xususan YTH tahlilini tashkil etish, o'tkazishni o'rganishga, yo'l harakati xavfsizligini oshirish tadbirlarini takomillashtirishga qaratilgan.

Kalit so'zlar: M-39 xalqaro avtomobil yo'li, yo'l-transport hodisasi, tog'li yo'l, transport, xavfsizlik

1. Kirish

Bugungi kunda tog'li yo'l hududlarida avtomobillarning xavfsizligini ta'minlash dolzarb va muhim masala bo'lib qolmoqda. Tog'li hududlarning o'ziga xos tabiiy-geografik sharoiti avtomobil harakati uchun ko'plab xavf-xatarlarni yuzaga keltiradi. Ayniqsa, qiyaliklar, keskin burilishlar, tor yo'llar, balandlikdagi bosim o'zgarishlari va noqulay ob-havo sharoitlari avtomobil boshqaruvini qiyinlashtiradi va yo'l-transport hodisalar xavfini yanada oshiradi. Ko'p hollarda mazkur yo'llar zamonaviy avttransport vositalari harakati talablariga javob bermaydi, bu esa transport samaradorligining pasayishiga va baxtsiz hodisalarning

ko'payishiga olib keladi. Murakkab tog'li relefidagi yo'l sharoitlarining o'ziga xos xususiyatlari ularning transport va ekspluatatsiya xususiyatlariga, haydovchilarning mehnat sharoitlariga va harakat xavfsizligini ta'minlashga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Respublika iqtisodiyotining motorizatsiyasi va rivojlanishi tog' yo'llarida transport intensivligining tez o'sishiga olib keladi. Ko'pgina hollarda, ushbu yo'llar zamonaviy transport vositalarining harakatlanish talablariga javob bermaydi, bu esa transport samaradorligini pasayishiga va avariylarning ko'payishiga olib keladi. Qiyin tog' relyefi sharoitida yo'llarning xususiyatlari ularning transport va ekspluatatsion xususiyatlariga, haydovchilarning ish sharoitlariga va transport xavfsizligini ta'minlashga sezilarli darajada ta'sir qiladi[1].

^a <https://orcid.org/0000-0002-0293-8217>

^b <https://orcid.org/0009-0000-2124-2971>



Yuk tashish hajmining ko'payishi, avtomobil sayyohlarining tog'li hududlarga ommaviy jalb etilishi tog' yo'llarini loyihalash usullarini takomillashtirishni zarur qiladi, shunda qurilish narxini sezilarli darajada oshirmasdan, ularning o'tkazish qobiliyati va texnik xususiyatlarini maksimal darajada oshiradi [2].

Hozirgi vaqtda foydalanilayotgan ko'plab avtomobil yo'llari quruvchilar zamonaviy qurilishga xos bo'lgan texnik xususiyatlarga ega bo'lmagan davrda qurilganligini hisobga olmaslik mumkin emas.

O'zbekistonning tog'li sharoitida yo'l harakati xavfsizligi shartlari, yangi qurilish loyihalarini muammoli amalga oshirish nuqtai nazaridan, relyefning murakkabligi va moliyaviy qiyinchiliklar tufayli mavjud tarmoqning yo'l uchastkalarini tanlab rekonstruksiya qilish vazifasi qo'yildi.

Yo'lni loyihalash va tartibga solishda, tog'li hududlarda yo'l harakati xavfsizligini tashkil qilishda relyefning xususiyatlari va xilma-xilligini diqqat bilan ko'rib chiqish kerak, ular asosan quyidagilardan iborat: murakkab geologik tuzilish, turli xil quvvatdagi tosh qatlamlarining almashinishi, har xil tiklikdagi qiyalik. Yamaqlardagi subgradning past barqarorligi, haroratning kunlik tebranishlarining sezilarli amplitudalari, tog' yonbag'irining asosiy nuqtalarga nisbatan joylashishiga bog'liq bo'lgan tog' jinslarining ob-havo jarayonlari, katta balandlik farqlarini bartaraf etish zarurati, ko'plab tog' oqimlari mavjudligi, tez-tez qor yog'ishi, beqaror tog' yonbag'irlari (ko'chkilar va taluslar) mavjudligi yo'l qurilishi bilan faollashadi. Tog'li hududlarda qishda muz paydo bo'lishi mumkin, yozda yo'l ustidagi tuproqning bo'sh sirt qatlamlarida to'plangan suv chiqishi. Tog'li hududlarda marshrutni tanlash daryolar va tog' oqimlari, qattiq yog'ingarchilik yon bag'irlari va vodiylaridagi geologik va gidrogeologik sharoitlarni chuqur o'rganishni talab qiladi [3].

2. Tadqiqot metodologiyasi

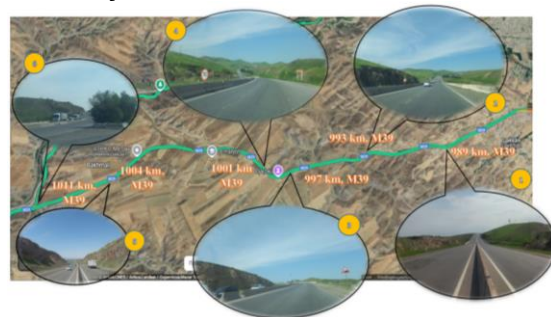
O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 04.04.2022 yildagi PQ-190-sonli "Avtomobil yo'llarida inson xavfsizligini ishonchli ta'minlash va o'lim holatlarini keskin kamaytirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarorida qabul qilindi. Ushbu qarorda avtomobil yo'llari infratuzilmasini takomillashtirish va ularning sifatini yaxshilash, yo'l harakati ishtirokchilarining "piyoda — jamoat transporti — velotransport — avtotransport" ustuvorligi asosida xavfsiz harakatlanishi uchun ishonchli shart-sharoitlar yaratish, haydovchilarni tayyorlash, qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirish tizimiga innovatsion pedagogik texnologiyalarni joriy qilgan holda, o'quv jarayonini sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqish, haydovchi va piyodalarning yo'l harakati qoidalariga rioya qilish madaniyatini oshirish, har qanday qoidabuzarlik uchun jazo muqarrarligini ta'minlash, yo'l harakati qoidalarini asoslarini bolalikdan singdirishni yo'lga qo'yish, ushbu amaliyotni maktabgacha ta'lim tashkilotlari va umumta'lim maktablarida joriy etish, yo'l harakatini tashkil etishni to'liq raqamlashtirish, ilg'or axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini joriy qilgan holda, yangi boshqaruv va nazorat tizimlarini tatbiq qilish va boshqa holatlar to'g'risida qaror qabul qilingan.

O'zbekiston dengiz va okeanlardan uzoqda, shimoliy yarim sharqning subtropik zonasida joylashgan bo'lib, mamlakat hududining deyarli 4/5 qismi O'rta Osiyoning keng cho'llari va yarim cho'llarida joylashgan. Janub va

sharqda tog' tizimlari bilan chegaradosh. Tog'li hududlar mamlakat hududining qariyb 22% ni egallaydi. O'zbekistonda umumiy foydalanishdagi avtomobil yo'llari tarmog'i 42654 km ni tashkil etadi. Ulardan tog' yo'llari umumiy yo'l tarmog'ining qariyb 5,7% (2431 km) ni tashkil qiladi. Respublikamiz hududidan kesib o'tgan xalqaro ahamiyatga ega bo'lgan tog'li yo'llar M-39 Olmaota-Bishkek-Toshkent-Termiz yo'li, 1120-1145-kmlarni tashkil etadi [4].

Xalqaro ahamiyatga ega bo'lgan M-39 yo'lining Jizzax viloyati hududidan 939-1037 kmlari kesib o'tgan bo'lib, ushbu yo'lining 982-1013 kmlari tog'li hududlariga to'g'ri keladi. Hududning eng yuqori nuqtasi dengiz sathidan 600-700 m ni tashkil etadi. Bugungi kunda ushbu yo'l hududida 1 kunda o'rtacha 1000 tadan ortiq avtomobillar qatnovini tashkil etadi [3]. Shulardan 400 ta yuk avtomobillar, 500 ta yengil avtomobillar va 100 ta avtbuslar qatnovi tashkil etadi. Tahlil qilib olinganda ushbu ko'rsatkich 1 oyda 30000 ta va 1 yilda 360000 tani tashkil etadi. M-39 yo'lining harakat jadalligidan kelib chiqib, 982-1012 kmlaridagi harakat xavfsizligini ta'minlash hamda yo'l-transport hodisalarini oldini olish hamda sonini kamaytirish dolzarb mavzu hisoblanadi.

M-39 yo'lining 982-1012 kmlari tog'li yo'llarda avtomobil harakatining xavfsizligi masalasi bugungi kunda dolzarb muammolardan biri bo'lib hisoblanadi. Ushbu muammolarni keltirib chiqaradigan bir qator tabiiy va texnik omillar mavjud.



1-rasm. M-39 yo'lining 982-1013 kmlari oralig'idagi xavfli hududlarining ko'rinishi

1-nishablik yuqori nuqta, 2-xavfli yo'l bo'lagi, 3-yo'lning eng yuqori nuqtasi, 4- yo'lning to'siqsiz xavfli bo'lgan hududi, 5- nishablik va xavfli burilish nuqtasi, 6- ko'rinishchanligi past bo'lgan hudud.

1-rasmdan ko'rinib turibdiki, asosan yo'l-transport hodisasi zonalarini 989, 993, 997, 1001, 1004 va 1011 kmlar Sharof Rashidov tumanida joylashgan bo'lib, bu kilometrta transport vositalarining eng yuqori kontsentratsiyasi bilan izohlanadi.

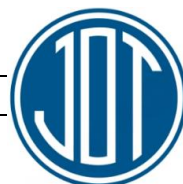


a) keskin burilish hududi

b) keskin burilish geografik ko'rinishi

2-rasm Tog'li hududdagi tor va burilishli yo'l ko'rinishi

Tog'li yo'llarning tabiiy sharoiti – xavfli burilish tik qiyaliklar va tor yo'llar avtomobil harakatini qiyinlashtiradi (2-rasm, a). Ayniqsa, yomg'ir yoki qor yog'ishi natijasida yo'lning sharoiti sirpanchiq bo'lib,



avtomobil sirpanishi va boshqaruvni yo'qotish ehtimoli oshadi (3-rasm).



3-rasm. Qor yog'ayotgan tog'li yo'lda harakatlanish sharoitlari

Tog'li hududlarda ob-havo sharoiti o'zgaruvchanligini inobatga olsak, tuman, qor va kuchli yog'ingarchilik kabi tabiiy omillar ko'rish imkoniyatini cheklaydi hamda haydovchilarga katta xavf keltirib chiqaradi. Shu hududlarda yo'l-transport hodisalarining kelib chiqishida noqulay ob-havo sharoiti ham sabab bo'ladi. Tog'li hududlarda yuk va yo'lovchi transport vositalarining harakatlanishiga qiyinchiliklar tug'diradi. Ayniqsa, o'gir yuk bilan harakatlanishida vujudga keladigan xavf yanada oshadi. M-39 yo'lining 991-1012 km laridagi yo'lining tik va qiya nishabliklari hamda xavfli burilish hududlari o'rganib chiqilganda o'rtacha qiyaligi 12°-16° ga yetadi [5].

Tog'li hududlarning (Uzoq cho'qqilarning) uzunligi 22 km ni tashkil etadi. Tog'li hududlardagi yo'llardagi ko'tarilish va tushishlar marshrut uzunligining o'rtacha qiymati 80-90 % ni tashkil qiladi. Yo'ldagi xavfli burilishlar ko'rsatkichi 45° tashkil etadi. Yuqorida keltirilgan ko'rsatkichlar avtomobillariga yo'l-transport hodisasini keltirib chiqarishi va boshqaruvda murakkablik darajasini yanada oshiradi.

Yo'l harakati xavfsizligi me'zonlari asosida avtomobil yo'llari loyihalarini baholash, ekspluatatsiya qilinayotgan yo'llarda xavfli hududlarni aniqlash va harakat xavfsizligini oshirish uchun tegishli choralarni tanlash bilan bog'liq muammolarni hal qilish uchun qisman koeffitsientlar sifatida hisoblangan "Baxtsiz hodisalar koeffitsienti" K_{umum} usuli qo'llaniladi. Ushbu usulga ko'ra, "standart" harakat xavfsizligi shartlariga nisbatan rejaning alohida elementlari, yo'l marshrutining bo'yama va ko'ndalang profilari, harakat intensivligi, yo'l bo'yi chizig'i va boshqa omillar ta'siridan kelib chiqqan xavfsizlik ko'rsatkichlari bo'yicha harakat sharoitlarining o'zgarishini tavsiflaydi [6,7].

Baxtsiz hodisa darajasi multiplikativ modeli yordamida aniqlanadi:

$$K_{umum} = \prod_{i=1}^n K_i, \quad (1)$$

bu yerda:

K_i - yo'l-transport hodisalari to'g'risidagi statistik ma'lumotlarni tahlil qilish natijalari bo'yicha qisman baxtsiz hodisalar ko'rsatkichlari va yo'llar va ko'chalar parametrlarining reja, ko'ndalang va bo'yama profilari, tartibga solish elementlari, harakat intensivligi va harakat xavfsizligiga ta'sirini tavsiflovchi. yuzaning holati;

n - turli toifadagi yo'llarda yoki shahar ko'chalarida harakat xavfsizligini baholashda hisobga olinadigan qisman baxtsiz hodisalar soni.

Alohida yo'l hududlarida harakat xavfsizligini baholash uchun mojaro nuqtasi xavfini undagi mumkin bo'lgan baxtsiz hodisalar darajasi (1 yildagi baxtsiz hodisalar soni) asosida aniqlash taklif etiladi:

$$q_i = K_i \cdot M_i \cdot N_i \cdot \frac{25}{K_r} \cdot 10^{-7}, \quad (2)$$

bu yerda:

K_i - ziddiyat nuqtasining nisbiy yo'l-transport hodisasi darajasi;

M_i, N_i - berilgan nizo nuqtasida kesishuvchi oqimlarning o'rtacha yillik harakat intensivligi, transport vositalari/kun;

K_r - yillik yo'l harakati tartibsizlik koeffitsienti.

Shuningdek, yo'l harakati xavfsizligini yaxshilash bo'yicha chora-tadbirlarni rejalashtirish uchun xalqaro ahamiyatga ega yo'llarda yo'l harakati nazoratining baxtsiz hodisalarga ta'sirini baholash metodologiyasi mavjud. Usulning mohiyati ko'rib chiqilayotgan hududning masofasi va uning parametrlari (yo'l bo'laklarining kengligi, yo'l sirtining tekisligi, ko'rish masofasi) asosida yo'l hududining xavfli darajasini aniqlashdan iborat [9].

Yo'llarning eng xavfli hududlarini aniqlash uchun "Yo'l harakati xavfsizligini tashkil etishning ko'p darajali axborot-tahliliy tizimi" dasturini ishlab chiqildi. Uning matematik modeli ma'lum bir yo'l segmentida yo'l harakati holatiga eng katta ta'sir ko'rsatadigan omillar to'g'risida ma'lumotlarni olish imkonini beradi va maksimal tenglik darajasiga ega bo'lgan yo'l segmenti xavfsizligining raqamli qiymatini hisoblash uchun ularning miqdoriy ifodasini olish imkonini beradi:

$$P = k_1 x_1 + k_2 x_2 + k_3 x_3 + \dots + k_n x_n \rightarrow \max, \quad (3)$$

bu yerda:

k_n - hisobga olingan yo'l koeffitsienti;

x_n - tanlangan yo'l segmenti uchun standartlar talablariga muvofiqlik darajasi.

$$x_n = \frac{cs}{100\%}, \quad (4)$$

bu yerda:

s - yo'l muhitining ayrim elementlari mavjudligini nuqtaviy baholash;

c - tizimdagi omillar ta'siri o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rsatadigan doimiy. ko'rsatkich, const

1-jadval

O'lchov ko'rsatkichlari bo'yicha usullarni taqsimlash

No	Usul	Yo'l-transport hodisasi ma'lumotlari	Yo'l bo'lagi	Intensivlik	Tezlik
1	Baxtsiz hodisalarning nisbiy koeffitsienti	+		+	
2	Baxtsiz hodisalar darajasini aniqlash	+			+
3	Xavfsizlik omili usuli			+	
4	Baxtsiz hodisalar darajasi usuli			+	
6	Konfliktli vaziyatlar usuli			+	
7	Yo'l harakati xavfsizligini yaxshilash bo'yicha chora-tadbirlarni rejalashtirish uchun xalqaro yo'llardagi baxtsiz hodisalarga yo'l harakati nazoratining ta'sirini baholash metodologiyasi				+
8	Ballar bilan yo'l reytingi			+	+
9	Kvalimetrik usul	+			
11	Tizim ishonchligi nazariyasiga yoki xavf nazariyasiga asoslangan usullar			+	

O'lgan ko'rsatkichlar bo'yicha turli usullarning qiyosiy tahlili shuni ko'rsatdiki, yo'l-transport hodisalar tezligi usullari, maksimal xavfsiz tezlikni o'zgartirish koeffitsientlari, tizimining holatini baholashning evristik usuli va kvalimetrik usul tizimining elementlari to'plami nuqtai nazaridan harakat xavfsizligini hisobga oladi [10]. Shuningdek, tahlil shuni ko'rsatdiki, kvalimetrik usulda (yo'l sifatini baholash tamoyili) va yo'l harakati xavfsizligi tizimi holatini baholashning evristik usulida harakat xavfsizligiga ta'sir etuvchi omillar ahamiyatlik darajasiga ko'ra tartiblangan.

Zamonaviy matematik modellarning tahlili ular allaqachon ishlab chiqilgan usullarga asoslanganligini ko'rsatdi. Oldingi tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, bir xil bo'lim, turli usullarga ko'ra, ushbu hududda yillik baxtsiz hodisalarga qaramay, turli xil xavf darajasiga ega [11]

M-39 xalqaro avtomobil yo'lining Jizzax viloyati hududida sodir etilgan yo'l-transport hodisalarining tahlilidan kelib chiqqan holda 2023 yil 12 oyi hamda 2024 yil 12 oyi davomida yo'l-transport hodisalarining oldini olish va YTHlarning sonini kamaytirish bo'yicha olib boriladigan ishlar sifatida quyidagi vazifalarni belgilab olishimiz lozim:

- Yuk avtomobillariga 5.8.7 yo'l belgisi bo'yicha qat'iy chora ko'rish.
- Qoidabuzar piyodalarga keskin chora ko'rish.
- Multiradar imkoniyatlaridan unumli foydalanish.
- Qayrilib olish joylarini qayta o'rganib chiqish.
- Ovqatlanish maskanlarida profilaktika tadbirlarini olib borish.
- Quvib o'tish qoidabuzarligini aniqlash bo'yicha ishlarni kuchaytirish.
- M-39 avtomobil yo'lida o'rnatilgan radar moslamalarini joyini o'zgartirish.
- Qoidabuzarliklarini aniqlovchi "Erkin patrul" imkoniyatidan samarali foydalanish.
- Yo'lining infratuzilmasimi yaxshilash.
- Dinamik yo'l belgilarini joriy qilish

Yuqorida qayd etilgan ishlarni amalga oshirish orqali yo'l-transport hodisalarining kelib chiqish holatlarini, fuqarolarning halok bo'lishini, sog'ligiga zarar yetishini, transport vositalariga, inshootlarga, yuklarning shikastlanishi va boshqa moddiy zarar yetishini oldini olish hamda kamaytirishimiz mumkin. Albatta buning uchun mana shu ishlarga birlashtirilgan har bitta hodim, avtomobil haydovchisi va har bir fuqaro ma'suliyat bilan yondashmog'i zarur. Chuki bu holatlar insonning hayoti bilan bog'liq masala hisoblanadi[6].

3. Xulosa

Xulosa o'rinda shuni aytish mumkinki, yuqorida qayd etilgan ishlarni amalga oshirish orqali yo'l-transport hodisalarining kelib chiqish holatlarini, fuqarolarning halok bo'lishini, sog'lig'iga zarar yetishini, transport vositalariga, inshootlarga, yuklarning shikastlanishi va boshqa moddiy zarar yetishini oldini olish hamda kamaytirishimiz mumkin. Albatta buning uchun mana shu ishlarga birlashtirilgan har bitta hodim, avtomobil haydovchisi va har bir fuqaro ma'suliyat bilan yondashmog'i zarur. Chuki bu holatlar insonning hayoti bilan bog'liq masala hisoblanadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Эшанбабаев А.А. Особенности дорожных условий на горных участках дороги А-373, «Ташкент-Андижан- Ош» на участке 116-196км) //ФарПИ «Научно-технический» журнал, 2005 год, №3.

[2] Картанбаев Р.С. Проектирование горных дорог с учетом требований безопасности движения. – Фрунзе: Илим, 1986. – 93 с.

[3] Эшанбабаев А.А., Халимов Ш. Столкновение основной вид ДТП на горных дорогах и ряд комплексных мероприятий направленных на предотвращение ДТП //ФарПИ «Научно-технический» журнал 2005 год. №3.

[4] Абрамова Л.С. Анализ методов определения показателей безопасности дорожного движения / Л.С. Абрамова, В.В. Ширин, Г.Г. Птица // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2015. – 69. – С. 118- 123.

[5] Абрамова Л.С. Классификация методов определения показателей безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах/ Л.С. Абрамова, Г.Г. Птица // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: материалы международной научно-практической конференции. – Пермь. – 2013. – 2. – С. 8–16.

[6] Ikromov, A. (2023). Components modifying methods with the using of energy technologies. 060037. <https://doi.org/10.1063/5.0115559>

[7] Nurmetov, K., Riskulov, A., & Ikromov, A. (2022). Physicochemical aspects of polymer composites technology with activated modifiers. 020011. <https://doi.org/10.1063/5.0106358>

[8] Kapski, D., Semchenkov, S., Gamulsky, I., Ikromov, A., Omarov, J., & Abruev, S. (2024). Assessment measures developed to improve quality of route transport Polotsk and Novopolotsk. E3S Web of Conferences, 515, 03003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451503003>

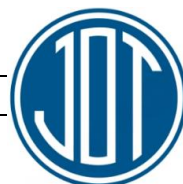
[9] Mukhitdinov, A., Abdurazzokov, U., Ziyaev, K., & Makhmudov, G. (2023). Method for assessing the vehicle energy efficiency on a driving cycle. 060028. <https://doi.org/10.1063/5.0114531>

[10] Avdeychik, S., Goldade, V., Struk, V., Antonov, A., & Ikromov, A. (2020). THE PHENOMENON OF NANOSTATE IN MATERIAL SCIENCE OF FUNCTIONAL COMPOSITES BASED ON INDUSTRIAL POLYMERS. Theoretical & Applied Science, (7), 101-107.

[11] Shokirov O. G'. (2023). Shahar aholisi o'rtasidagi haydovchilarga yordam berish tizimini (ADAS) qo'llash orqali yo'l-transport hodisalarining oldini olish. MEXANIKA VA TEXNOLOGIYA ILMIY JURNALI, MAXSUS SON 2023, № 2 (5). 138-145. <https://api.scienceweb.uz>

[12] <https://matador.tech/>

[13] www.yhxx.uz



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

Ikromov Toshkent davlat transport universiteti
Akmal / "Transport vositalari muhandisligi" kafedrasi
Akmal dotsenti, t.f.f.d., (PhD), dotsent
Ikramov E-mail: ikromovakmal2277@gmail.com
Tel.: +998974702277

<https://orcid.org/0000-0002-0293-8217>

Shokirov Toshkent davlat transport universiteti tayanch
Ozod / doktoranti
Ozod E-mail: crisow.777@gmail.com
Shokirov Tel: +998905159779
<https://orcid.org/0009-0000-2124-2971>



Problems and analyses in automobile brake systems

M.M. Sobirov¹ ^a

¹Andijan state technical institute, Andijan, Uzbekistan

Abstract: This article discusses improving the efficiency of the braking systems used in passenger cars, comparing the effective mechanisms of the braking system, methods of improvement, as well as highlighting the advantages and disadvantages. The analysis of the problems of applying brakes in cars is given. When selecting the brake parts of passenger cars used in the coverage of the article, individual studies of each of their parts were carried out. The above analysis of the problems obtained as a result of the research was carried out for several parts of a passenger car. The results of the analysis were obtained as a result of scientifically based practical research.

Keywords: brake, speed, brake mechanism, tread, caliper piston, caliper, disc, pad, brake hoses, brake pedal

Avtomobil tormoz tizimlaridagi muammolar va tahlillar

Sobirov M.M.¹ ^a

¹Andijon davlat texnika instituti, Andijon, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada yengil avtotransport vositalarida qo'llaniladigan tormoz tizimlarini samaradorligini oshirish, tormoz tizimining samarali ishlash mexanizmlarini solishtirish jarayonlari, yaxshilash usullari, afzallik va kamchiliklarini yoritib berishga qaratiladi. Avtomobillarda tormozlarning qo'llanilishidagi muammolarning tahlillari keltirildi. Maqolani yoritishda foydalanilayotgan yengil avtomobillarni tormoz qismlarini tanlab olingan holda, ularning har bir detallariga alohida-alohida o'rganishlar amalga oshirildi. O'rganishlar natijasida olingan muammolar yuzasidan keltirilgan tahlillar bir nechta extiyot qismlar uchun keltirildi. Tahlil natijalari ilmiy asoslangan holda amaliy tekshiruvlar natijasida olindi.

Kalit so'zlar: tormoz, tezlik, tormoz yuritmasi, protektor, support porsheni, supportlar, disk, kolodka, tormoz shlanglari, tormoz tepkisi

1. Kirish

Hozirgi vaqtda transportni rivojlantirishning asosiy dolzarb yo'nalishi sifatida harakatining yuqori xavfsizligini ta'minlash, shuningdek, foydalanish jarayoniga innovatsion texnologiyalarni joriy etishdan samara foydalanishdir.

Yuk va yo'lovchi tashish jarayonida tormoz tizimi ehtiyot qismlaridan samarali foydalanishni ta'minlash va ishchi tormoz tizimlarini to'g'ri ishlashishiga erishi hamda bir vaqtning o'zida ikkala vazifani ham hal qilishga imkon beradigan yechimlarni topish zarurlari mavjud. Tormoz jarayonlarini o'rganish, mavjud tormoz tizimlarini qiyosiy baholash, ularning afzalliklari va kamchiliklarini aniqlash xarakterlanishda tormoz uskunalari sohasida keyingi tahlil qilish uchun eng istiqbolli yo'nalishlarni aniqlashga imkon beradi [1]. Hozirgi vaqtda qo'llanilayotgan tormoz tizimlarining mavjud kamchiliklarini bartaraf etish, shuningdek, afzalliklardan foydalanish avtotransport harakati xavfsizligini bir necha bor oshirishga imkon beradi, shu bilan birga haydash paytida tormozlardan samarali foydalanish orqali iqtisodiy ko'rsatkichlarni oshiradi.

Tormoz tizimlarining ishlashining asosiy jihatlari tahlil qilish va muammolarni bartaraf etish choralarini topish kerak. Uzoq vaqt davomida tormoz tizimlarini optimal samaradorligini oshirish uchun maqbul yechimlarni topish jarayonida asosiy masala hisoblanadi.

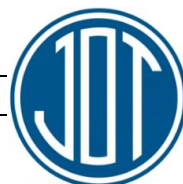
Tormoz tizimining ahamiyati juda ham yuqori darajada bo'lib, faqat muammolar boshqaruvni yengish xavfini bir necha bor oshirishini ta'kidlaymiz.

Tormoz birdaniga ishlamay qolmaydi, bu jarayonni quyidagi muammolar orqali ko'rsatib berishimiz mumkin [2].

1. Pedalning erkin harakatini yo'li oshishi
2. Tormoz pedalini qattiq bosish
3. Tormoz tizimining noto'g'ri ishlashi haqida signal berishi
4. Tormoz tizimi trubkalarida suyuqlikning oqib chiqishi
5. ABS tizimi ishlashi buzilishlari
6. Tormoz barqarorligini yo'qotishi
7. Tormozlash paytida sezilarli tebranish hosil bo'lishi
8. Tormozlarni juda tez qizishi
9. Tormoz disklarini eskirishi
10. Tormozlashda tashqi shovqin yoki hushtak hosil bo'lishi
11. Tormozlashda to'liq to'xtamasligi yoki sekin to'xtashi
12. Pedal qo'yib yuborilganda g'ildirakni tormozlashi va x.k.

Yuqorida keltirilgan muammolarni ba'zilarini birma-bir ko'rib chiqamiz. Ma'lulotlarini tahlil qilish uchun avtotransport vositalarini ekspluatsiyasi va remonti ishlari bo'yicha o'rganishlarni olib boramiz.

^a  <https://orcid.org/0009-0008-8508-611X>



2. Tadqiqot metodologiyasi

Avtomobil tormoz tizimlarini tekshirish uchun bir qancha usullarda foydalaniladi. Avtomobilning tormoz tizimini diagnostika qilish usullariga vizual tekshirish, haydash paytida mashinani tekshirish, xizmat ko'rsatish markazidagi stend sinovlarini o'z ichiga oladi. Diagnostikani amalga oshirishda tormoz tizimlari uchun me'yoriy hujjatlar talablariga rioya qilish muhimdir jarayondir [3].

Texnik xodimlar tomonidan tormoz tizimini sinchkovlik bilan yurgan xolda tekshirish sinovini, vizual tekshiruvni, tormoz pedalini tekshirishni, suyuqlikni tahlil qilishni, shlanglar va chiziqlarni tekshirishni, shassini tekshirishni va transport vositasining to'g'ri ishlashini ta'minlash uchun g'ildirak va tormoz qismlarini baholashni o'z ichiga oladi [4].

Tahlillar. 1. Pedalning erkin harakatini yo'li oshishi. Ushbu muammoning paydo bo'lishining asosiy sababi tizimda havo to'planib qolishi deb ataladi. Ushbu nosozlik tizimni tormoz pedalini qayta qayta tepish va ishchi suyuqlikning oqishi mumkin bo'lgan nuqtalarni aniqlash orqali bartaraf etiladi [5].

Pedalning bo'sh yurishining ko'payishi tormoz shlanglarining shishishi yoki ularning shnur iplarining yorilishi tufayli ham yuzaga kelishi mumkin, ammo bu juda ham kam bo'ladigan holatlardan hisoblanadi.



1-rasm. a) Tormoz tepkisini bosishdan avvali o'lchami



1-rasm. b) Tormoz tepkisini oxirigacha bosishdagi o'lchami

Tormoz pedalining erkin harakatlanishi-bu avtomobilni ishlab chiqishda dizayn muhandislari tomonidan o'rnatilgan parametrlar asosida bo'ladi. Agar oyoq pedalga ozgina tegsa (1-rasm a ko'rinishidagi kabi) va tormozlash jarayonining o'zi silliq va oldindan aytib bo'ladigan bo'lsa, tasodifiy tormozlanishning oldini olish uchun kerak.

Avtomobil modeliga qarab, harakatlanish erkin yo'li odatda 3 dan 14 mm gacha bo'lishi kerak. Vaqt o'tishi bilan masofa oshadi yoki kamayadi. Sozlash mustaqil ravishda amalga oshirilishi mumkin (1-rasm b).

Avtomobillarda pedalning erkin harakatlanishi pedalning yuqori nuqtasi orasidagi masofani tormozlar faollashtirilgan nuqtaga qadar deyiladi. Pedal yuqori holatda bo'lganda, tormoz chiroqlarini almashtirish cheklangan. Avtomobil tormoz pedalining erkin yurishi 25-35 millimetrgacha bo'lgan oraliqda joylashgan.

Tormoz pedalining erkin harakatini sozlash tormoz chirog'ining orqa qismidagi harakatdan boshlanadi. Ushbu yoritkich to'xtash funksiyasini bajaradi.

Demak, Tormoz harakatining erkin yo'li avtomobil tormozi tepkisini tepib, orqa tormoz chirog'i yonguncha bo'lgan oraliqni olish mumkin.

Tahlillar. 2. Tormoz pedalini qattiq bosish. Qattiq ishlaydigan tormoz tepkisi, unga bosilganda kichik harakat noto'g'ri ishlashning yana bir sababi. Bunday holda, tormoz pedalini bosganimizda, shuningdek, qo'yib yuborilganda, mashina yon tomonga siljib ketadi [7].

Juda qattiq tormoz pedali avtomobilni haydashdagi noqulaylikdan tashqari, tormoz tizimi va boshqa tegishli tizimlarning bir qator nosozliklari natijasi bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi.

Avtomobilining ishchi tormoz tizimining nosozlikning sabablarini aniqlaymiz va uni yo'q qilish uchun nima qilish kerakligini aniqlashga harakat qilamiz. Vakuum tormoz kuchaytirgichining trubkasi kichrayib ketishi yoki siqilib qolishi natijasida vujudga keladi [9].

Avtomobillarning tormoz tizimi va ularning modifikatsiyalari tormoz pedalini bosish kuchini yengillashtirish uchun vakuumli tormoz kuchaytirgichidan foydalanadi. Dvigatelning kuchida foydalangan xolda vakuum unga kollektor shlang orqali beriladi moy bosimini yuboradi. Shlangi kollektor va kuchaytirgich moslamasiga qisqichlar bilan o'rnatilgan bo'ladi. Aynan mana shu joyda shlanglarda tiqilish sodir bo'ladi. Ammo, ba'zida, turli sabablarga ko'ra, bu shlangdan suyuqliklar oqishi yoki yomon o'rnatilishi natijasida suyuqlik qisilib o'tishi mumkin. Bunday holda, vakuum yo'qolishi sodir bo'ladi va vakuum tormoz kuchaytirgichi ishlamay qoladi [10].

Bundan tashqari asosiy tormoz silindri nuqsoni ham sabab bo'lishi mumkin. Silindr ichidagi kauchuk halqalar shishgan bo'lishi mumkin (chunki kauchuk yuqori sifatli emas yoki tormoz suyuqligi juda tajovuzkor hisoblanadi), yoki ta'mirdan keyin noto'g'ri yig'ilganligi sababli.

Tahlillar. 3. Tormoz tizimining noto'g'ri ishlashi haqida signal berishi.

Tormoz tizimida muammolar mavjudligini bildiruvchi asboblarning panelidagi signal qizil rangda yonadi (avtomobil modeliga qarab), bu avtomobil xavfsizligiga to'g'ridan-to'g'ri tahdid mavjudligini ko'rsatadi. Buni e'tiborsiz qoldirib bo'lmaydi.

Tormoz tizimining signalizatori yonishining bir necha sabablari bor. Qiyinchilik shundaki, quyida keltirilgan tadqiqot natijalariga ko'ra, haydovchilarning deyarli yarmi xavf darajasini to'liq tushunmaydi va shuning uchun signalga etarli darajada javob bermaydi [10].

Tormoz suyuqligi darajasi minimal darajadan pastga tushi – bunda tormoz suyuqligi biror bir kichik tirqishlardan sizib chiqib ketishi vujudga keladi va tormozlash xavfi ortadi.

Tormoz kolodkalarining qalinligi minimaldan kam bo'lganda harakatlanishiga tahdid soladi. Bu tormoz diski bilan kolodka ishqalanish qoplamasining oxirgi qatlami tormoz diski bilan qattiq ishqalanishiga olib kelishi mumkin va natijada eng yomon holatda ikkita metall sirti tormoz diski va kolodka bir birini juda tez yeyilishiga olib kelishi

mumkin. Hattoki, tormoz tizimi to'liq ishdan chiqishi ham mumkin.

Tahlillar. 4. Tormoz tizimi trubkalarida suyuqlikning oqib chiqishi.

Zamonaviy transport vositalarining tormoz tizimi yuqori ishonchligi bilan ajralib turadi. Uning alohida elementlari, vaqt o'tishi bilan qandaydir tarzda avtomobil tormoz tizimi trubkalari eskirish, shuningdek ehtiyot qismlarning sarfi va materiallar muddatlari bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Ehtiyot qismlar haydovchilar xohlagan vaqtgacha xizmat qilmaydi, u ishlab chiqaruvchilar tomonidan belgilangan resurs muddatlari bo'yicha almashtirish talab etiladi [12]. Ularni sotib olish va almashtirish ko'p pul va vaqtni talab qilmaydi. Ammo haydovchilar ko'pincha belgilangan muddatdan o'tib ketgan bo'lsa ham o'z vaqtida almashtirilmaydi. Tormoz suyuqligining oqishi muammosi o'z vaqtida almashtirilmagan ehtiyot qismlar oqibatida kelib chiqadi. Kichik oqishlar bilan haydashni davom ettirish mumkin, lekin tormoz suyuqligi ozayishi hisobiga tormoz yaxshi ishlamaydi. Tormoz tizimi trubkalarida suyuqlikning oqib chiqishi nosozligini aniqlash mumkin:

1. Suyuqlik idishining yaxlitligi buzilganligi;
2. Asosiy tormoz silindri ishlamay qolishi;
3. Bir yoki bir nechta tormoz shlanglarida yoriqlar mavjudligi;
4. Bir yoki bir nechta g'ildirakli tormoz silindrlarining yaxlitligi buzilgan.

Asosiy holatlarda vakuum kuchaytirgichida sovutish suvi to'planishi. Ko'pincha bu asosiy tormoz silindrlarining ishlamay qolishi bilan sodir bo'ladi.



2-rasm. a) Shevrolet avtomobillari silindri manjetlari



2-rasm. b) Kia avtomobili tormoz silindri manjetlari

Agar tormoz suyuqligining asosiy yoki ishlaydigan silindrlar orqali oqishi aniqlansa, haydovchi manjetlarni tekshirishi kerak. (2-rasm a va b) Vaqt o'tishi bilan ular egiluvchanlikni yo'qotadilar – bu almashtirishning asosiy sababi.

Tahlillar. 5. ABS tizimi ishlashi buzilishlari. Odatda, asboblar panelidagi ABS indikator bir necha soniya davomida yonadi va har safar dvigatelni ishga tushirganda o'chadi. Agar o'sha paytda piktogramma ko'rinmasa, tizim

faol emas va uni tekshirish kerak. ABS lampochkasining yonib ketishining bir necha sabablari bo'lishi mumkin:

- o Simlarning uzilishi;
- o ABS sensorlari ifloslangan, o'chirilgan yoki ishlamay qolgan;
- o G'ildirak stupisasidagi tishli tasma shikastlangan;
- o Elektron tizimni boshqarish bloki ishlamaydi.

ABS nima sababdan yonishidan qat'i nazar, bordagi kompyuter nosozlik ma'lumotlarini to'playdi va xato kodini yaratish uchun uni tahlil qiladi. Xuddi shu ogohlantirish chirog'i ma'lum bir nosozlikni aniqlashni ko'rsatadi.

Agar chiroq yonib ketgan lampochka tufayli yonmasa, muammoni hal qilish qiyin bo'lmaydi. Uni xizmat ko'rsatuvchi xodimlarning yordami bilan yangisiga almashtirish mumkin. Agar avtomobil harakatlanayotganda qulflashga qarshi tizim indikator yonib ketgan bo'lsa, to'satdan tormozlashda juda ehtiyot bo'lish talab etiladi.

Agar ABS ishida buzilishlar aniqlansa, tizim elementlarini vizual tekshirish kerak. Tekshirishlar va tuzatish ishlarini mutaxassislar bajarishlari talab etiladi.

Tahlillar. 6. Tormoz barqarorligini yo'qotishi. Agar tormoz pedali bosilganda mashina mo'ljallangan traektoriyadan chetga chiqa boshlasa, bu tizim konturlaridan birida nosozlik borligini ko'rsatadi. Buning asosiy sababi silindrdagi suyuqliklari bir me'yorda taqsimlanmaganligini bildiradi. Shuningdek, disklar va kolodkarni notekis yeyilishi, yog', muz, zang yoki namlik ta'siriga uchraganini anglatadi. Rul boshqarmasiga birikkan boltlar bo'shashgan bo'lishi ham mumkin [13,14].

O'z ishida tormoz tizimlari boshqaruv bloki dvigatelni boshqarish tizimining boshqaruv bloki va avtomatik uzatish boshqaruv bloki bilan o'zaro ta'sir qiladi (agar avtomobil avtomatik uzatish bilan jihozlangan bo'lsa). Turg'unlikni yo'qotishi quyidagilarga asosan sodir bo'ladi:

- Muayyan g'ildiraklarni tormozlash;
- Dvigatel momentining o'zgarishi;
- Old g'ildiraklarning burilish burchagidagi o'zgarishlar (faol boshqaruv tizimi mavjud bo'lganda);
- Amortizatorlarning dempferlari darajasidagi o'zgarishlar (moslashuvchan osma bo'lganda).

Tizim muammolarining belgilari quyidagi bo'ladi:

- Avtomobilning burilish radiusi "aylanishi" etarli emas;
- Yo'lining notekisligiga reaksiyasiga ta'siri;
- Burilish paytida tortishish darajasining pasayishi;
- Yuqori tezlikda harakatlanayotganda umumiy noaniqlik tizimlari bo'lishi.

Tahlillar. 7. Tormozlash paytida sezilarli tebranish hosil bo'lishi. (3-rasm. a). Tormozlash paytida avtomobilning yengil tebranishining ko'plab sabablari mavjud. Ularning asosiylariga stupitsani urishi yoki diskni urishi, g'ildirakning nomutanosibligi (disbalansi), g'ildirak podshipniklarining lyufti, silindrlarning porshenlari va supportlarining tiqilib qolishi, barabanning ovalligi, kolodkani ushlab turuvchi prujinali tili kiradi.

Tormoz pedalini bosganda tizimda bosim paydo bo'ladi. U maxsus gidravlik kuchaytiruvchi qurilmalar yordamida kuchaytiriladi va tormoz kolodkalarini tormoz disklariga bosadigan g'ildirak silindrlariga quvurlar (tormoz shlangi) orqali uzatiladi. G'ildirakni disk orqali blokirovka qilingani uchun g'ildirak aylana olmaydi, shinalar va yo'l yuzasi o'rtasida ishqalanish paydo bo'ladi va mashina to'xtaydi.

Disk va barabanli tormoz tizimlari tormoz kolodkalarini joylashtirish prinsipida farq qiladi. Tormoz diskleri



g'ildirakka parallel ravishda joylashtiriladi va bir xil tezlikda aylanadi. Kolodkalar diskning tashqi tomoniga o'rnatiladi va tormozlanganda unga bosiladi. Shu sababli ishqalanish paydo bo'ladi va mashina to'xtaydi.

Tebranish tormoz pedaliga beradi. Asosiy Muammo disklar yoki tormoz kolodkalarida bo'lishi mumkin. Avtomobilning butun kuzovi bo'ylab tebranish bilan bog'liq muammolarni ko'rsatishi mumkin.

Tormozlash paytida avtomobil tebranishining sabablari quyidagicha:

- Tormoz kolodkalarining yeyilishi;
- Disklarni notekis yeyilishi, yoki tebranib yeyilishi;
- G'ildirak podshipnigining yeyilib ketishi;
- Rul tortqisining yeyilishi;
- Saqlash paytida shinalar deformatsiyasi;
- Kolodkani mahkamlash qismlariga tosh tiqilib qolishi.

Avtomobilni tormozlashda tebranish barcha avtomobillarda bilan sodir bo'lishi mumkin (3-rasm a ko'rinishi). Tebranish paydo bo'lganda haydovchi qilishi kerak bo'lgan asosiy ish mutaxasssiga murojaat qilishdir.



3-rasm. a) Tormozlashda tebranish hosil bo'lishi



3-rasm. b) Tormozlarni juda tez qizishi



3-rasm. c) Noto'g'ri yeyilishidagi shovqin



3-rasm. d) Tormoz disklarini eskirishi

Tahlillar. 8. Tormozlarni juda tez qizishi. (3-rasm. b). Ushbu nosozlikni xarakterli hid yoki, masalan, issiq kolodkalar yordamida aniqlash oson.

Haddan tashqari yuqori darajadagi issiqlik-bu to'satdan tormozlash bilan tez haydash yoki to'xtash tormozini haydash paytida hosil bo'ladi. Tormoz kolodkalarining qisilib qolishi, ya'ni, silindir turtkichi tiqilib qolishi evaziga sabab bo'lishi mumkin. Disklarning haddan tashqari qizishi haqida asosiy signallar quyidagilar bo'ladi:

1. Tormoz tepkisi oson tepiladigan holatga aylanadi. Ya'ni, uning yo'nalishi oshadi, u yanada moslashuvchan bo'ladi. Bunday holda, tormozlash samaradorligi pasayadi, normal sekinlashuv uchun tormozni qattiqroq bosish kerak bo'lib qoladi.

2. Kuygan kolodkalar va issiq metallning o'ziga xos hidi.

3. Ba'zida tormoz mexanizmlarining (kolodka va disk) yuz tomonining g'ichirlagan va ishqalanganda hosil bo'ladigan tovushlar paydo bo'ladi.

4. Tormoz disklaridagi vizual o'zgarishlar. Haddan tashqari qizib ketgan metall to'liqsimon ko'rinishga aylanadi va ko'pincha sirtida yorilish paydo bo'ladi — bu quruq ishqalanishning o'ziga xos ta'siri ekanligini bildiradi.

5. Disk tekisligining deformatsiyasi tufayli tormozlash paytida rulda tebranish hosil bo'lishi. To'liqlar juda yuqori harorat ta'sirining natijasidir.

Tormoz diskleri haddan tashqari qizib ketishi mumkin bo'lgan tormoz tizimining ishlashiga quyidagi sabablarga ko'ra mumkin:

Tormoz supportini mahkamlash. Chang va zarrachalarning ishchi mexanizmlariga kirishi natijasida support porsheni tiqilib qolishi mumkin. Natijada, tormoz pedalini bo'shatgandan keyin ham, kolodka diskdan kerakli darajada olib tashlanmaydi-doimiy ishqalanish va qizib ketish paydo bo'ladi.

Qiyin harakat sharoitlari. Bu har doimgi omillarning biridir. Masalan, avtomobil tirkamani issiqda shatakka tortib olganda va shatakchi avtomobil bilan birga marshrut uzoq vaqt pastga tushganda.

Kolodkalar yoki diskarning past sifatligi. Bunday holatda, sekinlashuv samaradorligi yetarli emas-shunga ko'ra, haydovchi tormozni qattiqroq va tez-tez bosib, qizib ketishiga olib keladi.

Tormoz imkoniyatlariga mos kelmaydigan xoldagi haydash uslubi. Bunda haydovchi o'z mashinasini sport avtomobili deb xato qila boshlaganda sodir bo'ladi.

Oddiy avtomobil uchun issiqda tezlik bilan ketma-ket bir yoki ikki marta qattiq tormozlash kifoya qiladi. O'rtacha tormozlar chegaraga etadi. Agar tormozlash davom ettiriladigan bo'lsa, hamma narsa haddan tashqari qizib

ketish bilan tugaydi, buning natijasida disklar doimiy ravishda shikastlanishi mumkin.

Tahlillar. 9. Tormoz disklarini eskirishi. Tormoz tizimlari materiallarni sarfi transport vositalarida uzoq muddat foydalanmaslik yoki belgilangan talablar asosida avtomobilni toza, ozoda saqlamaslik oqibatida tormoz disklarining eskirishi va zanglashi vujudga keladi, shuning uchun ularning holatini doimo kuzatib borish muhimdir (3-rasm d).

Tormoz diskleri yoʻl xavfsizligida muhim omil boʻlganligi uchun ularning holati avtomobilni tezda toʻxtatish qobiliyatiga bevosita taʼsir qiladi. Biroq, koʻplab avtomobil egalari tormoz disklarida zang kabi muammoga duch kelishmoqda. Bunday holatlar quyidagi tavsiyalarni berishimiz mumkin:

Tormoz diskleri qanchalik zanglanganligini baholash muhimdir. Engil sirt zanglari yuqori namlikda yoki yomgʻirdan keyin ham bir kechada paydo boʻlishi mumkin. Bunday zang odatda xavfli emas va haydash paytida tormozni bir necha marta bosgandan keyin yoʻqoladi. Ammo, agar zang jiddiyoq boʻlsa va diskning katta qismini qoplasa, uni olib tashlash uchun choralar koʻrish kerak boʻladi.

Haydash paytida tormoz disklarini tozalash. Koʻpgina hollarda, agar zang engil boʻlsa, uni oddiy haydash bilan tozalash mumkin. Tormozlash paytida kolodkalar diskarga ishqalanadi va bu ishqalanish zangning engil qoplamasidan xalos boʻlishga yordam beradi. Bir nechta tormozlashdan soʻng, disklar odatda toza boʻladi va qoʻshimcha choralar talab qilinmaydi. Ammo shuni yodda tutish kerakki, agar zang yoqolmagan boʻlsa, jiddiyoq koʻrib chiqishga arziydi.

Tormoz disklarini mexanik tozalash. Tormoz disklaridagi zang jiddiyoq boʻlsa va haydashdan keyin ketmasa, mexanik tozalashni amalga oshirish mumkin.

Agar zang juda chuqur boʻlib chiqsa va hech qanday tozalash usullariga javob bermasa, tormoz disklarini almashtirish kerak. Agar zang tormoz samaradorligiga taʼsir qila boshlagan boʻlsa, bu ayniqsa harakatlanish jarayonida juda muhimdir. Disklarni almashtirishni eʼtiborsiz qoldirish jiddiy tormoz muammolariga olib kelishi mumkin, bu esa haydovchi va yoʻlovchilar xavfsizligini xavf ostiga qoʻyadi.

Tahlillar. 10. Tormozlashda tashqi shovqin yoki hushtak hosil boʻlishi. (3-rasm. c).

Tormozni tepkisi bosganda gʻijirlatishini sabablaridan biri tormoz barabani va kolodkasini ishlab chiqarish sifati yaxshi emasligi boʻlishi mumkin. Bunday holatda, har bir tormozlashda hushtak va ovoz takrorlanadi, bundan tashqari ular diskka zarar etkazishi mumkin. Agar bunday xolat sodir boʻlsa, tormoz diskini va kolodkalarni almashtirish kerak boʻladi. Shuning uchun professional xaydovchilar ishlab chiqaruvchilar tavsiyasidagi original, yaʼni faqat markali ehtiyot qismlarni sotib olishni qatʼiy tavsiya qiladilar.

Tormozni tepkisi bosganda hushtak chalish sabablari esa kolodkalarining tormoz diskleri bilan mos kelmasligi boʻlishi mumkin. Ishlab chiqaruvchilar koʻpincha yaratishda qoʻshimcha moddalardan foydalanadilar, bu qoplamaning mustahkamligini yaxshilaydi, ammo ular tormoz diskleri bilan mos kelmasligi mumkin. Bunday kolodkalar aynan qaysi avtomobil uchun tayyorlangan boʻlsa shu modelnikini oʻrnatishni taqozo etadi va eski modellarga mos kelmaydi.

Tahlillar. 11. Tormozlashda toʻliq toʻxtamasligi yoki sekin toʻxtashi. Shuni taʼkidlash kerakki, taʼmirlanganda ishlov berishning yomonlashishiga barcha gʻildiraklarning toʻliq oʻchirilmaligi sabab boʻlishi mumkin. Odatda, bu

pedalning erkin harakatlanishini sezilarli darajada kamaytiradi.

Disklarning ham kalodkalarining ham oʻng yoki chap tomonidagiga qaraganda koʻproq va tezroq yeyilib ketishi, shuningdek, tormoz suyuqliklarining har xil turdagilari biri-biri bilan qoʻshilib qoʻyilishi sabab boʻlishi mumkin.

Tizimning muvozanatli ishlashini tekshirish uchun avtomobil diagnostikasini oʻtkazish kerak.

Ushbu nosozlik quyidagi sabablarga koʻra yuzaga kelishi mumkin:

1. Tormoz pedalining erkin harakatlanishi yoʻq boʻlsa. Pedalning faqat normal (3-5 mm) erkin harakatlanishi itaruvchi va asosiy silindrning porsheni oʻrtasida kerakli boʻshliqni taʼminlaydi, bu gʻildiraklarni toʻliq toʻxtatish uchun zarurdir.

2. Shlangi vakuum kuchaytirgichi bilan jihozlangan avtomobillarda nuqson gidravlik vakuum kuchaytirgichining sozlash boltining asosiy silindrning oʻrnatish tekisligiga nisbatan chiqib ketishi natijasida yuzaga kelishi mumkin. Bolt asosiy silindrning flanjinini mahkamlash tekisligiga nisbatan 1,25 mm ga chiqishi kerak.

3. Gʻildiraklarning toʻliq toʻxtamasligining sabablaridan biri diafragma shishishi yoki qopqoq muhri yoki himoya qopqogʻining qisilishi tufayli gidravlik vakuum kuchaytirgichining salnigi korpusiga tiqilib qolishi boʻlishi mumkin. Kamchilik gidravlik vakuum kuchaytirgichini almashtirish orqali bartaraf etiladi.

4. Gʻildiraklarning toʻliq toʻxtamasligi asosiy silindrning halqalarining shishishi yoki asosiy silindrning porshening tiqilib qolishi natijasida yuzaga kelishi mumkin. Ikkala holatda ham siz asosiy silindrni qismlarga ajratishingiz va ishlamay qolgan qismlarni almashtirish kerak.

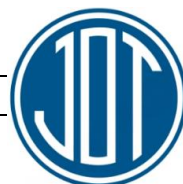
Tahlillar. 12. Pedal qoʻyib yuborilganda gʻildirakni tormozlashi. Ushbu muammo haydash paytida yoʻnalish barqarorligini yoʻqotishiga olib keladi. Bunga qismlarning oddiy ifloslanishi yoki toʻxtash tormozining tortilishi, shuningdek tormoz trubasining deformatsiyasi yoki porshen-silindr juftining kislotalanishi sabab boʻlishi mumkin.

Bunday holda, siz tormoz pedali juda qattiqlashganini bilish mumkin, bosilganda qisqa bosiladi. Avtomobil tormozlanganda, u yemirishni boshlaydi, yoʻnalish barqarorligi yoʻqoladi. Agar silindrlar tizimning konturilaridan birida tiqilib qolsa, shunga oʻxshash holat yuzaga keladi.

Agar avtomobilning siljishini imkoni boʻlmasa va nosozlikning yagona belgisi shundaki, tormoz pedalini kuch bilan bosish kerak boʻlsa, unda muammo vakuumli tormoz kuchaytirgichida yoki kam uchraydigan nosozlik shlangda boʻlishi mumkin.

3. Xulosa

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, tormoz tizimidagi muammolarni oʻrganish va ularni bartaraf etish chora tadbirlarini koʻrib chiqish hamda biror – bir elementi boʻyicha bogʻliqliklarni aniqlash bilan muammolarni hal qila oldik deb oʻylayman.



Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Q.H.Azizov "Harakat xavfsizligini tashkil etish asoslari", Toshkent 2009-yil, 49-bet
- [2] Q.H. Azizov. "Yo'l transport hodisalarini tizimli tahlili" o'quv qo'llanma Toshkent 2022 y. – 47 b.
- [3] Sobirov M.M., Xaydarov M.A. Avtomobillar tormozining ekspluatatsion muammolari, "O'zbekistonda avtomobil transportini rivojlantirish istiqbollari: Loyihalash, ishlatish va logistika" mavzusida xalqaro ilmiy-texnik anjumani 2024 yil 15-16-noyabr 659-691 betlar
- [4] Тормозные системы колесных машин / И. С. Сазонов [и др.]; под общ. ред. И. С. Сазонова. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2011. – 346 с.: ил.
- [5] Косенков, А. В. Устройство тормозных систем иномарок и отечественных автомобилей / А. В. Косенков. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 224 с.: ил.
- [6] Порубов, Д.М. Разработка автомобильной системы определения и удержания в полосе движения / Д.М. Порубов, Д.В. Зезюлин, Д.Ю. Тюгин, А.В. Тумасов, В.В. Беляков, А.М. Грошев, П.О. Береснев // Транспортные системы. – 2018. – №2 (8).
- [7] Исследование температуры тормозных колодок с разной степенью износа в процессе фрикционного торможения. / Иванов П.Ю., Худонов А.М., Дульский Е.Ю., Корсун А.А., Трескин С.В. // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2020. № 3 (47). С. 27-34.

[8] Мануилов Н.И. Анализ влияния человеческого фактора на безотказную работу тормозного оборудования / Мануилов Н.И., Иванов П.Ю., Дульский Е.Ю.// Наука вчера, сегодня, завтра. 2016. № 12-2 (34). С. 48-57.

[9] Борц А.Д., Закин Я.Х., Иванов Ю.В. Диагностика технического состояния автомобиля. М.: Транспорт, 2008. 159 с.

[10] Мирошников Л.В., Болдин А.П., Пал В.И. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях. М.: Транспорт, 2008. 267 с

[11] <https://koleso.ru>

[12] <https://avto.pro>

[13] <https://favorit-motors.ru>

[14] <https://www.autonews.ru>

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

Sobirov Andijon davlat texnika instituti,
Ma'murjon Transport logistikasi kafedrası, katta
Marufjonovich o'qituvchisi
E-mail: mamurjon.sobirov@mail.ru
Tel.: +998-97-997-14-22
<https://orcid.org/0009-0008-8508-611X>



Formation of calculation model of multistorey reinforced concrete frame buildings with non-traditional loads

S.Y. Inomjonov¹, A.A. Khodjaev¹

¹Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

This paper describes how a structural and computational model of a multi-storey reinforced concrete frame residential building with unconventional roof loads, namely swimming pools of 225 m³ and 112 m³ respectively, was developed using the Lira-SAPR PK 9.6 program. Based on this model, concentric loads were established and the loads and the resulting effects from them were determined for each case. Based on these data obtained from the calculation process, variational numerical experiments were carried out. In the normative documents KMK 2.01.07-96 - "Loads and Impacts" and KMK 2.01.03-96 "Construction in Seismic Regions", the design scheme of this building was justified taking into account the concentric load installed on the roof of the building.

Keywords:

multi-story buildings, Non-traditional loading, Lira-SAPR PK 9.6, Seismic analysis

Ko'p qavatli temirbeton karkasli binolarning noan'anaviy yuklar mavjud bo'lgan holda hisoblash modelini shakllantirish

Inomjonov S.Y.¹, Xodjayev A.A.¹

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Mazkur maqolada Lira-SAPR PK 9.6 dasturi yordamida ko'p qavatli temirbeton karkasli turar joy binosining tom qismida noan'anaviy yuklar ya'ni, hajmlari mos ravishda 225 m³ va 112 m³ bo'lgan suzish havzalari joylashtirilgan holatda, konstruktiv va hisobiy model ishlab chiqilgan yoritilgan. Ushbu model asosida kontsentrik yuklanishlar o'rnatilib, har bir holat uchun yuklar va ulardan hosil bo'ladigan ta'sirlar aniqlangan. Hisoblash jarayonida olingan bu ma'lumotlarga tayanib, variativ sonli tajribalar o'tkazilgan. QMK 2.01.07-96 - "Yuklar va ta'sirlar" va QMK 2.01.03-96 "Zilzilaviy hududlarda qurilish" me'yoriy hujjatlarida bino tom qismiga o'rnatilgan kontsentrik yukni hisobga olgan holda mazkur bino hisoblash sxemasi asoslandi. Tahlil natijalari asosida binoning mustahkamlik va barqarorlik ko'rsatkichlariga baho berilgan hamda bu ma'lumotlar tizimli ravishda ma'lumotlar bazasi shakllantirilgan.

Kalit so'zlar:

ko'p qavatli binolar, Noan'anaviy yuklanish, Lira-SAPR PK 9.6, Seysmik tahlil

1. Kirish

Ayni vaqtda mamlakatimiz shaharlarida urbanizatsiya jarayonlari jadallashib, ko'p qavatli binolarning tobora ko'payishi, baland imoratlar shahar infratuzilmasida zichlashib borishi, shaharlarimiz qiyofasi dunyodagi taraqqiy etgan mamlakatlarning (Germaniya, Yaponiya, AQSh, Xitoy, Birlashgan Arab Amirliklari, Indoneziya va boshqalar) yirik shaharlari infratuzilmasiga o'xshashib ketishi kuzatilmoqda. Shu bilan birga O'zbekistonning turizm salohiyati yildan yilga oshib bormoqda va bu soha yanada rivojlanishiga Hukumat tomonidan katta e'tibor qaratilmoqda.

Bu sharoitda taraqqiyotga intilayotgan hamda turizm sohasida ko'plab rivojlangan davlatlar bilan raqobatlashishga bel bog'lagan mamlakatda tabiiyki faqat ananaviy ko'p qavatli va osmono'par binolar qurish bilan cheklanib bo'lmaydi. Urbanizatsiya jarayonida no'anaviy, innovatsion, jozibador yechimlar hamda konstruktiv mukammal loyihalar zarur. Bu borada O'zbekistonda xanuz bunyod etilmagan tom qismida suzish xavzasi joylashgan

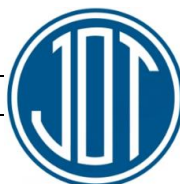
ko'p qavatli binolar kutilayotgan texnologik innovatsiya va turistik jozibadorlikni o'zida mujassam etishi muqarrardir.

Biroq bu kabi ob'ektlarni loyihalash va qurish uchun mamlakatimizda me'yoriy bazaning yetarlicha takomillashmagani, bunday binolarni hisoblash texnikasining mukammal emasligi, konstruktiviyalarni noan'anaviy yuklarga hisoblash usullari yanada kengroq o'rganilmagani ushbu g'oyani amaliyotga keng tatbiq qilishga to'sqinlik qilmoqda. Shu bois mazkur masala yechimiga salmoqli hissa qo'shish maqsadida ushbu mavzuda maqsadli tadqiqotlar amalga oshirildi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Ko'p qavatli binoning dinamik kuchlarga mustahkamligini oshirish masalasi no'anaviy yuklangan binolar uchun alohida jiddiy ahamiyat kasb etadi.

Ko'p qavatli binoning barpo etilish jarayonida uning fazoviy birligi va mustahkamligini taminlaydigan, xamda binoga yondosh joylashgan qismlardan paydo bo'ladigan gorizontall yuklarni qabul qilib oladigan birlilik yadrosi yoki diofragma qo'llaniladi. Ayrim binolarda avval birlilik

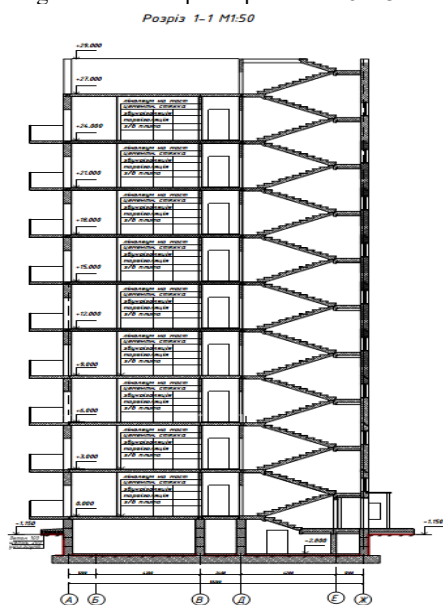


yadrosi masalan, lift shaxtasi loyihaviy belgigacha montaj qilinadi so'ngra, boshqa konstruktiv elementlar tiklanadi. Bikrlik yadrosi va diofragma monolit konstruksiya ko'rinishida montaj qilinadi. Karkasni binoning bikrlik yadrosi va diofragma maxkamlash uchun shtrabalar ochiq qoldirilgan armatura sterjenlari orqali amalga oshiriladi. Keyinchalik ularga karkas to'siqlari boltli yoki payvand birikmalar yordamida maxkamlanadi. Monolit diofragma karkasning o'rnatilgan qismidan paydo bo'ladigan gorizontol kuchlarni darxol qabul qila boshlaydi. Shu bois binoni dinamik kuchlar tasiriga mustahkamligini oshirishda diofragmalardan foydalanish maqsqdg muofiq.

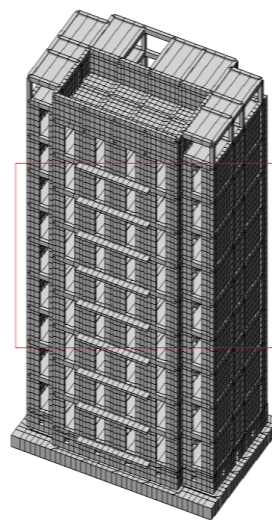
Zamonaviy ko'p qavatli binolarga noanaviy yuklanishlar quyilgan holda uni hisoblash ishlarini Lira PK dasturida bajarish maqsadga muvofiq. Lira PK dasturi bino va inshootlarni loyihalashdan avval, ularda qanday konstruktiv yechim qo'llash maqsadga muvofiq bo'lishini ham taqqoslashni ushbu dastur yordamida amalga oshirish mumkin. Bunda, dasturning qulaylik jihati shundaki, hisobiy model yaratishda, real holatlarni e'tiborga olish imkoniyati yuqoriligi, hisobiy modelning real holatga yaqinligi, shuningdek, hisobiy modellarni yaratish uchun ko'p vaqt talab etilmasligidir.

Mazkur dasturning natijalarni ko'rgazmaviy hamda turli hildagi jadval ko'rinishlarida chop etish imkoniyati esa, turli konstruktiv tizimlarda olib borilgan hisoblash ishlarining natijalarini taqqoslashda o'ziga xos qulaylik yaratadi. To'sinsiz va to'sinli temirbeton karkas tizimlari mahalliy sharoitlarga, ya'ni seysmik ta'sirlarga nisbatan mosligini tekshirish yuzasidan ushbu dasturdan foydalangan holda sonli tajribalar o'tkazildi.

Sonli tajribalarni o'tkazishda 3 xil shakl va o'lchamdagi to'sinsiz va to'sinli temirbeton karkas tizimlari tanlab olindi. Bular rejadagi ko'rinishi to'g'ri to'rtburchak shakldagi, tarxiy uzunligi – 21,6 metr, tarxiy eni – 13,2 metr, ustunlar oraliqlari 3,6 m va qadamlari 1,2, 4,2, 2,4, 4,2, 1,2 metr bo'lgan 9 qavatli temirbeton karkas binosi (1-rasm). Ushbu binoning hisobiy fazoviy modeli Lira-SAPR PK 9.6 dasturi yordamida ishlab chiqildi (2-rasm). Sonli tajriba uchun ikki hil hajmdagi suv havzasi qabul qilindi – 225 m³ va 112 m³.



1-rasm. Tom qismlarida suzish havzalari joylashgan turarjoy binosining sxemasi



2-rasm. Tom qismlarida 225 m³ hajmdagi suzish havzasi joylashgan binoning fazoviy modeli

Mazkur konstruktiv tizimlar ustida sonli tajriba o'tkazish maqsadida real holatdan hisobiy modelga o'tish jarayonida quyidagi belgilash va soddalashtirishlar kiritildi:

- temirbeton karkaslarning ustunlar va to'sinlarning kesim yuzasi – kvadrat shaklda 400x400 mm va 500x500 mm ni tashkil qiladi;

- binoning har bir qavat balandligi 3 metr deb belgilandi;

- binoning tom qismida joylashgan suv havzasining tag qismi quyma (monolit) orayopma sifatida qabul qilingan;

- binoning tom qismida suv havzasi joylashganini hisobga olib uning dinamik kuchlarga qarshiligini kuchaytirish maqsadida bino konstruksiyasida bikrlik diofragmalardan foydalanildi;

- suv havzasining tag va yon qismlari gidroizolyatsiya qilingan, uni suv bilan to'ldirish va bo'shatishda foydalaniladigan gidronasoslar binoning yerosti qismida joylashmoqda;

- Lira PK 9.6 dasturidagi yig'ma temirbeton plitani ta'sirini ifodalovchi "Ko'chishlar jamlamasi" (Объединение перемещений) funktsiyasidan foydalanilgan hamda yig'ma orayopma plitaning og'irligi yuk sifatida kiritilgan, shuningdek, binodagi yuklar hamda plitalarning xususiy og'irliklari ta'sir maydonlarini inobatga olgan holda yuk ko'taruvchi to'sin (rigel)larga qo'yildi;

- dasturdagi modellar mustahkam poydevorga biki biriktirilgan deb qaralib, uning ta'siri barcha yo'nalishdagi ko'chish va momentlarni cheklash orqali kiritildi;

- binoning har bir qavat balandligi 3 metr deb belgilandi.

Ko'rib chiqilayotgan temirbeton konstruksiyalari bikrligi hamda kesim yuzasi o'lchamlari dasturning "Elementlar bikirligi" (Жесткости элементов) muloqot oynasi yordamida kiritildi. Binining konstruksiyalariga ta'sir etuvchi yuklar sonli tajriba o'tkazish maqsadida barcha bino turlari uchun bir xil qabul qilindi. Yuklarning me'yoriy va hisobiy qiymati QMQ 2.01.07-96 – "Yuklar va ta'sirlar"ga mos holatda hisoblab topildi [7].

Bino variantlarida konstruksiyaga ta'sir etuvchi yuklarning qiymatlari bir xil. To'sin konstruksiyalarga yig'ma orayopma plitalar modellar yaratilmaganligi sababli, yuk ko'taruvchi to'sinlarga sterjenga ta'sir etuvchi yuk yoyilgan kuch sifatida qo'yilgan.

Shu sababli, orayopmaning bir kvadrat-metr qismiga ta'sir etuvchi yuk miqdoridan, to'sinning bir metr uzunligiga ta'sir etuvchi yuk qiymati hisoblab topilgan. Yuklar ta'sir

etish muddatiga qarab, dasturda bir nechta yuklanishlarga ajratilgan holda kiritildi.

Seysmik yuklanishlarni shakllantirish hamda seysmik hudud parametrlarini kiritish uchun bosqichda amalga oshiriladi.

1-bosqich. Statik yuklanishlardan dinamik yuklanishlarni shakllantirish. Mazkur bosqichda, seysmik kuch qiymati yuqorida keltirilganidek, bino va inshootlarning og'irligi hamda ularda joylashgan statik yuklar qiymatlari orqali hisoblab topilishini e'tiborga olish ishlari amalga oshiriladi. Bunda, dasturning "Формирование динамических нагрузок из статических" muloqot oynasi yordamida har bir statik yuklanishning ta'sir etish davomiyligidan kelib chiqib, ularga mos koeffitsient kiritiladi. Koeffitsient qiymati QMQ 2.01.03-96 "Zilzilaviy hududlarda qurilish"ning [6] 2.1-jadvalida keltirilgan.

2-bosqich. Seysmik ta'sirga hisoblash uchun hududning seysmik parametrlarini kiritish. Bunda, dasturning "Таблица динамических нагрузок" oynasi orqali hudud parametrlari kiritiladi. Ushbu muloqot oynasidan O'zbekiston hududida amalda bo'lgan me'yoriy xujjat – QMQ 2.01.03-96 "Zilzilaviy hududlarda qurilish" [6] tanlab olinadi va tegishli parametrlar mazkur me'yoriy xujjatda berilgan punkt va jadvallarga mos holda kiritiladi.

3-bosqich. Karkas elementlari uchun "Chegaraviy noelastik deformatsiya" qiymatini kiritish. Bunda Lira PK 9.6 dasturining aynan shu nomdagi muloqot oynasi yordamida qiymatlar kiritiladi. Karkas elementlari uchun mazkur qiymat QMQ 2.01.03-96 "Zilzilaviy hududlarda qurilish"ning [6] 2.5-jadvalidan olinadi.

Sonli tahlil o'tkazish. Temirbeton konstruksiyalarini ko'rib chiqilayotgan har bir turi uchun yuqoridagi jadvallar asosida mos qiymatlar alohida-alohida kiritilishi lozim. Mos qiymatlar kiritilganidan so'ng, sonli tahlil o'tkazish uchun so'nggi bosqich – hisobiy zo'riqishlar jamlanmasini tuzish bosqichi amalga oshiriladi.

Hisobiy zo'riqishlar jamlanmasi dasturning "Таблица РСУ" muloqot oynasi yordamida shakllantiriladi. Bunda, yuklanishlarning ta'sir etish muddatiga qarab ajratilgan turlaridan kelib chiqqan holda jadval shakllantiriladi. Dastur kiritilgan ma'lumotlar asosida turli hil yuklanishlarning birgalikda ta'sir etishini barcha hollarini ko'rib chiqib, eng nomaqbul jamlanmani aniqlab, ushbu jamlanma asosida keyingi hisoblash ishlari avtomatik tarzda amalga oshiradi.

Mazkur jamlanma shakllantirilganidan so'ng, dasturda avtomatik ravishda hisoblash ishlari amalga oshirish mumkin. Buning uchun "Режим", "Выполнить расчет" buyrug'ini ishga tushirish lozim.

Yuqorida keltirilgan hisoblash tartibi asosida barcha tadqiqot ob'ektlarida sonli tahlillar o'tkaziladi. Natijalarni "Режим", "Результаты расчета" buyrug'i yordamida jadval yoki grafik ko'rinishida chop etish mumkin. Chop etilgan natijalarni tahlil qilib, tegishli xulosalar olinadi.

3. Xulosa

Bino va inshootlarda qo'llaniluvchi konstruktiv tizimlarning turlari, ularning xususiyatlari, afzallik va kamchiliklari olimlar tomonidan chuqur o'rganilgan. Biroq ayni vaqtda noan'anaviy yuklanishlarni seysmik sharoitlarda qo'llashda qabul qilish mumkin bo'lgan konstruktiv

parametrlar va hisobiy modellar yuzasidan ilmiy ma'lumotlar yetarli emas.

Lira PK 9.6 dasturi yordamida variativ sonli tajriba va tahlil o'tkazish maqsadida turar joy binosini tom qismiga kontsentrik yuklanish o'rnatilgan holda ko'p qavatli temirbeton karkasli binoning tom qismida 225 m³ va 112 m³ hajmidagi suzish havzasi joylashgan holda konstruktiv va hisobiy modeli ishlab chiqildi.

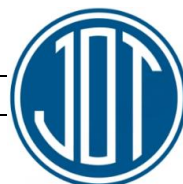
QMQ 2.01.07-96 – "Yuklar va ta'sirlar" va QMQ 2.01.03-96 "Zilzilaviy hududlarda qurilish" me'yoriy hujjatlarida bino tom qismiga o'rnatilgan kontsentrik yukni hisobga olgan holda ko'p qavatli temirbeton karkasli binoga ta'sir etuvchi yuklar hisoblab chiqildi hamda mazkur noan'anaviy yuklanishga mazkur binoni hisoblash sxemasi asoslandi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Кедров В.С., Кедров Ю.В., Чухин В.А. "Плавательные бассейны". Москва, 2002.
- [2] В.А.Аскарлов, Ш.Р.Низомов. Темірбетон ва тошг'isht konstruksiyalari. Toshkent, 2003.
- [3] А.А.Ашрабов, Ю.В.Зайцев. "Железобетонные и каменные конструкции". Т.: Укитувчи, 1992.
- [4] Turdialiev B.B. Ko'p qavatli, karkasli binolarning yuk ko'taruvchi konstruksiyalarini Lira 9.6 dasturi asosida fazoviy holatda seysmik kuchlar ta'siriga hisoblash (magistrlik dissertatsiyasi). TAQI, 2016.
- [5] QMQ 2.03.01-96. Beton va temirbeton konstruksiyalar. O'zbekiston Respublikasi DAKK. Toshkent, 1998.
- [6] QMQ 2.01.03-96. Zilzilaviy hududlarda qurilish. Toshkent, 1995.
- [7] QMQ 2.01.07-96. Yuklar va ta'sirlar. O'zbekiston Respublikasi DAKK. Toshkent, 1997.
- [8] В.Ф.Фомина. Архитектурно-конструктивное проектирование общественных зданий. Ульяновск, 2007.
- [9] С.В.Поляков, И.Л.Корчинский "Сейсмостойкость зданий и сооружений"
- [10] Байков.В.Н. "Железобетонные конструкции" Кульский Л.А., Горюновский И.Т.

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

Inomjonov Sohibjon Yoqibjon o'g'li	Toshkent davlat transport universiteti, magistratura talabasi E-mail: sohibjoninomjonov72@gmail.com Tel.: +998881881213 https://orcid.org/0009-0008-7531-1870
Xodjayev Abbas Agzamovich	Toshkent davlat transport universiteti, texnika fanlari falsafa doktori, professor E-mail: axodjaev61@gmail.com Tel.: +998909311282



Impact of post-flight maintenance on flight safety

I.S. Maturazov¹^a, D.J. Sarsenbayev¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: Post-flight maintenance is a key factor in flight safety, influencing the reliability and longevity of aircraft. With the advancement of aviation technologies, maintenance requirements are becoming more stringent to ensure compliance with regulations and prevent failures. Maintenance procedures include external inspections, engine diagnostics, fluid checks, and flight data analysis to identify potential risks. However, language barriers and communication challenges in international teams can lead to errors. These issues can be addressed through multilingual training, the use of AI for translation, and standardized protocols. Additionally, modern technologies such as artificial intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), drones, and augmented reality (AR) contribute to predictive maintenance by integrating traditional methods with innovative solutions, ultimately enhancing flight safety.

Keywords: maintenance, repair, reliability, safety, airworthiness, communication

Влияние послеполетного технического обслуживания на безопасность полетов

Матуразов И.С.¹^a, Сарсенбаев Д.Ж.¹^b

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: Послеполетное техническое обслуживание - ключевой фактор безопасности полетов, влияющий на надежность и долговечность самолетов. С развитием авиационных технологий требования к техническому обслуживанию становятся все более строгими, чтобы обеспечить соответствие нормативным требованиям и предотвратить отказы. Процедуры технического обслуживания включают в себя внешний осмотр, диагностику двигателя, проверку жидкостей и анализ полетных данных для выявления потенциальных рисков. Однако языковые барьеры и проблемы общения в международных командах могут привести к ошибкам. Эти проблемы можно решить с помощью многоязычного обучения, использования искусственного интеллекта для перевода и стандартизированных протоколов. Кроме того, современные технологии, такие как искусственный интеллект (ИИ), Интернет вещей (IoT), беспилотники и дополненная реальность (AR), способствуют предиктивному техническому обслуживанию, объединяя традиционные методы с инновационными решениями, что в конечном итоге повышает безопасность полетов.

Ключевые слова: техническое обслуживание, ремонт, надежность, безопасность, летная годность, связь

1. Введение

Послеполетное техническое обслуживание играет решающую роль в обеспечении безопасности полетов, поддерживая надежность воздушных судов и эффективность их эксплуатации. По мере развития авиационных технологий необходимость строгого соблюдения регламентов технического обслуживания становится все более очевидной. Грамотно организованное обслуживание позволяет соответствовать международным нормативным требованиям, предотвращать механические отказы и повышать общий уровень безопасности полетов.

В данной работе анализируется значимость послеполетного технического обслуживания, рассматриваются основные процедуры, проблемы коммуникации, а также влияние языковых барьеров на

работу технических команд. Дополнительно изучаются перспективные технологии, трансформирующие техническое обслуживание, и предлагаются стратегии по повышению его эффективности и безопасности [1; 2].

2. Методика исследования

Важность послеполетного технического обслуживания

Послеполетное техническое обслуживание включает комплекс мероприятий по осмотру, обслуживанию и ремонту самолета сразу после завершения рейса. Эти процедуры помогают выявлять и устранять потенциальные неисправности, которые могут повлиять на безопасность полетов. [1].

Основные цели послеполетного технического обслуживания

- Обеспечение летной годности: Подтверждение

^a <https://orcid.org/0009-0003-4781-1601>

^b <https://orcid.org/0009-0009-0661-6977>



соответствия воздушного судна всем требованиям безопасности и эксплуатации перед следующим полетом.

- Предотвращение механических отказов: Выявление износа компонентов для минимизации риска отказов в полете.

- Повышение безопасности пассажиров и экипажа: Обнаружение и устранение возможных неисправностей, таких как утечки гидравлической жидкости, электрические сбои и проблемы с шасси.

- Соблюдение нормативных требований: Гарантия соответствия стандартам безопасности, установленным Федеральным управлением гражданской авиации (FAA) и Международной организацией гражданской авиации (ICAO).

Основные процедуры послеполетного технического обслуживания

Послеполетное техобслуживание обычно включает комбинацию визуального осмотра, диагностических тестов и проверки работоспособности систем. К основным процедурам относятся:

- Внешний осмотр самолета: Проверка фюзеляжа, крыльев, двигателей и шасси на наличие видимых повреждений, трещин или утечек жидкостей.

- Диагностика двигателей и авионики: Проведение тестов работоспособности для оценки состояния двигателей и навигационных систем.

- Контроль уровня рабочих жидкостей: Проверка и долив гидравлической жидкости, масла и охлаждающей жидкости при необходимости.

- Проверка шасси и тормозной системы: Оценка износа тормозных механизмов и элементов шасси, влияющих на стабильность воздушного судна при взлете и посадке.

- Анализ полетных данных: Изучение записей параметров полета для выявления аномалий, сигнализирующих о потенциальных неисправностях.[2].

1. Эффективность передовых технологий в послеполетном техобслуживании.

Сегодня в послеполетном обслуживании всё чаще применяются тех-нологии искусственного интеллекта (ИИ) и Интернет вещей (IoT). Умные датчики, установленные на различных системах самолета, собирают и передают данные в режиме реального времени. Это позволяет проводить глубокий анализ технического состояния воздушного судна сразу после завершения полета. ИИ анализирует полученные данные, предсказывая возможные неисправности и помогая специалистам быстро определить причину отклонений от нормы.

Кроме того, в техническом обслуживании активно используются дро-ны и системы дополненной реальности (AR). Дроны способны выполнять внешние осмотры воздушных судов, выявляя даже мельчайшие повреждения кузова или лакокрасочного покрытия, что ранее требовало длительного визуального контроля. Системы AR, в свою очередь, помогают инженерам полу-чать пошаговые инструкции по проведению ремонтов и замен деталей, что значительно повышает точность и скорость работ (рис.1).

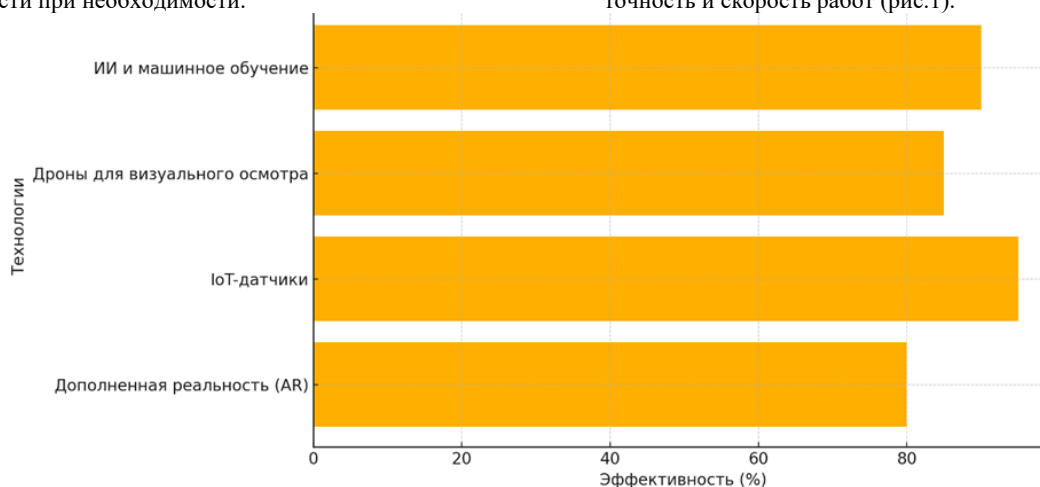


Рис. 1. Диаграмма показывающий сравнительный эффективность передовых технологий в послеполетном техобслуживании ВС

2. Преимущества и эффективность.

Интеграция передовых технологий в послеполетное обслуживание приносит ряд ощутимых преимуществ:

Предиктивная диагностика. Анализ больших данных позволяет заранее выявить потенциальные проблемы, что минимизирует риск отказа системы во время полета.

Сокращение времени на обслуживание. Автоматизированные процессы позволяют быстро диагностировать и устранять неисправности, уменьшая время стоянки самолета на земле.

Снижение операционных расходов. Предиктивное обслуживание предотвращает крупные поломки и аварийные ситуации, что помогает существенно сократить затраты на внеплановый ремонт.

Улучшение качества обслуживания. Использование дронов и AR-технологий повышает точность осмотров и ремонтных работ, минимизируя человеческий фактор.[3].

3. Проблемы коммуникации в техобслуживании.

Эффективная коммуникация является критически важной для точного и своевременного выполнения технического обслуживания. В отчетах о расследовании авиационных инцидентов регулярно отмечаются случаи, когда недостатки в передаче информации способствовали ошибкам в техобслуживании.[4]

Основные проблемы коммуникации:

- Потеря информации: Инструкции могут быть переданы нечетко, частично или вовсе утеряны.

- Неправильные предположения: Техники могут



действовать на основании ошибочного понимания задачи.

- Неэффективное устное общение: согласно исследованиям, только 30% устных сообщений воспринимаются и понимаются правильно.

4. Стратегии улучшения коммуникации.

Для минимизации рисков необходимо:

- Использовать письменную документацию, бортовые журналы и структурированные чеклисты.
- Давать четкие и краткие устные инструкции, подтверждая их в начале и конце общения.
- Проводить предварительные брифинги перед выполнением задач, особенно для операций с повышенным риском (например, буксировка самолета, тестовые запуски двигателей).[5]

5. Языковые барьеры в послеполетном техническом обслуживании.

Английский язык является стандартом для большинства авиационных технических документов и инструкций, что создает сложности для международных технических коллективов.

Основные проблемы, связанные с языковыми барьерами

- Ошибки в интерпретации технической документации: Ограниченные языковые навыки могут привести к неправильному пониманию процедур.
- Трудности в устном общении: Различные акценты и уровни владения английским языком создают риски недопонимания.
- Неполные отчеты о техобслуживании: Ошибки перевода или интерпретации могут привести к пропущенным или неточным записям.

Способы преодоления языковых барьеров:

- Организация многоязычных обучающих программ для авиационных инженеров.
- Внедрение ИИ-инструментов для автоматического перевода технической документации.
- Использование стандартных символов и унифицированных форм отчетности.
- Усиление устных инструкций путем повторения ключевой информации.[6]

3. Заключение

Послеполетное техническое обслуживание играет ключевую роль в обеспечении безопасности полетов. Своевременная диагностика, устранение неисправностей и профилактические работы позволяют снизить риск отказов авиационной техники, что напрямую влияет на безопасность экипажа и пассажиров. Эффективность технического обслуживания зависит от профессионализма персонала, соблюдения регламентов и применения современных методов диагностики. Регулярные проверки и анализ технического состояния воздушных судов позволяют выявлять потенциальные проблемы на ранних стадиях,

предотвращая аварийные ситуации. Таким образом, качественное послеполетное техническое обслуживание является важнейшим фактором обеспечения надежности авиационной техники и повышения уровня безопасности полетов.

Использованная литература / References

- [1] Abdukayumov A., Maturazov I.S. Radioelektron uskunalarini diagnostika qilish tizimini takomillashtirish / AIP Conference Proceedings 2432, 030044. – 2022. (SCOPUS).
- [2] Абдукаюмов А., Матуразов И.С. Havo kemalarini masofadan diagnostika qilish tizimini tadqiq qilish / Научный журнал транспортных средств и дорог. – Ташкент, 2022. – №3. – С. 139-145.
- [3] Бедилов О.Т. Хайитов Б.М., Техническое обслуживание и ремонт воздушных судов. Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. (E)ISSN:2181-1784. (2024)
- [4] Eric Bearton. IoT и AI в авиации: снижение простоев и повышение эффективности. <https://www.internationalairportreview.com> (2024)
- [5] Tajinder K. S., Ravi D. M., Ravi D. M., Arvind S., Arvind S., Navdeep S. Интеграция IoT-датчиков, технологий искусственного интеллекта и устройств в гибридной и электрической авиации. Применение искусственного интеллекта в Интернете вещей: сегодняшний и завтрашний мир. Cambridge Scholars Publishing. (2024).
- [6] Munirah M. F., Izamarlina A., Muhammad C. A. Sh., Abdul G. A. S., Puteri N. S. W. Исследование причин и последствий ошибок в коммуникации среди технического персонала. Jurnal Kejuruteraan si6(2):121-126. DOI: 10.17576/jkukm-2023-si6(2)-13. (2023).

Информация об авторах/ Information about the authors

Maturazov Izzat Solievich Tashkent davlat transport universiteti “Aviatsiya transporti muhandisligi fakulteti” dekani, (PhD),
E-mail: maturazov_i@tstu.uz
Tel.: +998712990357
<https://orcid.org/0009-0003-4781-1601>

Sarsenbayev Davitbay Joldasbayevich Tashkent davlat transport universiteti “Aviatsiya injiniringi” kafedrasida doktranti.
E-mail: sarsenbayevdavit@tstu.uz
Tel.: +998906513365
<https://orcid.org/0009-0009-0661-6977>



Maintenance algorithm for GENx-B1 engine

I.S. Maturazov¹^a, Sh.Sh. Shodiyev¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article analyzes the maintenance algorithm for the GENx-B1 engine, focusing on advanced methods for enhancing its efficiency and ensuring optimal performance throughout its operational lifespan. It examines the application of Reliability-Centered Maintenance (RCM), Condition-Based Maintenance (CBM), and Predictive Maintenance (PdM) strategies based on scientific principles, mathematical models, and real-world data. Additionally, the article explores the potential use of artificial intelligence and digital twin technologies for diagnosing engine conditions and predicting failures.

Keywords: maintenance algorithm, RCM, CBM, PdM, engine diagnostics, artificial intelligence, digital twin, reliability, predictive maintenance

GENx-B1 dvigateliga texnik xizmat ko'rsatish algoritmi

Maturazov I.S.¹^a, Shodiyev Sh.Sh.¹^b

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada GENx-B1 dvigateliga texnik xizmat ko'rsatish algoritmi, uning samaradorligini oshirish va xizmat muddati davomida optimal ishlashini ta'minlash uchun ilg'or metodlar tahlil qilinadi. Reliability-Centered Maintenance (RCM), Condition-Based Maintenance (CBM) va Predictive Maintenance (PdM) kabi strategiyalarning ilmiy asoslari, matematik modellar va real ma'lumotlarga asoslangan holda GENx-B1 dvigateliga tatbiq etilishi ko'rib chiqiladi. Shuningdek, dvigatel diagnostikasi va nosozliklarni oldindan bashorat qilishda sun'iy intellekt va raqamli egizak (digital twine) texnologiyasidan foydalanish istiqbollari yoritiladi.

Kalit so'zlar: GENx-B1, texnik xizmat algoritmi, RCM, CBM, PdM, dvigatel diagnostikasi, sun'iy intellekt, raqamli egizak, ishonchlilik, bashoratli texnik xizmat

1. Kirish

Aviatsiya sanoatida ishonchlilik va samaradorlik muhim o'rin tutadi. Zamonaviy aviadvigatellar, jumladan, Boeing 787 samolyotlariga o'rnatilgan GENx-B1 dvigateli yuqori yoqilg'i tejamkorligi va aerodinamik xususiyatlari bilan ajralib turadi. Ushbu dvigatelnig uzluksiz ishlashini ta'minlash va ekspluatatsiya xarajatlarini optimallashtirish uchun ilg'or texnik xizmat ko'rsatish usullari zarur. [1; 2].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu maqolada GENx-B1 dvigateliga texnik xizmat ko'rsatish algoritmini shakllantirish jarayoni tahlil qilinadi. RCM yondashuvi yordamida dvigatel komponentlarining ishonchligini oshirish strategiyalari, CBM asosida real vaqt rejimida monitoring tizimlarini joriy etish va PdM orqali sun'iy intellekt yordami bilan nosozliklarni oldindan aniqlash usullari ko'rib chiqiladi.

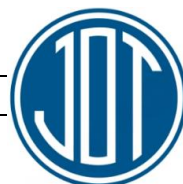
Shuningdek, maqolada texnik xizmat ko'rsatishning an'anaviy usullari va zamonaviy algoritmilarining solishtirilgan tahlili berilib, raqamli egizak va katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash texnologiyalarining dvigatel diagnostikasidagi ahamiyati muhokama qilinadi.

RCM – bu tizimning foydalanuvchi talab qiladigan funksiyalarini maksimal darajada saqlash maqsadida, mos va samarali texnik xizmat ko'rsatish strategiyasini aniqlash uchun ishlab chiqilgan tizimli va ma'lumotga asoslangan yondoshuvdir. Uning asosiy tamoyillari quyidagilardan iborat:

- **Funktsiyaga yo'naltirilganlik:** Har bir uskunaning asosiy funktsiyasi va uning ishlash standarti aniqlanadi. (Masalan, "Qaysi uskunaning vazifasi nima?")
- **Tizimga yo'naltirilganlik:** Faqat individual komponentlardan emas, balki butun tizimning ishonchligiga e'tibor qaratiladi.
- **Riskni boshqarish:** Har bir ehtimoliy nosozlikning oqibatlarini va ehtimolli bahoalanib, uskunaning "qimmatli" yoki "keng tarqalgan" nosozliklari aniqlanadi.
- **Texnik xizmat ko'rsatish strategiyalari:** RCM yondashuvi doirasida profilaktik, oldindan bashoratli (predictive) va reaktiv xizmatlar qo'llaniladi. Agar muayyan nosozlikning oldini olish uchun profilaktik chora topilmasa, u "run-to-failure" (nosozlik yuz berguncha ishlash) shaklida qoldirilishi mumkin.
- **Doimiy yangilanish:** RCM jarayoni tizimning ishlashidan olingan ma'lumotlar asosida muntazam

^a <https://orcid.org/0009-0003-4781-1601>

^b <https://orcid.org/0009-0002-8486-0739>



yangilanib boradi, shuning uchun u “tirik” (living) tizim sifatida qaraladi.

Ushbu yondoshuv aviasiya, harbiy va yadro sanoatida keng qo'llanilgan bo'lib, hozirgi kunda sanoat va energetika sohalarida ham samarali qo'llanilmoqda.[3; 2]

RCM asosida tizim funktsiyalarini saqlash va nosozliklarni oldini olish maqsadida qarorlar qabul qilinadi. Uning matematik asosi quyidagicha ifodalanadi:

Ishonchlilik funksiya va hazard funksiyasi

- **Ishonchlilik funksiya (Reliability Function):** Tizimning vaqt t davomida ishlash ehtimolini ifodalovchi funksiya

$$R(t)P(T > t) = \exp \left(- \int_0^t \lambda(s) ds \right)$$

bu yerda $\lambda(t)$ – hazard (nosozlik) darajasi, T esa tizimning nosozlik vaqti.

- **Hazard funksiya:**

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

bu yerda $f(t)f(t)f(t)$ – nosozlik zichligi (probability density function).

Ushbu funksiya yordamida tizimning nosozlik ehtimollari va vaqtga bog'liq risklarni aniqlash mumkin. RCM jarayonida FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) uslubi yordamida har bir nosozlik holati uchun:

- Nosozlik yuz berish ehtimoli (p_i),
- Har bir holatning oqibatlari (konsekvensiyalar),
- Xarajatlar modeli (masalan, har bir holat uchun $C_{ixarajatlari}$)

qabul qilinadi. Optimal texnik xizmat jadvalini aniqlash uchun esa, kutilayotgan umumiy xarajadni minimallashtirish muammosi shakllanadi:

$$\min E[Xarajat] = \min \sum_i (C_{tx} * I_{tx,i} + C_f * p_i)$$

bu yerda $I_{tx,i}$ – profilaktik texnik xizmat ko'rsatishning bajarilishi indikatori, C_{tx} – texnik xizmat xarajatlari, C_f – nosozlik oqibatidagi xarajatlar.

Qaror daraxti va FMEA

RCM jarayoni SAE JA1011 standartiga binoan quyidagi 7 asosiy savol asosida tashkil etiladi:

1. Uskuna nima qilishi kerak va uning ish standartlari qanday?
2. U qanday holatda nosozlikka uchrashi mumkin?
3. Har bir nosozlikning sabablari qanday?
4. Har bir nosozlik yuz berayotganda tizimda nima sodir bo'ladi?
5. Har bir nosozlik oqibati qanday muhimlikka ega?
6. Nosozlikni oldini olish uchun qanday tizimli chora-tadbirlar qo'llanishi mumkin?
7. Agar mos profilaktik chora topilmasa, nima qilish kerak?

Ushbu savollar asosida FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) tuziladi, bu esa uskunaning har bir qismining matematik va statistik xususiyatlarini (ehtimollik, oqibatlar, xarajatlar) aniqlashga yordam beradi.

Condition-Based Maintenance (CBM)

CBM uslubi uskunaning haqiqiy holatini monitoring qilishga asoslangan. Bu yondoshuvda:

- **Real vaqt monitoringi:** Uskunalar har xil sensorlar yordamida (masalan, vibratsiya, harorat, bosim) doimiy kuzatib boriladi.
- **Ma'lumotlar tahlili:** Sensorlardan olingan ma'lumotlar analiz qilinadi va belgilangan parametrlar doirasidan chetga chiqish aniqlansa, nosozlik belgisi sifatida qabul qilinadi.
- **Xarajatlarni optimallashtirish:** Texnik xizmatlar faqat uskunaning holati yomonlashganda amalga oshiriladi, bu esa keraksiz xizmatlarni kamaytiradi va resurslarni tejaydi.
- **Shartlarga asoslangan chora-tadbirlar:** Har bir uskunaning sog'lom holati va nosozlik belgilari asosida qarorlar qabul qilinadi.

CBM yondoshuvi ko'plab sanoat sohalarida, xususan, energetika, avtomobil sanoati va ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

CBM uslubi uskunaning haqiqiy holatini sensorlar orqali kuzatish va olingan ma'lumot asosida texnik xizmatlarni rejalashtirishga qaratilgan. Matematik jihatdan bu jarayonni quyidagicha ifodalash mumkin:

Degradatsiya modeli

Ko'plab CBM modellarida uskunaning degradatsiyasi stokastik jarayon sifatida modellashiriladi. Masalan, liniy degradatsiya modeli quyidagicha bo'lishi mumkin:

$$X(t) = X(0) + \mu t + \delta W(t)$$

bu yerda:

- $X(t)$ – uskunaning degradatsiya indeksi (holat indeksi)
- μ – o'rtacha degradatsiya tezligi
- σ – dispersiya koeffitsienti
- $W(t)$ – standart Wiener jarayoni (Brownian motion)

Uskuna belgilangan threshold X_{th} ga yetganda, nosozlik yuz berishi taxmin qilinadi. Birinchi o'tish vaqti T – bu thresholdni birinchi marta kesib o'tish vaqti bo'lib, uning taqsimoti (first-passage time distribution) orqali RUL (Remaining Useful Life) aniqlanadi.[5; 6]

Signal ishlov berish va filtratsiya

Sensorlardan olingan shovqinli ma'lumotlar uchun Fourier transformatsiyasi, wavelet transformatsiyasi yoki Kalman filtrlari kabi metodlar qo'llaniladi. Masalan, Kalman filter yordamida uskunaning haqiqiy holatini (state estimation) quyidagi holat tenglamalari yordamida aniqlash mumkin:

Holat tenglamasi:

$$x_{k+1} = Ax_k + Bu_k + w_k$$

O'lchov tenglamasi:

$$y_k = Hx_k + v_k$$

bu yerda:

- x_k – holat vektori
- u_k – boshqaruv vektori
- w_k – jarayon shovqini (qayta ko'rsatilishi mumkin bo'lgan, odatda normal taqsimlangan)
- y_k – o'lchovlar
- v_k – o'lchov shovqini
- A, B, H – mos keluvchi matrisa parametrlari

Ushbu modellar yordamida CBM tizimi real vaqt rejimida uskunaning holatini kuzatib, belgilangan chegara (threshold) asosida signalni chiqaradi va profilaktik chora-tadbirlarni chaqiradi.



Predictive Maintenance (PdM)

PdM – bu uskunaning holatini va uning nosozlik xavfini bashorat qilishga qaratilgan yondoshuv bo'lib, quyidagi asosiy jihatlarga ega:

- **Ma'lumot asosida bashorat:** Uskunalar holatini kuzatish uchun sensorlar va tarixiy ma'lumotlar asosida, nosozlik yuz berish vaqtini (Remaining Useful Life – RUL) aniqlashga qaratilgan modellar qo'llaniladi.
- **Sun'iy intellekt va mashina o'rganishi:** Ko'plab hollarda, nosozliklarni bashorat qilish uchun mashina o'rganish algoritmlari (data-driven) va chuqur o'rganish (deep learning) modellaridan foydalaniladi.
- **Rejalashtirilgan texnik xizmat:** Bashorat natijalari asosida texnik xizmatlar rejalashtiriladi va nosozlik yuz berishidan oldin chora ko'riladi.
- **Kutilayotgan qo'shimcha afzalliklar:** Uskunalar ishlash muddatini uzaytirish, rejalashtirilmagan to'xtashlarni kamaytirish va xarajatlarni optimallashtirish maqsadida qo'llaniladi.

PdM uslubi sanoat 4.0 doirasida, IoT sensorlar, bulut hisoblash va katta ma'lumotlar (big data) texnologiyalari bilan mustahkamlangan.

PdM uslubi, CBM asosidagi ma'lumotlar va fizikaviy modellarni qo'shib, uskunaning kelajakdagi holatini bashorat qilishga qaratilgan. Bu yerda ikkita asosiy yondoshuv mavjud:

Fizika asosidagi (physics-based) modellar

Masalan, metallarning yorilish (fatigue) jarayonini modellashtirish uchun Paris–Erdogan modeli keng qo'llaniladi:

$$\frac{da}{dn} = C(\Delta K)^m$$

bu yerda:

- a – yaralanish uzunligi
- N – sikl soni
- ΔK – stress intensivligi o'zgarishi
- C va m – materialga xos konstantalar

Bu tenglama integratsiya qilinib, uskunaning qolgani foydali hayotini (RUL) bashorat qilishda qo'llaniladi.

Data-driven (ma'lumotga asoslangan) va gibril yondoshuvlar

Zamonaviy PdM algoritmlari sensor ma'lumotlari asosida mashina o'rganish (ML) va chuqur o'rganish (DL) modellarini qo'llaydi. Masalan, RUL bashorati uchun LSTM (Long Short-Term Memory) neyron tarmoqlari keng tarqalgan. Ushbu modellar vaqt qatoridagi ma'lumotlarni o'rganib, uskunaning kelgusidagi holatini bashorat qiladi.

Bundan tashqari, probabilistik yondoshuvlar ham qo'llaniladi. Masalan, Bayesian inferensiya yordamida RUL bashoratining ishonchlik intervallari aniqlash mumkin.

Markov va yarim-Markov modellar

Deterioratsiya jarayonini diskret holatlarda modellashtirish uchun Markov zanjir modellari qo'llaniladi. Agar tizim n ta holatga ega bo'lsa, holat o'tish ehtimollari $P=[p_{ij}]$ $P=[p_{ij}]$ matritsasi yordamida ifodalanadi. Agar vaqt davomida holatlar o'zgarishi qo'shimcha vaqt (so'nggi vaqt taqsimoti) bilan baholansa, yarim-Markov modellar qo'llaniladi.[1; 2]

Digital Twin Nima?

Digital Twin — bu fizik tizimning virtual nusxasi bo'lib, tizimning holatini va ishlashini real vaqt rejimida ko'rsatadi. Bu modelning maqsadi, tizimning ishlashini optimallashtirish va nosozliklarni oldindan bashorat qilish orqali texnik xizmatlarni samarali rejalashtirishdir.

GENx-1B dvigatelining har bir komponenti (masalan, turbinlar, kompressorlar, yoqilg'i tizimlari) sensorlar bilan jihozlangan. Bu sensorlar dvigatelning haroratini, bosimini, aylanish tezligini va boshqa muhim parametrlarni o'lchaydi. Real vaqtda yig'ilgan ma'lumotlar digital twin modeliga uzatiladi.

Virtual Modelning Yaratilishi

GENx-1B dvigatelining har bir fizikal komponenti uchun uning virtual modelini yaratish kerak. Bu model tizimning har bir qismi (masalan, turbinlar, kompressorlar, yoritish tizimi, havo oqimi) haqida to'liq ma'lumotni o'z ichiga oladi.

Virtual modelning vazifalari:

- Tizimning har bir komponentining ishlashini simulyatsiya qilish.
- Dvigatelning ishlash holatini real vaqt rejimida kuzatish.
- Nosozliklarni aniqlash va ularni oldindan bashorat qilish.
- Yig'ilgan ma'lumotlarni tahlil qilish va texnik xizmatni optimallashtirish.

Nosozliklarni Oldindan Bashorat Qilish (Predictive Maintenance)

Digital Twin, GENx-1B dvigatelining ishlashini boshqarish uchun keyingi qadamni rejalashtiradi — **Predictive Maintenance (PdM)**. PdM tizimi yordamida dvigatelning ishlash jarayonlari va nosozlik ehtimolliklari bashorat qilinadi. [4; 6]

PdM algoritmlarini qo'llash:

- Digital Twin tizimi real vaqt ma'lumotlarini yig'ish va ularni analitik modellarga kiritish orqali nosozliklar ehtimollikini bashorat qiladi.
- Masalan, kompressordagi noaniqlik yoki turbinning ishdan chiqish ehtimoli ko'rsatiladi, shunda texnik xizmat ko'rsatuvchilar oldindan xizmat ko'rsatish uchun zaruriy choralarni ko'radilar.
- Nosozliklar aniqlanganda, ularning joyi va qanchalik jiddiyligini aniqlashga yordam beradi.

Xizmat Ko'rsatish va Texnik Yordam

Digital Twin texnologiyasi dvigatelning har bir komponenti haqida tahlil va prognozlarni taqdim etadi. Bu prognozlarni texnik xizmat ko'rsatuvchilarga aniq tavsiyalar beradi.

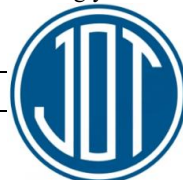
Texnik xizmatning samaradorligini oshirish:

- Dvigatelning o'zgarishlarga nisbatan tezkor reaksiyasi va nosozliklar paydo bo'lishini kutmasdan, zarur bo'lgan texnik xizmatni amalga oshirish.
- Dvigatelning qaysi komponentlarida xizmat ko'rsatilishi kerakligini aniq belgilash.

Texnik xizmat uchun zaruriy vaqtdan foydalanish va resurslarni samarali taqsimlash.[9; 6]

3. Xulosa

GENx-B1 dvigateliga texnik xizmat ko'rsatishning optimal algoritmi RCM (Reliability-Centered Maintenance), CBM (Condition-Based Maintenance) va PdM (Predictive Maintenance) yondashuvlarining kombinatsiyasidan iborat bo'lib, bu metodlarning integratsiyasi dvigatelning ekspluatatsion samaradorligini sezilarli darajada oshirishga xizmat qiladi. Raqamli egizak (Digital Twin) texnologiyasi



va sun'iy intellekt algoritmlaridan foydalanish texnik xizmat ko'rsatish jarayonlarini yanada aniq va samarali boshqarishga, real vaqt rejimida diagnostika va prognozlash imkoniyatlarini kengaytirishga yordam beradi. Bu esa dvigatel komponentlarining ishdan chiqish ehtimolini pasaytirish, ekspluatatsiya jarayonlarida uzluksizlikni ta'minlash hamda texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini optimallashtirish imkonini beradi. Ushbu maqolada taklif etilgan matematik modellar va innovatsion texnologik yechimlar GEnx-B1 dvigatelining ishonchligini oshirish, xizmat muddati davomida samaradorlikni saqlash va aviatsiya ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishga sezilarli hissa qo'shadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Gartner, Inc. (2020). Predictive Maintenance and Advanced Analytics: Leveraging Digital Twins for Future-Ready Maintenance. Gartner Research.
- [2] Moubray, J. (1997). Reliability-Centered Maintenance (RCM): Implementation Made Simple. Industrial Press.
- [3] Mobley, R. K. (2002). An Introduction to Predictive Maintenance. Elsevier.
- [4] Grieves, M. (2014). Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. McKinsey & Company.

[5] Zhao, R., & Xie, S. (2019). "A Survey on Digital Twin for Aircraft Engines: Concepts, Applications, and Challenges." IEEE Access.

[6] Snee, R. D. (2011). Understanding and Applying Advanced Analytics in Maintenance. John Wiley & Sons.

[7] Shivakumar, S., & Rao, P. S. (2015). "Predictive Maintenance: Integration with Digital Twin for Aviation." Journal of Aerospace Engineering.

[8] Wang, T., & Zhang, C. (2020). "Condition-Based Maintenance and its Future in Aviation: A Review." Journal of Aircraft Maintenance and Engineering.

[9] Liu, H., & Li, W. (2021). "A Framework for Digital Twin-Based Predictive Maintenance in Aerospace." Aerospace Science and Technology.

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

Maturazov Izzat Solievich	Toshkent davlat transport universiteti "Aviatsiya transporti muhandisligi fakulteti" dekani, (PhD), E-mail: maturazov_i@tstu.uz Tel.: +998712990357 https://orcid.org/0009-0003-4781-1601
Shodiyev Shahzod Shuhrat o'g'li	Toshkent davlat transport universiteti "Aviatsiya transporti muhandisligi" fakulteti talabasi. shahzodshodiyev1@gmail.com Tel.: +998991551365 https://orcid.org/0009-0002-8486-0739



Influence of the ISO 7101-2023 standard on the medical system

B.M. Komilov¹^a, Z.B. Juraev¹^b, Kh.U. Vasiyev¹^c

¹Andijan state technical institute, Andijan, Uzbekistan

Abstract: The ISO 7101-2023 standard is a new regulatory document adopted globally to improve quality, safety, and efficiency in healthcare systems. This article analyzes the changes that will occur as a result of the implementation of ISO 7101-2023 in the field of medicine, in particular, the integration of digital technologies (AI, telemedicine), patient data management systems, safety and quality control criteria. The integration of ISO 7101:2023 with previously widely used international standards, such as ISO 9001, ISO 13485 and others, and its role in controlling system control in integrated health and safety control are undergoing in-depth analysis. In this process, special attention is paid to ensuring legal and regulatory requirements in clinical practice, the stability and provision of patient needs, as well as the provision of modern innovative technologies and quality management. In addition, the article provides for the updating of new software in the updated healthcare system of the ISO 71011: ISO 22023 standard, updates, disease control, ensuring the openness of clinical processes, ensuring safety, disease recovery, health improvement. As the author, based on this standard, healthcare problems arise, for which existing and future problems are also analyzed. The article substantiates that the ISO 7101:2023 standard is a new stage in supporting quality management, correction, and innovative development of the medical system.

Keywords: ISO 7101-2023, medical system, digital transformation, patient-centered approach, quality management, safety, artificial intelligence, telemedicine, regulatory compliance

ISO 7101-2023 standartining tibbiyot tizimiga ta'siri

Komilov B.M.¹^a, Jorayev Z.B.¹^b, Vasiyev X.U.¹^c

¹Andijon davlat texnika instituti, Andijon, O'zbekiston

Annotatsiya: ISO 7101-2023 standarti sog'liqni saqlash tizimlarida sifat, xavfsizlik va samaradorlikni oshirish uchun global miqyosda qabul qilingan yangi me'yoriy hujjatdir. Ushbu maqolada ISO 7101-2023 ning tibbiyot sohasiga joriy etilishi natijasida yuzaga keladigan o'zgarishlar, xususan, raqamli texnologiyalar (AI, teletibbiyot) integratsiyasi, bemorlar ma'lumotlarini boshqarish tizimlari, xavfsizlik va sifat nazorati mezonlari tahlil qilinadi. ISO 7101:2023 ning oldingi jahon miqyosida keng qo'llanilib kelinayotgan ISO 9001, ISO 13485 va boshqa xalqaro standartlar bilan o' integratsiyalashuvi, tekshiruv uyg'unlashtirilgan holda sog' xavfsizlik nazoratida tizim nazoratini nazorat qilishdagi roli chuqur tahlil ostida. Bu jarayonda klinik amaliyotda huquqiy va talablarning ta'minlanishi, bemorning ehtiyojlarini barqarorligi, ta'minlanishi hamda zamonaviy innovatsion texnologiyalarning ta'minlanishi va sifat menejmentiga alohida e'tibor qaratiladi. Bundan tashqari, moddada ISO 71011: ISO 22023 standartining yangilangan sog'liqni saqlash tizimida yangi dasturiy ta'minotlarni yangilash, yangilanishlar, kasalliklarni nazorat qilish, klinik jarayonlarning ochiqligini ta'minlash, xavfsizlikni ta'minlash, kasalliklarni qayta tiklash, sog'lomlashtirish. Muallif sifatida, ushbu standart asosida sog'liqni saqlash muammolari yuzaga keladi, ular uchun mavjud va kelajakdagi muammolarni ham tahlil qiladi. Maqola bo'yicha ISO 7101:2023 standartining tibbiyot tizimi sifat menejmenti, tuzatishni va innovatsion taraqqiyotni qo'llab-quvvatlashdagi yangi bosqich hisoblanishi asoslanadi.

Kalit so'zlar: ISO 7101-2023, tibbiyot tizimi, raqamli transformatsiya, bemorga yo'naltirilgan yondashuv, sifatli boshqaruv, xavfsizlik, Suniy intellekt, teletibbiyot, me'yoriy muvofiqlik

1. Kirish

Zamonaviy tibbiyot tizimlari qarama-qarshi talablar – yuqori sifatli bemor parvarishi, ma'lumotlar xavfsizligi, arzonlik va innovatsion texnologiyalarning tez rivoji – oldida qiyin vaziyatga duch kelmoqda. Bunga yechim

sifatida **ISO 7101:2023** xalqaro standarti joriy etilmoqda, u sog'liqni saqlash muassasalariga tizimli yondashuv, raqamli transformatsiya va bemorlarga yo'naltirilgan xizmat ko'rsatish mexanizmlarini takomillashtirish imkoniyatini beradi.

Tibbiyot tizimida ISO 7101-2023 joriy etilishi sog'liqni saqlash ko'rsatish sohasini tubdan o'zgartirish, bemorlar ma'lumotlarini boshqarish, tibbiy muolajalarni bajarish va

^a <https://orcid.org/0009-0004-4444-4815>

^b <https://orcid.org/0009-0008-5141-9916>

^c <https://orcid.org/0000-0001-6329-0082>



bemorlarning umumiy natijalarini optimallashtirish usullarini tubdan o'zgartirish imkoniyatiga ega.

Yangi standart rahbariyatga o'z tibbiy tashkilotlarini boshqarish sifatini oshirishga va tibbiy faoliyat sifati va xavfsizligi sohasida yaxshiroq natijalarga erishishga yanada ko'proq yordam berishi mumkin.

Har qanday darajadagi rahbarlar, ayniqsa boshqaruvchilar uchun ISO 7101 ISO 9001 bilan birgalikda boshqaruv kompetensiyalarini rivojlantirish uchun asos bo'lib xizmat qilishi, boshqaruvga tizimli yondashuvni qo'llash ko'nikmalarini rivojlantirishga yordam berishi, jamoadan qo'yilgan maqsad va vazifalarni yaxshiroq bajarishga erishishi, demak, egallab turgan mavqecini mustahkamlash va xizmat pog'onasidan ko'tarilish imkoniyatini oshirishi mumkin.

Tibbiyot sanoati uzoq vaqtdan beri turli xil sog'liqni saqlash sharoitlarida barqaror sifat, bemorlar xavfsizligi va me'yoriy talablarga muvofiqlikni ta'minlash muammolari bilan shug'ullanib kelmoqda. ISO 7101-2023 joriy etilishi ushbu dolzarb muammolarni hal etishga qaratilgan bo'lib, tibbiy tizimlarni raqamlashtirish va ilg'or axborot texnologiyalarini joriy etish uchun keng qamrovli asos yaratadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Yaqinda o'tkazilgan tadqiqotga ko'ra, tibbiy dasturiy ta'minotni ishlab chiqish va texnik xizmat ko'rsatish uchun mavjud CMMI asosidagi Sifatni boshqarish tizimiga ISO 13485 va FDA CFR 820 elementlarini joriy etish sezilarli foyda keltirdi [1]. Bularga tizim xavfsizligi, ishonchligi va arzonligini oshirish, shuningdek, qadriyatlariga asoslangan sog'liqni saqlash xizmatlarini uzluksiz integratsiya qilish orqali bemorlar tajribasini yaxshilash kiradi.

Tibbiyot tizimida ISO 7101-2023 qabul qilinishi ushbu yutuqlarni yanada kengaytirishi, yanada aqlli va ma'lumotlarga asoslangan sog'liqni saqlash ekotizimini yaratishi mumkin. Standartning keng qamrovlilik, xavfsizlik va ishonchlikka yo'naltirilganligi tibbiy axborot texnologiyalarini alohida sog'liqni saqlash tashkilotlarining o'ziga xos ehtiyojlari va raqamlashtirish yetukligiga moslashtirish imkoniyatini ta'minlaydi, bu esa yanada integratsiyalashgan va bemorga yo'naltirilgan parvarishlash modeliga silliq va samarali o'tish imkonini beradi [2]. Sog'liqni saqlash tizimi bemorga yo'naltirilgan, qiymatga asoslangan va muvofiqlashtirilgan yondashuvlardan foydalangan holda xizmat ko'rsatish mexanizmlarini o'zgartirish orqali ajoyib o'zgarishga guvoh bo'ldi [3].

Elektron sog'liqni saqlash, teletibbiyot va robototexnika kabi texnologik innovatsiyalarni o'zlashtirish orqali sog'liqni saqlash provayderlari bemorlarga xizmat ko'rsatishni yaxshilashi, natijalarni yaxshilashi va sog'liqni saqlash faoliyatida yuqori samaradorlikka erishishi mumkin. Teletibbiyot yechimlari, xususan, sog'liqni saqlash xarajatlarini kamaytirish, kutish vaqtini qisqartirish va yuzma-yuz maslahatlashuvlar bilan bog'liq ifloslanish xavfini kamaytirish uchun istiqbolli yo'lni taklif etadi [4]. ISO 7101-2023 sertifikatini tibbiy asbob-uskunalar ishlab chiqaruvchilari uchun standart bo'lib, ularning sifat va me'yoriy talablarga sodiqligini ko'rsatadi.

ISO 7101-2023 turli tibbiy jihozlar va sog'liqni saqlash IT tizimlari o'rtasida uzluksiz aloqa va ma'lumotlar almashinuvini ta'minlash, o'zaro hamkorlikni rivojlantirish va bemorlarga g'amxo'rlik qilishda yanada yaxlit

yondashuvni rag'batlantirishda muhim rol o'ynaydi. Shuningdek, u tibbiy qurilmalar tomonidan yaratilgan ma'lumotlarning aniqligi, ishonchligi va xavfsizligini ta'minlashga, xatolar xavfini minimallashtirishga va bemorlarning shaxsiy hayotini himoya qilishga yordam beradi. Standart xavflarni boshqarish, foydalanish muhandisligi va dasturiy ta'minotni tasdiqlash kabi jihatlarini qamrab olgan tibbiy asbob-uskunalarini loyihalash, ishlab chiqish va texnik xizmat ko'rsatish bo'yicha ko'rsatmalar to'plamini taqdim etadi.

Sog'liqni saqlashda sun'iy intellektni qo'llashning axloqiy tamoyillari, shuningdek, ishlab chiquvchilar, foydalanuvchilar va tartibga soluvchi organlarga tibbiyot tizimini rivojlantirishni takomillashtirish bo'yicha ko'rsatmalar beradi [5]. Shaffof, hisobdor va adolatli sun'iy intellekt tizimlarini rivojlantirishga ustuvor ahamiyat berish ishonchni mustahkamlash hamda bemorlarning qadr-qimmatini va huquqlarini himoya qilish uchun juda muhimdir [6].

Sun'iy intellekt algoritmlariga kiritilgan potentsial noto'g'ri qarashlarni yumshatish turli xil bemorlar populyatsiyasida adolatli foydalanish va natijalarni ta'minlash uchun muhim ahamiyatga ega bo'lib, shu sababli sog'liqni saqlashdagi tafovutlarning davom etishiga yo'l qo'ymaslik va inklyuziv sog'liqni saqlash amaliyotlarini targ'ib qilish uchun qat'iy tasdiqlash va doimiy monitoringni talab qiladi [7]. Sun'iy intellekt texnologiyalarini sog'liqni saqlash xizmatlariga joriy etish ham o'z vaqtida, ham muhim ahamiyatga ega, ayniqsa sog'liqni saqlash xizmatlari tez sur'atlar bilan kengayib, masofaviy va mobil yetkazib berish usullarini o'z ichiga olmoqda [8].

Sog'liqni saqlash tizimlari sun'iy intellekt integratsiyasining murakkabliklarini boshdan kechirayotgan bir paytda, noto'g'ri qarashlarni bartaraf etish, shaffoflikni ta'minlash va axloqiy mulohazalarga ustuvor ahamiyat berish bo'yicha birgalikdagi sa'y-harakatlar bemorlarga yordam ko'rsatishni yaxshilash, sog'liqni saqlash samaradorligini oshirish va sog'liqni saqlash tengligini rag'batlantirishda sun'iy intellektning to'liq imkoniyatlarini ro'yobga chiqarish uchun muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

ISO 7101-2023 standartiga muvofiqlik xavflarni keng miqyosda boshqarishni talab qiladi.

ISO 7101-2023 ni joriy etish tibbiy asbob-uskunalar va tizimlarni ishlab chiqish, joylashtirish va texnik xizmat ko'rsatishda paradigmalarning o'zgarishini nazarda tutadi.

Sun'iy intellektni sog'liqni saqlash tizimlariga joriy etish axloqiy mulohazalar, huquqiy asoslar va me'yoriy hujjatlarga rioya qilishni o'z ichiga olgan ko'p qirrali muammolarni keltirib chiqaradi, bu esa mas'uliyatli innovatsiyalar va joriy etishni kafolatlash uchun puxta va sinchkovlik bilan o'rganishni talab etadi [5]. Sog'liqni saqlashda ko'plab sun'iy intellekt vositalari va ilovalari uchun me'yoriy tasdiqlarning yo'qligi axloqiy va me'yoriy muammolarni keltirib chiqarmoqda [5].

Ma'lumotlar maxfiyligi, algoritmik xatolar va kutilmagan oqibatlar bilan bog'liq muammolarni hal qilish xavflarni kamaytirish va sog'liqni saqlash sohasida sun'iy intellektidan mas'uliyatli foydalanishni ta'minlash uchun juda muhimdir [9].

ISO 7101:2023 tuzilmasi Xalqaro standartlashtirish tashkilotining (ISO) yuqori darajadagi menejment tizimlari standartlari tuzilmasiga asoslangan bo'lib, bu uni boshqa menejment tizimlari standartlari, masalan, tibbiyot tashkilotlari uchun dolzarb bo'lgan ISO 9001:2015, ISO



22000:2018, ISO 45001:2018, ISO 27001:2022 va boshqalar bilan birgalikda qo'llashni qulaylashtiradi.

ISO 7101:2023 ning asosini ISO 9001:2015 standartining mazmuni tashkil etadi, aslida yangi standart ISO 9001 talablarini kengaytiradi va ularni sog'liqni saqlash tashkilotlarining o'ziga xos xususiyatlariga nisbatan aniqlashtiradi.

Masalan, ISO 7101 da bemorlar va ularning vakillarini davolash jarayoniga jalb qilish masalalariga katta e'tibor qaratilgan.

Yetakchilik tushunchasi aslida tibbiyot tashkiloti xodimlariga nisbatan yetakchilikdan bemorlar va jamiyatga nisbatan yetakchilikka qadar kengayadi, shunda tibbiyot muassasasi rahbariyati va xodimlari bemorlar va fuqarolarni o'z sog'lig'iga g'amxo'rlik qilishga jalb qilish uchun barcha imkoniyatlarni ishga soladilar.

Shuningdek, turli xarakterdagi yangi standartda ularga tayyorgarlikka bag'ishlangan ISO 7101 ning 8.2.1 bo'limi paydo bo'ldi. Bu sog'liqni saqlash muassasalarining eng qiyin sharoitlarda ham tibbiy yordam ko'rsatish qobiliyatini saqlab qolish zarurati bilan bog'liq.

Yangi standart nafaqat bemorlarga, balki xodimlarga ham g'amxo'rlik qilishga e'tibor qaratadi. Masalan, ISO 7101 ga xodimlarning nafaqat jismoniy, balki psixologik xavfsizligi, tashkilotda qulay mikroiklim yaratish haqida g'amxo'rlik qilishni nazarda tutuvchi 8.10.6 "Xodimlar farovonligi" bo'limi kiritilgan. Standartda ushbu sohada yaxshilanish rejalari mavjudligi to'g'ridan-to'g'ri talab qilinadi.

ISO 7101 da xavflarni boshqarishga, shu jumladan ularni hujjatlashtirishga qo'yiladigan talablar ISO 9001 ga nisbatan qat'iyroq bo'lib qoldi, bu sog'liqni saqlashda xavf-xatarga yo'naltirilgan yondashuvni rivojlantirishga qaratilgan tendensiyalarni hisobga olgan holda tasodifiy emas.

Shuni ham ta'kidlash joizki, sifat menejmenti tizimining sikliga asoslangan modeli ham o'zgarishlarga uchradi.

3. Natijalar

Natijalar ISO 7101:2023 ni joriy etish sog'liqni saqlash tizimlariga bir qator ijobiy o'zgarishlar keltirib chiqaradi. Bemorlar qoniqishi oshadi, bu esa shaffof va ishtirokchilarga asoslangan davolash usullari orqali amalga oshiriladi. Xavfsizlik va sifat nazorati yaxshilanadi, chunki xatolarni oldini olish va ma'lumotlar himoyasi tizimlarining mustahkamlanishi nazoratni kuchaytiradi. Xodimlar samaradorligi psixologik qollab-quvvatlash va kasbiy rivojlanish imkoniyatlari orqali sezilarli darajada oshadi. Innovatsion texnologiyalar, jumladan, sun'iy intellekt (AI), teletibbiyot va ma'lumotlar tahlilidan foydalanish orqali xizmat sifatini oshirishga hissa qo'shadi. Biroq, standartni to'liq amalga oshirishda bir qator to'siqlar mavjud. Moliyaviy resurslar yangi texnologiyalar va infratuzilmani joriy etish uchun zarur. Malakali kadrlar yetishmasligi xodimlarni qayta tayyorlash zaruratini tug'diradi. Shuningdek, ma'lumotlar xavfsizligi kiberxavflarga qarshi himoya tizimlarini mustahkamlashni talab qiladi. ISO 7101:2023 ning asosiy ustun tomoni sog'liqni saqlash tizimlarini tizimli va strategik boshqarishga qaratilganligidir. Biroq, uning samaradorligi rahbariyatning qat'iyyatiga bog'liq bo'lib, standart talablarini amalga oshirish uchun yuqori darajadagi qo'llab-quvvatlash zarur. Resurslar taqsimoti, ya'ni moliya, texnologiya va inson kapitalini

optimal boshqarish, ham muhim ahamiyatga ega. Doimiy yaxshilanish monitoring va audit orqali tizimni takomillashtirishga yordam beradi. Kelajakda ISO 7101:2023 ni turli mintaqalarda qo'llash natijalarini solishtirishni tahlil qilish, shuningdek, sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar (big data) kabi texnologiyalar bilan integratsiyasini o'rganish juda muhimdir

4. Xulosa

ISO 7101-2023 standarti tibbiyot sohasida sifatli boshqaruv, xavfsizlik va innovatsion yechimlarni joriy etish bo'yicha muhim qadam hisoblanadi. Ushbu standart nafaqat sog'liqni saqlash tizimlarining samaradorligini oshirish, balki bemorlarga yo'naltirilgan yondashuv, raqamli transformatsiya va xodimlar farovonligini ta'minlash kabi yangi me'yorlarni ham o'z ichiga oladi.

Biroq, standartni to'liq amalga oshirish uchun sog'liqni saqlash tizimlariga qo'shimcha investitsiyalar, xodimlarning malakasini oshirish va texnologik infratuzilmani rivojlantirish talab etiladi. Kelajakda ISO 7101-2023 ning amaliy qo'llanilishi bo'yicha tadqiqotlar olib borilishi, shuningdek, uning turli mintaqalar va tibbiy muassasalarda samaradorligini baholash muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Xulosa qilib aytganda, ISO 7101-2023 global miqyosda sog'liqni saqlash tizimlarini yanada shaffof, samarali va bemorlarga yo'naltirilgan qilishga yordam beradigan qimmatli me'yoriy hujjatdir. Uning muvaffaqiyatli joriy etilishi sog'liqni saqlash sohasidagi barqaror rivojlanishni ta'minlashda hal qiluvchi rol o'ynashi mumkin.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Medical software: a regulatory process framework. Author: Ajit Ashok Shenvi. ISEC '10: Proceedings of the 3rd India software engineering conference Pages 119 – 124 <https://doi.org/10.1145/1730874.1730897>

[2] Digital transformation in healthcare – architectures of present and future information technologies. Clin Chem Lab Med 2019; 57(3): 328–335. <https://doi.org/10.1515/cclm-2018-0658> Received June 23, 2018; accepted November 28, 2018; previously published online December 11, 2018

[3] Improving healthcare quality by unifying the American electronic medical report system: time for change. Roopa Kumari & Subhash Chander. The Egyptian Heart Journal volume 76, Article number: 32 (2024)

[4] Digital transformation of healthcare during the COVID-19 pandemic: Patients' teleconsultation acceptance and trusting beliefs. Patricia Baudier Galina Kondrateva b, Chantal Ammi, Victor Chang, Francesco Schiavone. Texnologiya 120-jild, 2023 yil fevral, 102547 <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102547>

[5] Ethical and regulatory challenges of AI technologies in healthcare: A narrative review. Ciro Mennella, Umberto Maniscalco *, Giuseppe De Pietro, Massimo Esposito. Heliyon. journal homepage: www.cell.com/heliyon.

[6] Transforming Healthcare with AI: Promises, Pitfalls, and Pathways Forward. Authors Shuaib A. Journals » International Journal of General Medicine. 1 May 2024



Volume 2024:17 Pages 1765—1771. DOI
<https://doi.org/10.2147/IJGM.S449598>.

[7] Artificial intelligence in healthcare. Kun-Hsing Yu, Andrew L. Beam¹ and Isaac S. Kohane. Nature Biomedical Engineering | VOL 2 | OCTOBER 2018 | 719–731 | www.nature.com/natbiomedeng.
doi.org/10.1038/s41551-018-0305-z

[8] Global Regulatory Frameworks for the Use of Artificial Intelligence (AI) in the Healthcare Services Sector. Kavitha Palaniappan *, Elaine Yan Ting Lin and Silke Vogel. Healthcare 2024, 12, 562.
<https://doi.org/10.3390/healthcare12050562>.

[9] Abujaber, Ahmad A, и Abdulqadir J Nashwan. 2024. «Ethical framework for artificial intelligence in healthcare research: A path to integrity». World Journal of Methodology 14(3). doi:10.5662/wjm.v14.i3.94071.
<https://www.wjgnet.com/2222-0682/full/v14/i3/94071.htm>

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

Komilov Bekzodbek Maxmudjon o‘g‘li/ Komilov Bekzodbek Makhmudzhon ugli	Andijon davlat texnika instituti “Metrologiya va yengil sanoat” kafedrası assistenti E-mail: bekzodbekkomilov94@gmail.com Tel.: +998995176822 https://orcid.org/0009-0002-9753-7308
Jo‘rayev Zafar Botirovich/ Juraev Zafar Botirovich	Andijon davlat texnika instituti “Metrologiya va yengil sanoat” kafedrası professori. t.f.n., professor E-mail: zbjuraev@gmail.com Tel.: +998934424230 https://orcid.org/0009-0008-5141-9916
Vasiyev Xayrullo Ulugbekovich/ Vasiyev Xayrullo Ulugbekovich	Andijon davlat texnika instituti “Metrologiya va yengil sanoat” kafedrası katta o‘qituvchisi, t.f.f.d E-mail: auhf@mail.ru Tel.: +998936326717 https://orcid.org/0000-0001-6329-0082



Modeling of automatic control of routes on the train dispatcher plot

S.T. Boltayev¹^a, O.O. Muhiddinov¹^b, S.I. Valiyev¹^c, I.A. Kodirov¹^d

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

This scientific article considers the methods of automatic preparation of routes at the train dispatcher's station. Currently, on the sections where trains are moving, using the high qualification of the train dispatcher and his experience in solving this problem, train routes are prepared at the stations by calculating the train schedule, that is, determining the crossing and overtaking stations. This process is modeled using a Petri net.

The process of creating routes is modeled by checking the conditions for stopping trains at the stations where they are moving. When preparing the route, the state of signaling, centralization and blocking devices, and the preparation times of train routes are taken into account. Based on the results of the calculation, the train is allowed or prohibited to leave the station. In order to send a train from the station, there should be no obstacles on the arrival of the train at the receiving station.

Keywords:

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

Poyezd dispatcher uchastkasida marshrutlarni avtomatik boshqarishni modellashtirish

Boltayev S.T.¹^a, Muhiddinov O.O.¹^b, Valiyev S.I.¹^c, Qodirov I.A.¹^d

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Bu ilmiy maqolada poyezd dispatcher uchastkasida marshrutlarni avtomatik tayyorlash uslubiyatlari ko'rib chiqilgan. Hozirgi kunda poyezdlar harakatlanayotgan uchastkalardagi, ushbu muammoni hal qilishda poyezd dispatcher yuqori malakasi hamda, o'zining tajribasidan foydalangan holda, poyezdlar harakati jadvalini, ya'ni kesishirish va quvib o'tish stansiyalarini aniqlashni hisoblash usuli orqali, stansiyalarda poyezdlar uchun marshrutlar tayyorlanmoqda. Ushbu jarayon Petri tarmog'i yordamida modellashtirilgan.

Marshrutlarni tuzish jarayoni poyezdlarni harakatlanayotgan stansiyalarida turib qolish shartlarini tekshirgan holda modellashtirilgan. Marshrut tayyorlashda signallashtirish, markazlashtirish va blokirovkalash qurilmalarining holati, poyezdlar marshrutlarini tayyorlash vaqtlarini inobatga olingan. Qilingan hisob kitob natijalaridan poyezdni stansiyadan jo'natishga ruxsat beradi yoki taqiqlaydi. Stansiyadan poyezdni jo'natish uchun, qabul qiluvchi stansiyaga poyezd kelishida hech qanaqa to'siq bo'lishi kerak emas.

Kalit so'zlar:

poyezd, stansiya, uchastka, peregon, markazlashtirilgan dispatcherlik, poyezd dispatcheri

qiyinchiliklarni aniqlab bartaraf etishga qaratilgan chora-tartiblarni tarkibini aniqlashdan iborat.

Hozirgi kunda yuqori tezlikda harakatlanuvchi poyezdlar harakatlanayotgan uchastkalardagi, ushbu muammoni hal qilishda poyezd dispatcher o'zining tajribasi hamda, yuqori malakasidan foydalangan holda, poyezdlar harakati jadvalini, ya'ni quvib o'tish va kesishirish stansiyalarini aniqlash hisoblash usuli orqali, stansiyalarda poyezdlar uchun marshrutlar tayyorlanmoqda[1-7]. Ba'zi hollarda poyezd dispatcher tomonidan qabul qilingan qarorlarda xatoliklar ham kuzatilib turilmoqda. Ayniqsa [1] da olib borilgan tadqiqot natijalariga ko'ra texnologik "OYNA" bo'lgan vaqtlarda poyezdlar harakat jadvaliga o'zgartirish kiritish va to'g'ri qaror qabul qilish ehtimolligi 11% dan oshmaydi.

1. Kirish

Poyezd dispatcher uchastkasidagi harakat tarkibini boshqarish tizimlarini takomillashtirish turli toifadgi poyezdlar oraliq vaqtini kamaytirish, harakat xavfsizligini va uchastkalarning poyezdlarni o'tkazish qobiliyatini oshirish, hamda stansiyalarda poyezdlarni to'xtab turish vaqtlarini qisqartirishdir.

Transport ehtiyojlarini hisobga olgan holda, tashish jarayonlariga zamonaviy texnologiyalarni joriy qilish asosida poyezd dispatcher uchastkasi orqali o'tishni rejalashtirish sifatini oshirish eng muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

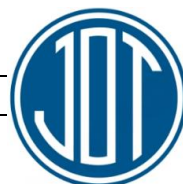
Joriy rejalarni qurishda yuzaga keladigan asosiy vazifa poyezdlar harakatlanganda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan

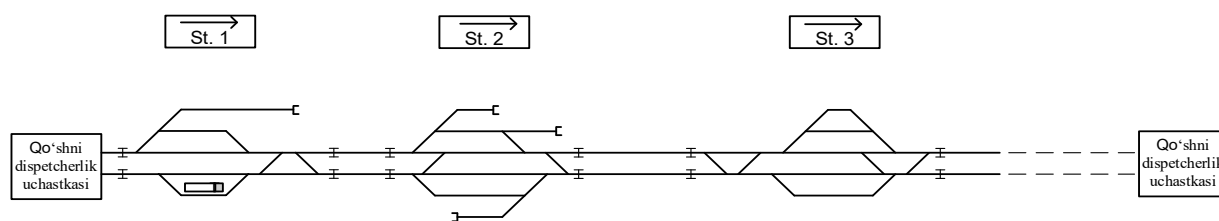
^a <https://orcid.org/0000-0001-7289-7820>

^b <https://orcid.org/0000-0003-2352-7473>

^c <https://orcid.org/0000-0002-5344-5578>

^d <https://orcid.org/0009-0005-6423-4660>





1-rasm. Yuqori tezlikda harakatlanuvchi poyezdlarning bitta poyezd dispetcheri uchastkasidagi harakatlanadigan qismida oddiy poyezdlar harakatini tashkil etish usuli

2. Tadqiqot metodologiyasi

Poyezd dispetcheri uchastkasidagi yuqori tezlikda harakatlanuvchi poyezdlar uchun stansiyalarga marshrutlarni qabul qilish/jo'natishga ruxsat berish jarayonini Petri tarmog'i matematikasining matritsa usuli yordamida modellashtirishni ko'rib chiqamiz. Marshrutlarga qabul qilish/jo'natishga ruxsat berish jarayoni quyida keltirilgan ko'rsatkichlar yordamida amalga oshiriladi. Stansiyadagi avtomatika va telemexanika qurilmalarini, stansiyadagi yo'llarni xolatlarini va yuqori tezlikda harakatlanuvchi poyezdlarning har bir stansiyada harakat grafigi jadvalidagi vaqt bilan solishtirgan holda Petri tarmog'i matematikasining ko'rsatkichlarini aniqlab olamiz[8-12]. Bunda,

- $C = (P, T, S)$
- $P = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_n\}$ – marshrut qabul qilish yoki jo'natish bo'yicha stansiyadagi avtomatika va telemexanika qurilmalari holatlari.
- $Z = \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_n\}$ – stansiyaga poyezdni to'liq qabul qilgandagi yoki stansiyadan poyezdni to'liq chiqib ketgandagi vaqti.
- $Y = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_n\}$ – marshrut tuzish jarayonida qabul qiluvchi stansiyadagi yo'llarning holatlari.
- $S = \{S_1, S_2, S_3, \dots, S_n\}$ – stansiyadan jo'natiladigan poyezdning ustuvorligi.
- $\tau = \{\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots, \tau_n\}$ – stansiyada poyezdlarga marshrutlarni tayyorlash uchun ketadigan vaqti.
- $\delta = \{\delta_1, \delta_2, \delta_3, \dots, \delta_n\}$ – marshrut tayyorlashda qabul qiluvchi stansiyaga yuqori tezlikda harakatlanuvchi poyezdning harakatlanish grafigi bo'yicha vaqti.
- $T = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$ – marshrut tayyorlashda qabul qiluvchi stansiyaning ruxsat berish shartlari.
- I – marshrutlarni tayyorlashda kirish shartlarini tekshiradi.

- O – marshrutlarni tayyorlashda chiqish shartlarini tekshiradi.

Shuningdek Petri tarmog'i bo'yicha quyidagicha $P \cup T = S \cup T = X$, $P \cap T = S \cap T = \emptyset$ shartlar bajarilishi shart.

Poyezd dispetcherining uchastkasidagi stansiyalarga marshrutni tayyorlash ko'rsatkichlari 1-7 jadvallarda keltirilgan. Petri tarmog'i matematikasining I va O ko'rinishidagi matritsalar yordamida ifodalanishi mumkin. Har bir matritsada qatorlari bo'yicha stansiyadagi avtomatika va telemexanika qurilmalarining holatini, hamda poyezdning ustuvorligini va poyezdlarni bir stansiyadan ikkinchi stansiyaga o'tish shartlari ustunlari bo'yicha joylashtiriladi.

2-rasmida poyezd dispetcheri uchastkasining yuqori tezlikda harakatlanadigan poyezd harakatlanadigan qismidagi harakatlanadigan poyezdlarga marshrut o'rnatish jarayonini Petri tarmog'i yordamida modellashtirilgan. 2-rasmga muvofiq marshrutlarni tuzish jarayonida poyezd ustuvorligining, avtomatika va telemexanika qurilmalarining [8-11] holatiga bog'liqlik shartlari keltirib o'tilgan bo'lib, ular quyidagilardan iborat: *kirishlar* ($I(t_1) = \{P_1, S_1\}$, $I(t_2) = \{P_2, S_1\}$, $I(t_3) = \{P_2, S_1\}$, $I(t_4) = \{P_3, S_1\}$) *Chiqishlar* ($O(t_1) = \{P_2\}$, $O(t_2) = \{P_1\}$, $O(t_3) = \{P_3\}$, $O(t_4) = \{P_2\}$).

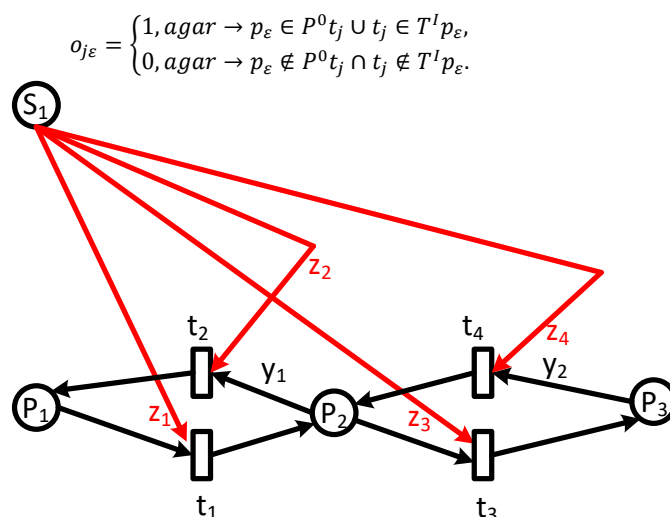
Petri tarmog'i matematikasining matritsa usuli bo'yicha j – qator va ε – ustun kesishmasidagi $i_{j\varepsilon}$ elementga tengdir, agar p_ε joy tepasidan va t_j o'tish tepasida yoy bo'lsa unga teng bo'ladi aks holda nolga teng bo'ladi. j – qator ba ε – ustun kesishgan joyida turgan $o_{j\varepsilon}$ element t_j o'tish tepasidan p_ε joyning tepasida yoy bo'lsa, birga teng bo'ladi, agar t_j dan yoy bo'lmasa nolga teng bo'ladi. Agar t_j - dan p_ε - ga yoy bo'lsa, Petri tarmog'i mavjud bo'lmaydi[2-7]. Petri tarmog'i matematikasini stansiyalarda poyezdlarni qabul qilish yoki jo'natish marshutlarini tuzish jarayonida avtomatika va telemexanika qurilmalarining holati va poyezd ustuvorligini tekshirishni (1) – kirish, (2) – chiqish shartlari ifodalari ko'rinishida yozish mumkin:

$$I = |i_{j\varepsilon}| = \begin{vmatrix} & P_1 & P_2 & P_3 & S_1 \\ t_1 & i_{11} & i_{12} & i_{13} & i_{14} \\ t_2 & i_{21} & i_{22} & i_{23} & i_{24} \\ t_3 & i_{31} & i_{32} & i_{33} & i_{34} \\ t_4 & i_{41} & i_{42} & i_{43} & i_{44} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} & P_1 & P_2 & P_3 & S_1 \\ t_1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ t_2 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ t_3 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ t_4 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{vmatrix} \quad (1)$$

$$i_{j\varepsilon} = \begin{cases} 1, & \text{agar } \rightarrow p_\varepsilon \in P^t t_j \cup t_j \in T^0 p_\varepsilon, \\ 0, & \text{agar } \rightarrow p_\varepsilon \notin P^t t_j \cap t_j \notin T^0 p_\varepsilon. \end{cases}$$

$$O = |o_{j\varepsilon}| = \begin{vmatrix} & P_1 & P_2 & P_3 & S_1 \\ t_1 & o_{11} & o_{12} & o_{13} & o_{14} \\ t_2 & o_{21} & o_{22} & o_{23} & o_{24} \\ t_3 & o_{31} & o_{32} & o_{33} & o_{34} \\ t_4 & o_{41} & o_{42} & o_{43} & o_{44} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} & P_1 & P_2 & P_3 & S_1 \\ t_1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ t_2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ t_3 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ t_4 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{vmatrix} \quad (2)$$





2 – rasm. Yuqori tezlikda harakatlanuvchi poyezdlarning bitta poyezd dispetcheri uchastkasidagi harakatlanadigan qismida oddiy poyezdlar harakatini tashkil etish jarayonini Petri tarmog‘i asosidagi modeli

1-jadval

Marshrut tuzish jarayonida avtomatika va telemexanika qurilmalarini holatlari

N ₂	P _i	To‘plamlar holati
1	P ₁	Birinci stansiyadagi poyezdni qabul yoki jo‘natish bo‘yicha avtomatika va telemexanika qurilmalarining holatini tekshirish
2	P ₂	Ikkinchi stansiyadagi poyezdni qabul yoki jo‘natish bo‘yicha avtomatika va telemexanika qurilmalarining holatini tekshirish
3	P ₃	Uchinchi stansiyadagi poyezdni qabul yoki jo‘natish bo‘yicha avtomatika va telemexanika qurilmalarining holatini tekshirish

2-jadval

Stansiyadan jo‘natiladigan poyezd ustuvorliklari

N ₂	S _i	To‘plamlar holati
1	S ₁	Birinci stansiyadan jo‘nab ketadigan poyezdni ustuvorligi

3-jadval

Poyezdni qabul qiluvchi stansiyaga yetib borganidagi vaqti

N ₂	Z _i	To‘plamlar holati
1	z ₁	Birinci stansiyadan jo‘nab ketadigan poyezdni to‘liq chiqib ketgandagi va keyingi marshrutni tayyorlash imkoniyati boshlangan vaqt
2	z ₂	Birinci stansiyadan jo‘nab ketadigan poyezdni ikkinchi stansiyaga to‘liq qabul qilingandagi vaqti
3	z ₃	Ikkinchi stansiyadan jo‘nab ketadigan poyezdni to‘liq chiqib ketgandagi va keyingi marshrutni tayyorlash imkoniyati boshlangan vaqt
4	z ₄	Ikkinchi stansiyadan jo‘nab ketadigan poyezdni uchinchi stansiyaga to‘liq qabul qilingandagi vaqti

4-jadval

Qabul qiluvchi stansiyadagi yo‘llarning holatlari

N ₂	Y _i	To‘plamlar holati
1	y ₁	Ikkinchi stansiyadagi yo‘llarning holatini tekshirish
2	y ₂	Uchinchi stansiyadagi yo‘llarning holatini tekshirish

5-jadval

Yuqori tezlikda harakatlanuvchi poyezdning stansiyalarga grafik bo‘yicha boorish vaqtlari

N ₂	δ _i	To‘plamlar holati
1	δ ₁	Birinci stansiyadan jo‘nab ketadigan yuqori tezlikda harakatlanadigan poyezdni to‘liq chiqib ketgandagi vaqti
2	δ ₂	Birinci stansiyadan jo‘nab ketadigan yuqori tezlikda harakatlanadigan poyezdni ikkinchi stansiyaga to‘liq qabul qilingandagi vaqti
3	δ ₃	Ikkinchi stansiyadan jo‘nab ketadigan yuqori tezlikda harakatlanadigan poyezdni to‘liq chiqib ketgandagi vaqti
4	δ ₄	Ikkinchi stansiyadan jo‘nab ketadigan yuqori tezlikda harakatlanadigan poyezdni uchinchi stansiyaga to‘liq qabul qilingandagi vaqti



6-jadval

Stansiyalardagi marshrut o'rnatish vaqtlari

N _o	τ_i	To'plamlar holati
1	τ_1	Birinci stansiyadan jo'natishga marshrutni tayyorlash uchun ketadigan vaqt
2	τ_2	Ikkinchi stansiyaga qabul qilishga marshrutni tayyorlash uchun ketadigan vaqt
3	τ_3	Ikkinchi stansiyadan jo'natishga marshrutni tayyorlash uchun ketadigan vaqt
4	τ_4	Uchinchi stansiyaga qabul qilishga marshrutni tayyorlash uchun ketadigan vaqt

7-jadval

Stansiyaning poyezdni qabul qilish yoki jo'natish shartlarini tekshirish

N _o	T _i	To'plamlar holati
1	t_1	Birinci stansiyadan jo'nab ketadigan poyezdni ikkinchi stansiyaga jo'natish shartini tekshirish
2	t_2	Ikkinchi stansiyaning birinchi stansiyadan jo'nab ketadigan poyezdni qabul qilish shartini tekshirish
3	t_3	Ikkinchi stansiyadan jo'nab ketadigan poyezdni uchinchi stansiyaga jo'natish shartini tekshirish
4	t_4	Uchinchi stansiyaning ikkinchi stansiyadan jo'nab ketadigan poyezdni qabul qilish shartini tekshirish

3. Natijalar

1-rasmda keltirilgan stansiyalardagi marshrutlarni tayyorlash rejimlari bo'yicha stansiyalarda o'rnatilishi mumkin bo'lgan marshrutlarni Petri tarmog'i matematikasi yordamida modellashirilgan (2-rasm). 1-rasmda keltirilgan stansiyalardagi marshrutlarni tayyorlash yuqori tezlikda harakatlanadigan poyezdlarni harakat jadvaliga uzviy bog'liq ravishda marshrutlarni tayyorlash keltirib o'tilgan.

Poyezd dispetcheri uchastkasida avtomatik marshrut o'rnatish tartibi:

Poyezd dispetcherining yuqori tezlikda harakatlanuvchi poyezd harakatlanadigan uchastkasidagi birinchi stansiyasidan jo'nab ketmoqchi bo'lgan poyezd uchastkasidagi barcha stansiyalarga $\{Z\}$ haqida ma'lumot yuboradi. Birinchi stansiyadan S_1 va P_1 ijobiy ma'lumotlar qabul qilinsa t_1 shartda, z_1 va δ_1 orasidagi tafovut bilan τ_1 taqqoslanadi.

Agar $z_1 - \delta_1 > \tau_1$ shart bajarilsa ikkinchi stansiya poyezdni qabul qilish haqidagi ma'lumotni tekshirib ko'radi, aks holda S_1 poyezd birinchi stansiyadan jo'natilmaydi.

t_1 shart qanoatlantirilsa ikkinchi stansiya S_1 poyezdni qabul qilish bo'yicha P_2 va y_1 ma'lumotni t_2 shartga yuboradi.

Agar y_1 va P_2 ijobiy ma'lumotlar kelsa t_2 shartda, z_2 va δ_2 orasidagi tafovut bilan τ_2 taqqoslanadi.

Agar $z_2 - \delta_2 > \tau_2$ shart bajarilsa, birinchi stansiyadan S_1 poyezd jo'natiladi va ikkinchi stansiyaga qabul qilinadi, aks holda S_1 poyezd birinchi stansiyadan jo'natilmaydi.

Agar S_1 poyezd uchastkadan chiqib ketishi kerak bo'lsa, u holda ikkinchi stansiyada poyezdni to'xtatmasdan o'tkazish imkoniyati tekshirib ko'riladi. Ikkinchi stansiyadan P_2 va S_1 ijobiy ma'lumotlar kelsa t_3 shartda, z_3 va δ_3 orasidagi tafovut bilan τ_3 taqqoslanadi.

Agar $z_3 - \delta_3 > \tau_3$ shart bajarilsa uchinchi stansiya poyezdni qabul qilish haqidagi ma'lumotni tekshirib ko'radi, aks holda S_1 poyezd ikkinchi stansiyadan jo'natilmaydi.

t_3 shart qanoatlantirilsa uchinchi stansiya S_1 poyezdni qabul qilish bo'yicha P_3 va y_2 ma'lumotlar t_4 shartga yuboriladi.

Agar y_2 va P_3 ijobiy ma'lumotlar kelsa t_4 shartda, z_4 va δ_4 orasidagi tafovut bilan τ_4 taqqoslanadi.

Agar $z_4 - \delta_4 > \tau_4$ shart bajarilsa, ikkinchi stansiyadan S_1 poyezd to'xtatmasdan jo'natiladi va uchinchi stansiyaga qabul qilinadi, aks holda S_1 poyezd ikkinchi stansiyadan jo'natilmaydi.

Poyezd dispetcherining yuqori tezlikda harakatlanuvchi poyezdlar harakatlanadigan qolgan qismidagi stansiyalarda ham shu ko'rinishda marshrut tayyorlanadi.

4. Xulosa

Xulosa qilib shuni aytish joizki maqolada ko'rib chiqilgan usul yuqori tezlikda harakatlanuvchi poyezdlarning bitta poyezd dispetcheri uchastkasidagi harakatlanadigan qismidagi oddiy poyezdlar harakatini tashkil etishda marshrutlarni tayyorlashda qo'llaniladi. Maqolada ko'rib chiqilgan poyezdlarni harakatini boshqarish usuli Petri tarmog'i matematikasi yordamida modellashirildi. Petri tarmog'i matematikasi ko'rsatkichlarining bog'liqlik shartlari va stansiyaadagi avtomatika va telemexanika qurilmalarining sozligini tahlili asosida olindi. Bunda stansiyalarga o'rnatilishi mumkin bo'lgan kirish/chiqish marshrutlaridan keyin yuqori tezlikda harakatlanadigan poyezdlarga marshrut tayyorlashga ketadigan vaqtlari o'zaro taqqoslangan.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Типовые требования к регистрации, отображению прогнозированию, учету и анализу движения поездов в автоматизированных системах диспетчерского контроля и управления на диспетчерских участках и в железнодорожных узлах [Текст] / Г.М. Грошев, А.С. Башилов, В.В. Ипатов // Руководящий документ. Утв. МПС РФ 25.06.99 СПб.: МПС РФ, 1999. – 78 с
- [2] Болтаев С.Т. Определение моментов времени своевременного приготовления маршрутов высокоскоростных поездов на станциях линий смешанного движения / С.Т. Болтаев // Вестник Ростовский университет путей сообщения. – 2017. – № 2. – С. 45-50.
- [3] Muhiddinov O.O. Dispetcherlik boshqaruvdagi oraliq stansiyalarda marshrutlarni avtomatik sozlash. Transportda resurs tejamkor технологиялар, - Тошкент: ТДТУ, 2021. – С. 368-373.
- [4] Болтаев С.Т., Мухиддинов О.О., Хокимжонов М.Ю (2023). “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ таркибидagi диспетчерлик марказлаштириш



тизмларининг таҳлили. Транспортда ресурс тежамкор технологиялар, - Тошкент: ТДТУ, 2021. – С. 368-373.

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

[6] Болтаев С.Т. Особенности кодирования автоматической локомотивной сигнализации при вводе смешанного высокоскоростного движения на станциях // Интеллектуальные системы на транспорте: Материалы V МНПК «ИнтеллектТранс-2015», СПб., 2015, с. 373-379.

[7] Никитин А.Б., Болтаев С.Т., Глыбовский А.М. Особенности реализации функций электрической централизации для высокоскоростных поездов на линиях смешанного движения / А.Б. Никитин, С.Т. Болтаев, А.М. Глыбовский // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2016. – № 2. – С. 215-228.

[8] Никитин А.Б., Болтаев С.Т. Оценка состояния инфраструктуры железнодорожной автоматики и телемеханики Узбекистана для введения высокоскоростного движения / А.Б. Никитин, С.Т. Болтаев // Автоматика на транспорте. – 2015. – Том 1, № 3. – С. 51-70.

[9] Болтаев С.Т. Оптимизация затрат в системах интервального регулирования на малодеятельных железных линиях / М.Н. Василенко, В.В. Сапожников, А.Б. Никитин, А.Д. Манаков, С.Т. Болтаев, И.В. Кушпиль // Перспективы будущего в образовательном процессе: сборник тезисов Национальной научно-технической конференции. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016, с. 27-30.

[10] Aripov, N., Sadikov, A., & Ubaydullayev, S. (2021). Intelligent signal detectors with random moment of appearance in rail lines monitoring systems. E3S Web of Conferences, 264.

[11] Yıldırım, U., Durmus, M. S., & Söylemez, M. T. (2009). Fail-Safe Signalization and Interlocking Design for a Railway Yard: An Automation Petri Net Approach. Intelligent and Manufacturing Systems (IMS), 2010 7th International Symposium On, (Ims), 12–16. Retrieved from http://www.researchgate.net/publication/228994654_Fail-Safe_Signalization_and_Interlocking_Design_for_a_Railw

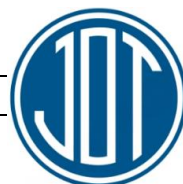
ay_Yard_An_Automation_Petri_Net_Approach/file/3deec52020664dbab1.pdf

[12] Malakar, B., & Roy, B. K. (2015). Railway fail-safe signalization and interlocking design based on automation Petri Net. In 2014 International Conference on Information Communication and Embedded Systems, ICICES 2014. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
<https://doi.org/10.1109/ICICES.2014.7034154>

[13] Sadikov, A., Aripov, N., Yusupov, Z., & Vaisov, O. (2024). Intelligent Processing Time Characteristics of the Flow of the Impulse Component of the Train Shunt Resistance. Lecture Notes in Networks and Systems, 912 LNNS.

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

Boltayev Sunnatillo Tuymurodovich/ Boltayev Sunnatillo Tuymurodovich	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomatika va telemexanika" kafedrası mudiri. t.f.n. professor. E-mail: sunnat_3112@list.ru Tel.: +998909571088 https://orcid.org/0000-0001-7289-7820
Muhiddinov Obidjon Omonjon o'g'li/ Muhiddinov Obidjon Omonjon ugli	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomatika va telemexanika" kafedrası tayanch doktoranti. E-mail: muhiddinovobidjon@gmail.com Tel.: +998919229393 https://orcid.org/0000-0003-2352-7473
Vasiyev Xayrullo Ulugbekovich/ Vasiyev Khayrullo Ulugbekovich	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomatika va telemexanika" kafedrası katta o'qituvchisi. E-mail: sohib.ett@gmail.com Tel.: +998909343151 https://orcid.org/0000-0002-5344-5578
Qodirov Izzatjon Abrorjon o'g'li/ Kodirov Izzatjon Abrorjon ugli	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomatika va telemexanika" kafedrası assistenti E-mail: godirov.izzatjon.rambo.mb@gmail.com Tel.: +998909841999 https://orcid.org/0009-0005-6423-4660



Versus the repeated maneuver route relay circuit analysis and model

A.R. Azizov¹^a, S.K. Ubaydullayev¹^b, A.N. Sadikov¹^c, Sh.S. Botirova²^d

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

¹Tashkent state technical university named Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article analyzes the question of the replacement of electromagnetic relays of railway automation and telemechanics with microelectronic devices that exist in practice. Currently, information technology and microelectronic devices are one of the most dynamically developing industries in the modern world, and now play an important role in the processing of information resources around the world and the exchange of information between the device and users. The hardware supply structure of these systems is enriched by a new integrated circuit and equipment Day by day, in exchange for the rapid development of semiconductor technology. In such conditions, by improving safety and optimizing the information provided about its current state, issues of improving the efficiency and reliability of railway station devices, monitoring the condition, the devices of the control systems of automation and telemechanics in rail transport are analyzed. To achieve these goals, the following must be carried out these; the introduction of digital methods of information processing, the implementation of current control, the improvement of data processing, the replacement of electromagnetic relays with microelectronic devices, which is one of the important elements of automation and telemechanics devices. This article proposes a model using Petri theory to overcome the above-mentioned ventricles and achieve a number of goals set. Also based on the results of the simulation, algorithms have been developed for model, and reflection methods and results have been determined through model.

Keywords: railway transport, electromagnetic relays, graph theory, modeling

Manevr marshrutining takrorlanishga qarshi rele zanjirining tahlili va modeli

Azizov A.R.¹^a, Ubaydullayev S.Q.¹^b, Sadikov A.N.¹^c, Botirova Sh.S.²^d

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

²Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada temir yo'l avtomatikasi va telemexanikasining amalda mavjud bo'lgan elektromagnit relelarni mikroelektron qurilmalar bilan almashtirish masalasi tahlil qilingan. Hozirgi kunda axborot texnologiyalari va mikroelektron qurilmalar zamonaviy dunyoda eng jadal rivojlanayotgan sohalaridan biri bo'lib, hozirda butun dunyoda axborot resurslarini qayta ishlash hamda qurilma va foydalanuvchilar o'rtasida ma'lumot almashishda muhim ro'l o'ynaydi. Ushbu tizimlarning apparatli ta'minot tarkibi yarim o'tkazgichli texnologiyaning shiddat bilan rivojlanishi evaziga kundan kunga yangi integral sxema hamda jihozlar bilan boyitilmoqda. Bunday sharoitda xavfsizlikni yaxshilash hamda hozirgi holati to'g'risida taqdim etilgan ma'lumotlarni optimallashtirish orqali temir yo'l stansiya qurilmalarining samaradorligi va ishonchligini oshirish masalalari, holatini kuzatish orqali temir yo'l transportida avtomatika va telemexanika boshqaruv tizimlarining qurilmalari tahlil qilinadi. Ushbu maqsadlarga erishish uchun quyidagilar amalga oshirilishi kerak bular; axborotni qayta ishlashning raqamli usullarini joriy etish, joriy nazoratni amalga oshirish, ma'lumotlarni qayta ishlashni takomillashtirish, avtomatika va telemexanika qurilmalarining muhim elementlaridan biri bo'lgan elektromagnit relelarni mikroelektron qurilmalar bilan almashtirish. Ushbu maqolada yuqorida keltirilgan kamchiliklarni bartaraf etish va qo'yilgan bir qator maqsadlarga erishish uchun Petri nazariyasi yordamida model taklif etiladi. Hamda simulyatsiya natijalari asosida, model uchun algoritmlar ishlab chiqilgan, model orqali aks ettirish usullari va natijalari aniqlangan.

Kalit so'zlar: temir yo'l transporti, elektrmaginit rele, graf nazariyasi, model

1. Kirish

Temir yo'l transporti mamlakatlar iqtisodiyotining eng muhim transport tarmog'i hisoblanadi. So'nggi yillardagi iqtisodiy o'sish mamlakatlararo tovarlar ayirboshlash

ko'lami temir yo'l transportiga bo'lgan ehtiyoj va talabning yanada oshishiga olib kelmoqda. Temir yo'llar avtomatika va telemexanika poyezdlar harakatini boshqarish tizimlari, temir yo'ldagi jarayonlarni xavfsiz boshqarishni ta'minlash uchun zarurdir, bunda temir yo'l avtomatika va telemexanika tizimlari transport jarayonlarini xavfsiz

^a <https://orcid.org/0000-0002-5652-9611>

^b <https://orcid.org/0000-0002-7642-965>

^c <https://orcid.org/0000-0001-6708-9589>

^d <https://orcid.org/0009-0007-5769-9333>

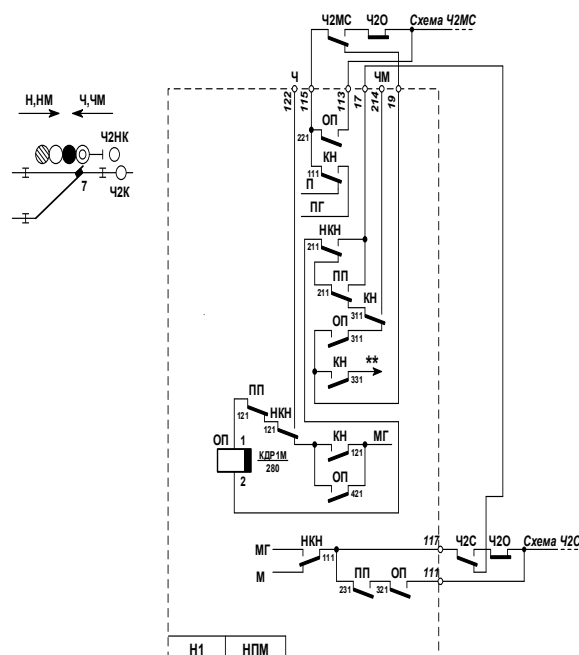


boshqarishni ta'minlaydi. Bunda boshqarish tizimining asosiy jihati havfsizligi sanaladi, ushbu tizimning maqbul jihati ham aynan shu ya'ni tashishni tashkil etishda texnologik jarayonlarni boshqarish tizimlarining xavfsizligi hisoblanadi. Zamonaviy temir yo'l avtomatika va telemexanikani boshqarish tizimlarining o'ziga xos xususiyati, bu kompyuterlashtirish jarayoni va mikroelektron texnologiyalarni tadbiq etish xisoblanadi [2].

Ushbu texnologiyalarni joriy etishning asosiy sababi elektromagnit relelarni ishlatishdan voz kechish jarayoni xisoblanadi. Temir yo'l stansiyalarida poyezdlar harakati va manevr harakatlarini boshqarish uchun blokli marshrutli releli markazlashtirish (BMRM) tizimidan foydalaniladi. Tizim maxsus tugmalar yordamida boshlash va tugatish koordinatalarini belgilashda marshrutlarni avtomatik ravishda o'rnatadigan bloklar ko'rinishidagi qurilmalarni o'z ichiga oladi. Ushbu marshrutni tayinlashning o'ziga xos xususiyati BMRM tizimida o'rnatiladigan marshrutlarning xususiyatlari va toifalari to'g'risida xabardor qilish zarurati xisoblanadi [1, 3] Bunday bloklar majmuasi "yig'ish" deb nomlanadi. BMRM tizim o'tgan asrning 60-yillari o'rtalarida ishlab chiqilgan bo'lib, bunda yig'ish bloklarida elektromagnit relelaridan foydalanilgan. Temir yo'l avtomatika va telemexanika tizimlarining tadqiqotchilari uchun innovatsion vazifa elektromagnit relelaridan foydalanmasdan mikroelektron yig'ish qurilmalarini ishlab chiqish xisoblanadi. Shu bilan birga, mikroelektron qurilmalar funksional jihatdan releli bloklariga to'liq o'xshash bo'lishi va boshqa bloklar bilan elektromagnit relelar kabi moslikka ega bo'lishi kerak. Ushbu maqolaning maqsadi manevr marshrutlarini o'rnatishda umumiy takrorlanishga qarshi rele (OPI) ishlash modelini ishlab chiqish, uni tadqiq qilish va elektr zanjirlarining ishlashini boshqaruvchi mikrokontrollerning ishlash algoritmini shakllantirish xisoblanadi [5,13].

2. Tadqiqot metodologiyasi

OPI elektromagnit releli NPM-69 blokida joylashgan bo'lib ham manevr marshrutlarini o'rnatishda ham, poyezd marshrutlarini o'rnatishda ishga tushiriladi. Ushbu maqolada manevr marshrutini o'rnatishda ushbu rele ishlashi muhokama qilinadi. Dastlabki holatda, marshrutni yig'ish tartibli harakati bo'lmasa, bu rele toksiz holatda bo'ladi, uni HPM-69 blokida qo'zg'atishning pinsipial sxemasi 1-rasmda keltirilgan. Umumiy takrorlanishga qarshi rele holatining grafini qurish tartibini ko'rib chiqamiz. Shuni yodda tutish kerakki, OPI relelarning har bir holati to'g'ridan-to'g'ri OPI va teskari OPI ikkita pozitsiya bilan aks ettiriladi, bunda ushbu pozitsiyalarning yig'indisi $OPI + \overline{OPI} = 1$ formulaga muvofiq birga teng. Bu shart boshqa pozitsiyalar uchun ham bajarilishi kerak [4,6,7,8]. Grafini qurish uchun quyidagi pozitsiyalardan foydalanamiz: KH va $\overline{KH}$ mos ravishda KH tugmachali rele holatini aks ettiruvchi, tok ostidagi rele, $\overline{KH}$ - toksiz xolatdagi rele; HKH va $\overline{HKH}$ - poyezd marshrutlarining boshlovchi tugmachali rele holati, manevr marshrutlarini o'rnatishda ushbu relening toksiz xolatini tekshirish kerak; poyezd takrorlanishga qarshi rele holatini aks ettiruvchi $\overline{PII}$ pozitsiya; 2-14 - xuddi shu nomdagi klemmada ta'minot mavjudligini aniqlaydi; 42MC va $\overline{42MC}$ - mos ravishda manevr signali relelarning holatini aniqlaydi.

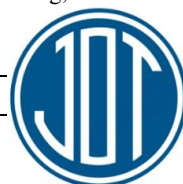


1-rasm. OPI releini yoqishning prinsipial sxemasi

Sintez natijasida 2-rasmda ko'rsatilgan OPI relelarning dastlabki holatdagi grafi olingan. Ushbu grafga ko'ra, pozitsiyalarning kirish va chiqish tenglamalari OPI, OPI, KH, KH, $\overline{PII}$, 42MC va $\overline{42MC}$ va shuningdek, t_1 , t_2 va t_3 (1) o'tishlar tizimi ishlab chiqilgan. Grafning holatini dastlabki holatda ko'rib chiqamiz, bu holda OPI releli toksiz holatda, shuning uchun fishka $\overline{OPI}$ pozitsiyasida, bundan tashqari fishkalar $\overline{42MC}$, $\overline{PII}$, KH va HKH relelarning toksiz xolatini aks ettiruvchi pozitsiyalarda. 2-14 chiqish klemmasida ta'minot manbai mavjud emas, bu xuddi shu pozitsiyada fishka yo'qligi bilan aks etadi. Manevr marshrutini yig'ishda, KH releli ishga tushirilib, OPI relelarni qo'zg'alishi uchun sharoit yaratilganda, graf ishlashini ko'rib chiqamiz. Ushbu xolatning grafi 3-rasmda keltirilgan. Tenglama tizimidan (1), OPI relelarni qo'zg'algan xolatini aks ettiruvchi pozitsiyaning kirish funksiyasi $I(OPI) = \{t_1, t_2\}$, shundan ko'rinib turibdiki, fishkani OPI pozitsiyaga o'tkazish uchun aniqlovchi shartlar t_1 va t_2 o'tishlarni ishga tushirish xisoblanadi. Kirish o'tish funksiyasini $I(t_1) = \{\overline{42MC}, \overline{PII}, KH, OPI, HKH\}$ tahlil qilishdan ko'rinib turibdiki, formulada OPI relelarni allaqachon qo'zg'algan holatini aks ettiruvchi o'zgaruvchi mavjud, holbuki bu vaqtda OPI relelarning aynan ishga tushish jarayoni ko'rib chiqilmoqda. Natijada, t_1 o'tish bo'yicha fishkani o'tkazish imkoni yo'q.

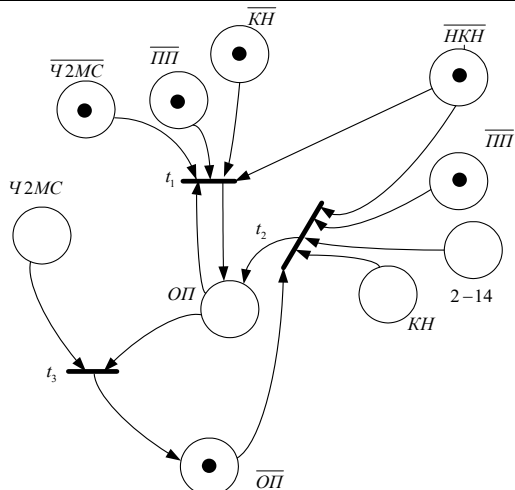
Kirish formulasi $I(t_2) = \{\overline{PII}, \overline{HKH}, 2 - 14, KH, \overline{OPI}\}$ bo'yicha o'tish shartlarini ko'rib chiqamiz, bunda barcha o'zgaruvchilar OPI relelarni ishlashiga va fishkani pozitsiyasiga o'tkazilishiga mos keladi, chunki $\overline{PII}$, HKH relelari toksiz xolatda va bu holatni aks ettiruvchi $\overline{PII}$ va $\overline{HKH}$ pozitsiyalar fishkalarga ega, KH tugmachali relelarning pozitsiyasi va manevr marshrutlari uchun KH 2-14 klemmalarining pozitsiyalari ham o'z pozitsiyalarida va 2-14 ham fishkalarga ega [9,10,11,12].

Manevr marshrutini o'rnatishda OPI releli ishga tushirilgandan so'ng, u o'z-o'zini bloklashi kerak, bu holatning grafi 4-rasmda keltirilgan. O'z-o'zini bloklash protsedurasi OPI pozitsiyada fishka mavjudligini nazarda tutadi, tugmachali rele holatini o'zgartirgandan so'ng, fishka

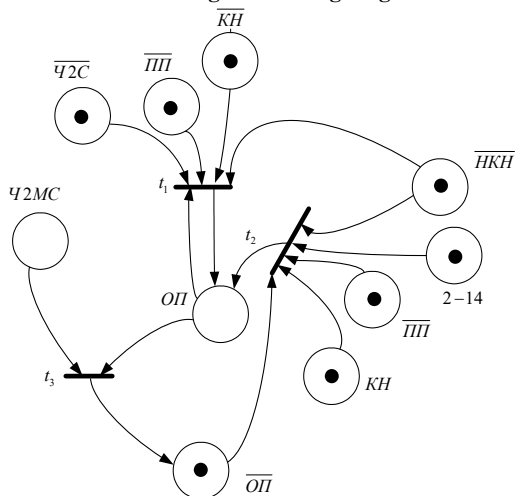


pozitsiyadan yo'qoladi. $O\Pi$ pozitsiyada fishkaning mavjudligi, o'zgaruvchi mavjud bo'lgan kirish funksiyasiga $I(t_1) = \{\overline{\mathcal{Q}2MC}, \overline{\Pi\Pi}, \overline{KH}, O\Pi, \overline{HKH}\}$ muvofiq t_1 o'tishni ishga tushirish orqali ta'minlanadi, bunda $\overline{KH}$ o'zgaruvchi mavjud. Ushbu o'tishning chiqish funksiyasi $O(t_2) = \{O\Pi\}$ fishkani $O\Pi$ pozitsiyaga ko'chirishga yordam beradi va shu bilan manevr marshrutini o'rnatishda $O\Pi$ relesini o'z-o'zini bloklashda graf holati aks ettiriladi.

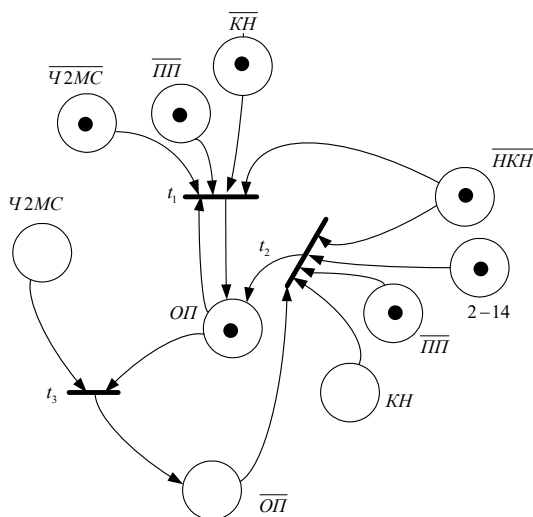
$I(\overline{O\Pi}) = \{t_3\}; O(\overline{O\Pi}) = \{t_2\};$	
$I(O\Pi) = \{t_1, t_2\}; O(O\Pi) = \{t_1, t_3\};$	
$O(\overline{\Pi\Pi}) = \{t_1, t_2\};$	
$O(\overline{KH}) = \{t_2\};$	
$O(\overline{HKH}) = \{t_1\}$	
$O(\mathcal{Q}2MC) = \{t_3\};$	(1)
$O(\overline{\mathcal{Q}2MC}) = \{t_1\};$	
$O(\overline{HKH}) = \{t_2\};$	
$O(2-14) = \{t_2\};$	
$I(t_1) = \{\overline{\mathcal{Q}2MC}, \overline{\Pi\Pi}, \overline{KH}, O\Pi, \overline{HKH}\}; O(t_1) = \{O\Pi\};$	
$I(t_2) = \{\overline{\Pi\Pi}, \overline{HKH}, 2-14, KH, \overline{O\Pi}\}; O(t_2) = \{O\Pi\};$	
$I(t_3) = \{O\Pi, \mathcal{Q}2MC\}; O(t_3) = \{\overline{O\Pi}\}.$	



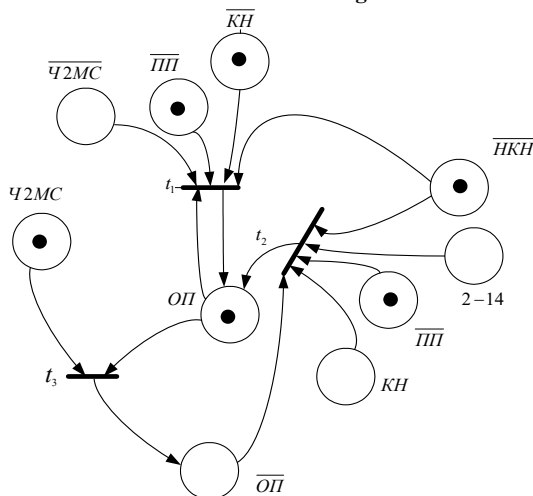
2-rasm. Manevr marshrutining $O\Pi$ relesining boshlang'ich holati grafigi



3-rasm. Fishkani pozitsiyaga o'tkazishga tayyor bo'lgan holat uchun grafik



4-rasm. Manevr marshrutining $O\Pi$ relesini o'z-o'z bloklash holati uchun grafik



5-rasm. Manevr marshrutining $O\Pi$ relesini o'chirishdagi holat uchun grafik

$O\Pi$ relesining toksiz xolatida modelning ishlashini ko'rib chiqamiz, uning graf holati 5-rasmda keltirilgan. Modelda bu jarayon fishkalarni $O\Pi$ pozitsiyadan $\overline{O\Pi}$ pozitsiyaga o'tkazish bilan birga keladi. Uzatish operatsiyasi kirish funksiyasi $I(\overline{O\Pi}) = \{t_3\}$ yordamida, ya'ni, uning kirish funksiyasini $I(t_3) = \{O\Pi, \mathcal{Q}2MC\}$ o'tishni ishga tushirish bilan amalga oshiriladi. 5-rasmdagi grafik holatidan ko'rish mumkin. Bunda t_3 o'tishni ishga tushirish mumkin, chunki $O\Pi$ va $\mathcal{Q}2MC$ pozitsiyalarda fishkalar mavjud, ya'ni, rele tok ostidaligiga mos keladigan. t_3 o'tishni ishga tushirish natijasida $\overline{O\Pi}$ pozitsiyada fishka paydo bo'ladi, $O\Pi$ va $\mathcal{Q}2MC$ pozitsiyalardan esa fishka yo'qolib qoladi va graf 2-rasmga mos ravishda $O\Pi$ relening dastlabki xolati ko'rinishini oladi.

3. Xulosa

Yuqoridagi keltirilgan taklif etilayotgan usul temir yo'l transportida elektromagnit relalardan foydalanishni kamaytirish ularning o'niga zamonaviy texnologiyalardan foydalangan holda mikroelektron qurilmalardan foydalanish iqtisodiy samaradorlikni oshishiga, ishlabchiqarish harajatlarini kamayishiga, qurilmalarga xizmat ko'rsatish

sfatini yahshilanishiga nosozliklarni erta aniqlash va bashorat qilish imkonini oshishiga olib keladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Сороко, В. И. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики : справ. : в 2 кн., Кн. 2. – 3-е изд. / В.И. Сороко, Е.Н. Розенберг– М. : НПФ «Планета», 2000. – 1008 с.
- [2] Azizov A. R., Ubaydullayev S. Q., Ametova E. K. Model of push-button relay circuits for shunting routes //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – Т. 2612. – №. 1.
- [3] Model of Circuits of Anti-repeat Relays of Train Routes Yusupov, Z., Azizov, A., Ametova, E., Ubaydullaev, S. Lecture Notes in Networks and Systems, 2024, 718 LNNS, страницы 161–168.
- [4] Каменев А. Ю. Особенности применения экспериментальных методов доказательства безопасности систем микропроцессорной централизации стрелок и сигналов / А. Ю. Каменев // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. 2011. – № 4. – С. 104–111. – ISSN 1681-4886.
- [5] Азизов А.Р., Аметова Э.К. Метод математического моделирования организационно-технологической системы диагностирования микропроцессорных блоков наборной группы железнодорожной автоматики и телемеханики //Известия Транссиба. 2023. № 1 (53). С. 36-45.
- [6] Бестемьянов П.Ф. Методы повышения безопасности микропроцессорных систем интервального регулирования движения поездов. Докторская диссертация, Москва, 2001, 324с.
- [7] Aripov N., Sadikov A., Ubaydullayev S. Intelligent signal detectors with random moment of appearance in rail lines monitoring systems //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – Т. 264. – С. 05039.
- [8] A.Azizov. Microelectronic device for control of rail line integrity in Uzbekistan. E3S Web of Conferences, 2024, 583, 07007.
- [9] Каменев А. Ю. Особенности применения экспериментальных методов доказательства безопасности систем микропроцессорной централизации стрелок и сигналов / А. Ю. Каменев // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. –2011. – № 4. – С. 104–111. – ISSN 1681-4886.

[10] Azizov A. et al. Development, research of a model and an algorithm for organizing data transfer in a monitoring device //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 371. – С. 03069.

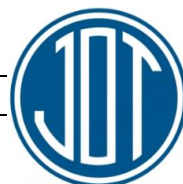
[11] E. Ametova. Framework development for software functionality in Uzbekistan's block route centralization system. E3S Web of Conferences, 2024, 592, 07017.

[12] Гаюбов Т. Н., Садиков А. Н., Убайдуллаев С. К. Исследование нелинейных систем при приеме случайных сигналов. //Universum: технические науки. – 2023. – №. 1-2 (106). – С. 45-47.–

[13] Азизов А.Р., Убайдуллаев С.К., Модель цепей кнопочных реле поездных маршрутов в блоке управления системы блочной маршрутной релейной централизации. Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари. Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети 2022, №2(20) 125-129 б.

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

Azizov Asadulla Rahimovich / Azizov Asadulla Rahimovich	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomatika va telemexanika" kafedrası professori, t.f.n., E-mail: azizov.asadulla@mail.ru Tel.: +998935395421 https://orcid.org/0000-0002-5652-9611
Ubaydullayev Saidazim Qahramon o'g'li / Ubaydullayev Saidazim Kahramon ugli	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomatika va telemexanika" kafedrası assistenti. E-mail: saidazim688@gmail.com Tel.: +998977135588 https://orcid.org/0000-0002-7642-8965
Sadikov Azamat Nematullayevich / Sadikov Azamat Nematullayevich	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomatika va telemexanika" kafedrası assistenti. E-mail: san.pgups@gmail.com Tel.: +998974471776 https://orcid.org/0000-0001-6708-9589
Botirova Shaxzoda Sanjar qizi / Botirova Shakhzoda Sanjar kizi	Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, magistrant E-mail: batirovash@mail.ru Tel.: +998946254948 https://orcid.org/0009-0007-5769-9333



Analysis of energy consumption during the braking process of electrically driven mining dump trucks (Case Study: Komatsu 860E)

Kh.K. Shavkatov¹^a, J.Sh. Narziyev¹^b, K.U. Urinbayev¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

In open-pit mines, freight transportation accounts for a large portion of the mine's operating costs. Electric-powered quarry dump trucks, such as the Komatsu 860E, are widely used in such conditions. This article analyzes the energy consumption during deceleration (braking) and its recovery based on the real-life duty cycle of the Komatsu 860E quarry dump truck. As a result of the research, a mathematical model was developed and how much energy is lost or recovered through the engine and electric drive system during deceleration was estimated. Based on the test data, the changes in deceleration, speed, power, and time are analyzed. The results of the study show that, in the presence of an energy recovery system, 30–50% of the kinetic energy generated during the deceleration phase can be converted into electrical energy. This serves to optimize energy efficiency, energy conservation, and operational energy in quarry transport. Based on data obtained from the electronic control unit, the developed model takes into account not only the total energy consumption but also the amount of energy that can be recovered during braking, which was simulated accordingly. The study analyzes how the use of recoverable energy can reduce transportation costs and improve energy efficiency. Furthermore, enhancing the regenerative braking system and optimizing routes can further increase overall efficiency. This approach is evaluated as an economically and environmentally beneficial solution.

Keywords:

Quarry dump truck, diesel-electric transmission, energy consumption, kinetic energy, power, angular velocity, energy recovery

Elektr yuritmalı karyer samosvallarining sekinlanish jarayonida energiya sarfini tahlil qilish (Komatsu 860e misolida)

Shavkatov X.Q.¹^a, Narziyev J.Sh.¹^b, Urinbayev Q.U.¹^c

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Ochiq usulda qazib olinadigan konlarda yuk tashish konning ekspluatatsion xarajatlarining katta qismini tashkil qiladi. Elektr yuritmalı karyer samosvallari, Komatsu 860E kabi yuk mashinalari, bunday sharoitlarda keng qo'llanilmoqda. Ushbu maqolada Komatsu 860E karyer samosvalining real ish sikli asosida sekinlanish (tormozlanish) jarayonida energiya sarfi va uni qayta tiklash uchun tahlil qilinadi. Tadqiqot natijasida matematik model ishlab chiqildi va sekinlanish jarayonida dvigatel va elektr yuritma tizimi orqali qancha energiya yo'qotilishi yoki energiyani qayta tiklashi baholandi. Sinov ma'lumotlari asosida sekinlanish, tezlik, quvvat, vaqt bo'yicha o'zgarishi tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, energiyani qayta tiklash tizimi mavjud bo'lgan sharoitda sekinlanish bosqichida hosil bo'lgan kinetik energiyaning 30–50% bo'lgan qismi elektr energiyasiga aylantirilishi mumkin. Bu esa karyer transportida energiya tejamlorligini, energiyani tejashni va ekspluatatsion energiyani optimallashtirishga xizmat qiladi. Elektron boshqaruv blokidan olingan ma'lumotlar asosida ishlab chiqilgan modelda umumiy energiya sarfi, tormozlanish vaqtida qayta tiklanishi mumkin bo'lgan energiya miqdori ham hisobga olindi va simulatsiya qilindi. Tadqiqotda qayta tiklanadigan energiyadan foydalanish tashish xarajatlarini kamaytirishi va energiya samaradorligini oshirishi mumkinligi tahlil qilingan. Shu bilan birga, tormoz energiyasini qayta tiklash tizimini takomillashtirish va marshrutlarni optimallashtirish orqali samaradorlikni yanada oshirish mumkin. Bu yondashuv ekologik va iqtisodiy jihatdan foydali yechim sifatida baholandi.

Kalit so'zlar:

Karyer samosvali, dizel-elektr uzatma, energiya sarfi, kinetik energiya, quvvat, burchak tezlik, energiyani qayta tiklash

1. Kirish

Karyer sharoitida ishlaydigan samosvallarning og'ir yuk tashishi va karyer ichki texnologik yo'llarda harakatlanganligi sababli ekspluatatsiya harajatlari yuqoridir. Turli dunyoga ko'ra, ochiq karyerlarda qazish ishlarining umumiy tannarxida yuklarni avtomobilda yuk

^a <https://orcid.org/0000-0002-5652-9611>

^b <https://orcid.org/0000-0002-7642-8965>

^c <https://orcid.org/0000-0001-6708-9589>



tashishi ulushi 50% atrofida yoki undan ham yuqori bo'lishi mumkin.

So'nggi kunlarda dizel-elektr uzatmaga ega karyer samosvallari (elektr transmissiyali) konlarda keng qo'llanilmoqda. An'anaviy mexanik transmissiyaga ega yuk mashinalariga nisbatan, elektr uzatma tizimi bir qator afzalliklarga ega. Jumladan, elektr transmissiyali yuk mashinasida murakkab mexanik uzatmalar o'rni elektr motorlari egallagan bo'lib, harakatlanuvchi qismlarga kichik va texnik xizmat ko'rsatish ishlab chiqarishi pastroq bo'ladi. [1]

Karyer samosvallari sekinlanish bosqichida undan tushadigan (va agar tog'dan tushayotgan bo'lsa, potensial) energiya issiqlik ko'rinishida yo'qotiladi. An'anaviy mexanik tormozlashda tormoz kolodkalari va disklar ishqalanishi tufayli bu energiya atrof-muhitga issiqlik tarzida tarqab ketadi. Dizel-elektr karyer samosvallarda esa tormoz vaqtida elektromotorlar generatorga kelib chiqadigan energiyani elektr tokiga aylantirish imkoni tug'iladi. Misol uchun, Komatsu 860E-1K rusumli karyer samosvali sekinlanish (tormozlanish) vaqtida 3469 kW (4650 ot kuchi) gacha quvvatni elektr energiyasiga aylantira oladi. Qayta ishlashda bunday energiya hali to'liq foydali ishlatilmaydi: Komatsu 860E kabi dizel-elektr yuk karyer samosvallarning tormoz tizimi ishlab chiqargan tok maxsus rezistorli panellar orqali issiqlikka aylantirilib, atmosferaga tarqatiladi. Ya'ni, energiyani qayta tiklash tormozlash prinsipi qo'llangan bo'lsada, energiya akkumulyatorlarda saqlanmagani bois u "yo'qotilgan" issiqlik sifatida bekor qilinadi. Bu esa sekinlanish jarayonidagi energiyani qayta tiklash va kengaytirish uchun katta imkoniyatlarni ko'rsatadi. Ilmiy manbalarda, tormozlashda energiyani qayta tiklash orqali uni qayta ishlash yuk karyer samosvallarida ishlab chiqarish sarfiga qarab 20–30% gacha hosil bo'lishi mumkin. Demak, bunday texnologiya konchilikda yonilg'i tejamlorligi, balki zararli gazlar emissiyasini kamaytirishda ham juda foydali bo'lishi kutilmoqda. [2]

Komatsu 860E yuk karyer samosvali – zamonaviy ochiq konlar uchun mo'ljallangan eng muhim avtosamosvallardan biri. Ushbu modelning nominal yuk ko'tarishi 254 tonnani tashkil etadi 860E dizel-elektr uzatmali bo'lib, 16 silindrli 2700 ot kuchiga ega dvigatel va Siemens kompaniyasining AC elektr motorlari bilan jixozlangan. Bu samosval maksimal 64 km/soat tezlikda harakatlana oladi va og'ir yuklarni tashishga moslashgan konstruksiyaga ega. Komatsu 860E-1K modellari konlarda trolley tarmog'i (yuqori voltli kontakt liniyalari)ga ulanish bilan ishlashi ko'zda tutilgan. [3]

Sekinlanish jarayonida esa elektr tormoz – dinamik retarder tizimi – katta rol o'ynaydi. Komatsu 860E ning uzluksiz elektr tormoz (retarder) kuchi 4650 ot kuchigacha yetib, to'rt g'ildirakli ho'l diskli xizmat tormozlari bilan ishlaydi. Bu yuk mashinasiga og'ir yuk bilan ham tik qiyaliklardan havfsiz tushishni ta'minlovchi ulkan tormozlash quvvatini beradi. Komatsu 860E kabi yuk karyer samosvallari hozirgi kunda oltin, temir rudasi, mis va qurilish jinslari kabi ochiq konda keng joriy etilmoqda. [5]

Ushbu tadqiqotning maqsadi – elektr transmissiyali karyer samosvali (Komatsu 860E-1K misolida) sekinlanish jarayonida qayta hosil qilish (energiyani tiklash) energiya miqdorini va uni maksimal darajada yig'ish hamda tashish tannarxini kamaytirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish. [6]

Bu esa yonilg'i sarfini kamaytirib, har bir tonna yukni tashish uchun energiya sarfini kamaytiradi. Shu tariqa,

tadqiqot natijalari ochiq konlarda transportdan foydalanishni boshqarishni asos yaratish va energiya tejamlor texnologiyani joriy etish uchun ilmiy manba yaratish imkonini beradi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Komatsu 860E yuk mashinasining real ishlash sikli bo'yicha yig'ilgan ma'lumotlar Microsoft Excel formatida to'ldirilgan. Ma'lumotlar sensori signallarni o'z ichiga oladi:

- Tezlik (km/soat)
- Yonilg'i sarfi (l)
- Dvigatel burchak tezligi (ayl/min)
- Elektr motor A va B momenti va quvvati (N•m, kVt)

Sekinlanish tezligi tezlikning pasayish jarayoni asosida olindi. Bu bosqichda harakat holatidan to'xtash holatiga o'tadi. Sensor ma'lumotlarning tahlili davomida vaqtning boshlang'ich boshlanish va tugash nuqtalari aniqlanib, ushbu oralqdagi kinetik energiya hisoblanadi. [4]

Tadqiqotda sekinlanish vaqtida karyer samosvalining yo'qotayotgan kinetik energiyasi quyidagi formula orqali hisoblandi:

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot (v_b^2 - v_t^2) \quad (1)$$

Bu yerda:

E_k — yo'qotilgan kinetik energiya (J)

m — yuk karyer samosvalining massasi (kg)

(yuksiz yoki yuk bilan)

v - tezliklar (m/s)

Agar tormozlashda energiyani qayta tiklash tizimi mavjud bo'lsa, kinetik energiya elektr energiyasiga aylanadi: [8]

$$E_{reg} = \eta \cdot E_k \quad (2)$$

Bu yerda η — energiyani qayta tiklash (odatda 0,3–0,5 oralig'ida, ya'ni 30–50%).

Tahlilda Komatsu 860E yuk karyer samosvalining yuksiz va yuklangan holatdagi massasidan foydalanildi:

- yuksiz og'irlik: 172 000 kg
- To'liq yuklangan holat: 426 000 kg

Sensor ma'lumotlaridagi elektr motor quvvati (kVt) va momenti (N•m) tahlili, sekinlanish vaqtida elektromotorlarning generator rejimida ishlashini ko'rsatdi. Agar moment manfiy bo'lsa, ya'ni motor g'ildiraklardan energiya olsa — bu energiyani qayta tiklash rejimini bildiradi. Sekinlanish quvvati (kVt) qiymatlari vaqt bo'yicha integratsiya qilinib, qayta tiklanishi mumkin bo'lgan energiya aniqlanadi (kVt•soat).

$$E = \int_{t_0}^{t_1} P(t) dt \quad (3)$$

bu yerda:

$P(t)$ — sekinlanish vaqtida elektromotorlar ishlab chiqarilgan quvvat (kVt),

$[t_1, t_0]$ — sekinlanish jarayonining boshlanish va tugash vaqt oralig'i (s).

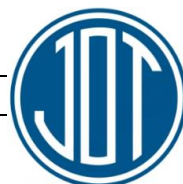
Amaliy hisob-kitoblarda uchun bu integral hisob usulda, ya'ni ma'lumotlar diskret shaklida berilgan bo'lsa:

$$E \approx \sum_{i=1}^n P_i \cdot \Delta t \quad (4)$$

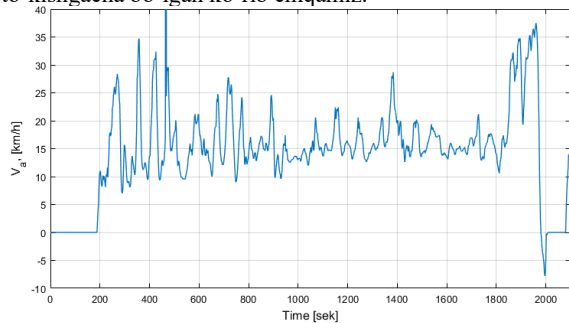
P_i — i-chi vaqt kesimida quvvat,

Δt — vaqt.

Agar $P_i < 0$, ya'ni elektromotorlar g'ildiraklardan quvvat olayotgan bo'lsa, bu energiyani qayta tiklash rejimi.

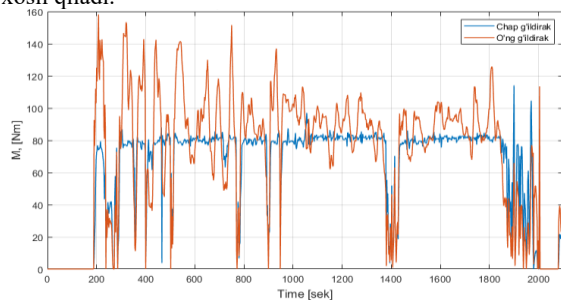


Avtomobilning ish jarayonini tahlil qilishda uning xarakatini o'rganishdan boshlanadi. Misol uchun Komatsu 860E-1K samosvalini yuk ortilgan vaqtidan yukni to'kishgacha bo'lgan ko'rib chiqamiz.



1-grafik. Komatsu 860E-1K samosvalining ish marshrutidagi harakatlanish tezligi

Elektrodvigatel momentini transmissiyaning uzatishlar nisbatiga ko'paytmasi yetakchi g'ildirakdagi momentni xosil qiladi.

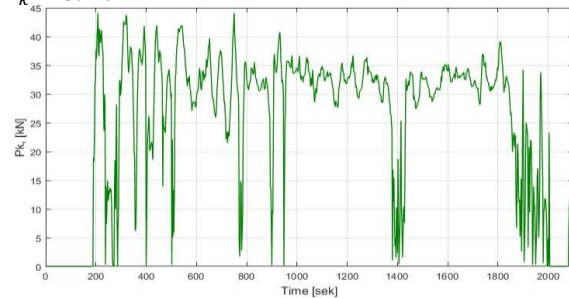


2-grafik. Elektrodvigatel rotoridagi burovchi moment

Yetakchi g'ildiraklardagi tortuvchi kuch quyidagicha aniqlanadi.

$$P_k = \frac{M_k}{r_k} \quad (5)$$

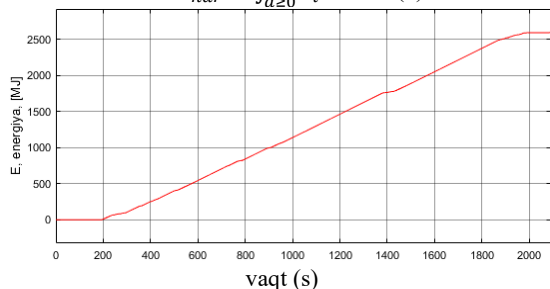
r_k - g'ildirash radiusi, m, shinning markasi 50/90R57, $r_k = 1.87$ m.



3-grafik. Yetakchi g'ildiraklardagi tortish kuchi

Samosvalni harakatlantirish uchun ishlatiladigan umumiy iste'mol qilingan energiya E_{har} quyidagicha hisoblanishi mumkin

$$E_{har} = \int_{a \geq 0} P_i dt \quad (6)$$



4-grafik. Marshrut bo'yicha sarflangan energiya

Avtomobilning o'rtacha energiya iste'moli marshrut bo'yicha hisoblanadi va 2599 MJ energiya sarflagan. Ushbu sarflangan energiya uchun avtomobilning ichki yonuv dvigateli 8529 m masofaga 251.7 litr yoqilgi sarflagan.[10]

Yuqorida ko'rsatilgan energiya oqimiga ko'ra, karyer samosvalining qayta tiklashi mumkin bo'lgan energiya quyidagi formula orqali aniqlanadi.[9]

$$E_{regen} = \int_{a \leq 0} P_i dt \quad (7)$$

Qayta tiklangan tormozlash energiyasi avtomobilning kinetik energiyasidan sekinlashuv jarayonlarida elektr energiyasiga aylanadi va batareyada saqlanadi. Sekinlashmagan jarayonlarda tiklangan energiya oxir-oqibat avtomobilni quvvatlantirish uchun batareyadan chiqariladi. Tenglamalarni birlashtirib, tormozlashda qayta tiklashning elektr transport vositasining energiya sarfini kamaytirishga qo'shgan hissasini quyidagilar orqali olish mumkin.[7]

$$\delta = \frac{\Delta E_{drive}}{E_{drive}} \cdot 100\% = \frac{\eta_{fd} \eta_g \eta_{gen} \eta_{charge} \eta_{discharge} \eta_m \eta_g \eta_{fd} \cdot E_{regen}}{E_{drive}} \quad (8)$$

η_{fd} - asosiy uzatmaning f.i.k.

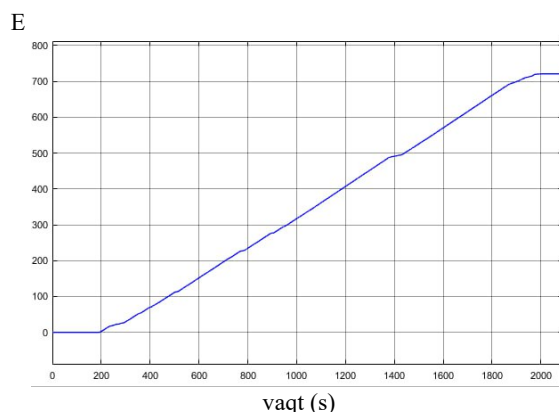
η_g - uzatmalar qutisining f.i.k.

η_{gen} - generatoring f.i.k.

η_m - dvigatelning f.i.k.

η_{charge} - akkumlyatorning zaryadlanishda f.i.k.

$\eta_{discharge}$ - akkumlyatorning zaryadsizlanishda f.i.k.



5-grafik. Qayta tiklanishi mumkin bo'lgan energiya

3. Xulosa

Ushbu modelda karyer samosvali Komatsu 860E-1K yuk olib chiqish jarayonidagi energiya sarfini xisoblash keltirilgan. Xisob uslubi Elektron boshqaruv blokidan olingan ma'lumotlar orqali ifodalangan va matematik modeli ishlab chiqilgan. Matematik modelda samosvalning energiya sarfi bilan birgalikda tormozlanishdagi energiyani qayta tiklash mumkin bo'lgan energiya miqdori aniqlanib simulatsiya qilingan. Simulatsiya natijalari umumiy energiya sarfini va tormozlanishda qaytib olishinishi mumkin bo'lgan energiya miqdorini ifodalaydi.

Simulatsiya natijasida samosval sikli boyicha o'rtacha 2500 MJ energiya iste'mol qilib, rekuperativ tormozlanish ya'ni sekinlanish vaqtida 700 kJ energiyani issiqlikka aylantirib yuborgan. Sinov ishlari yukni tepalikga olib chiqilgani bois va chiqish davomida tormozlanish jarayoning vaqti harakatning kam qismini tashkil etadi. Samosval yukni to'kib qaytish vaqtida bu energiya katta qismini tashkil qiladi.

Komatsu 860E-1K samosvalining energiya sarfi tahlili natijasida, qayta tiklanuvchi energiya imkoniyatlaridan to'liq foydalanish tashish tannarxini kamaytirishga yordam berishi aniqlandi. Tormozlanishda energiyani qayta tiklash tizimini takomillashtirish va marshrutlarni optimallashtirish orqali energiya samaradorligini oshirish mumkin. Elektron boshqaruv asosidagi monitoring esa harakatni yanada tejamkor qiladi. Umuman, bu yondashuv ishlab chiqarish xarajatlarni kamaytiradi va ekologik samaradorlikni oshiradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Umidbek Yusupov, Xumoyun Shavkatov. Development of a standard mileage for large-sized tires under moderately severe quarry conditions, BIO Web Conf. 141 04034 (2024) DOI: 10.1051/bioconf/202414104034
- [2] Юсупов У.Б., Нарзиев Ж.Ш. Нормирование пробега шин специализированного автотранспорта в зависимости от категории крепости горных пород.
- [3] Umidbek Yusupov, Narziyev Javohir. Технологик транспортлар учун катта ўлчамли шиналарнинг эксплуатацион хусусиятлари. ORIENTAL JOURNAL OF TECHNOLOGY AND ENGINEERING ISSN: 2181-2837 DOI: <https://doi.org/10.37547/supsci-ojte-01-01-04> Pages: 20-29
- [4] Умидбек Болтаевич Юсупов, Кувондик Улугбек Ўғли Уринбаев. Анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований по износостойкости шин специализированного автотранспорта. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences 1216-1224 ООО «Oriental renaissance»
- [5] <https://machineryline.uz/-/prodazha/karernye-samosvaly/Komatsu/860E-1K--23080313450196846900>
- [6] <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-kompleksnaya-oc4nka-i-sposoby-povysheniya-pokazateley-kachestva-ekspluatatsii-ka.pdf>

[7] Вусейкова, О.Н. Обоснование рациональной структуры автомобильноэкскаваторного комплекса открытого горнорудного карьера: диссертация кандидата технических наук// О.Н. Вусейкова. – Оренбург: 2013. – 166 с

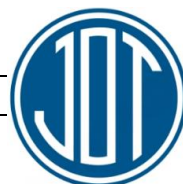
[8] Бахтурин Ю.А., Современное состояние карьерного транспорта/ Каталог-справочник, «Горная техника 2005», -С. 6–16

[9] Yusupov, U., & Mukhitdinov, A. (2023). Evaluation of the influence of the longitudinal slope of carriage roads on the tire life. E3S Web of Conferences, 401, 03025. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340103025>

[10] Mukhitdinov, A., Yusupov, U., Tukhtamishov, S., Urinbayev, Q., Results of the study of the influence of an average longitudinal slope of routes on the life of tires in the quarry, AIP Conference Proceedings, 2024, 3045(1), 040041, <https://doi.org/10.1063/5.0197301>

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

Shavkatov Xumoyun Qahramon o'g'li/ Khumoyun Shavkatov	Toshkent davlat transport universiteti, doktorant, E-mail: teacher7772711@gmail.com Tel.: +998919463616 https://orcid.org/0009-0006-8553-7828
Narziyev Jovoxir Shavkat o'g'li/ Jovokhir Narziyev	Toshkent davlat transport universiteti, doktorant. E-mail: narziyevj205@gmail.com Tel.: +998903193666 https://orcid.org/0009-0008-4760-1213
Urinbayev Quvondiq Ulug'bek o'g'li/ Kuvondik Urinbayev	Toshkent davlat transport universiteti, doktorant. E-mail: quvondiq3991@gmail.com Tel.: +998935897848 https://orcid.org/0009-0002-9937-8830



Promising directions for the development of automation of geodetic survey in the construction of the metropoliten

Z. Mirzaeva¹^a, N. Andakulova¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article discusses the basic principles and conditions for using the latest underground navigation system. For the first time in the Republic of Uzbekistan, a tunnel mechanized complex (TMC) - a movable prefabricated metal structure manufactured by Herrenknecht, a leading global manufacturer of tunneling machinery, manufactured in Germany - was used in the underground construction of Tashkent metro stations. The advantages and disadvantages of the underground navigation system of any diameter from 0.10 to 19 m under any engineering-geological conditions are shown, and conclusions are drawn about the prospects for its application. The regularities of the development of technical aspects of geodetic automation related to general historical trends are considered.

Keywords: metro, geodetic survey, automation, tunnel mechanized complex (tmm), shield method, Herrenknecht

Metropoliten qurilishida geodezik syomkani avtomatlashtirishni amalga oshirishni rivojlantirishning istiqbolli yo'nalishlari

Mirzaeva Z.¹^a, Andakulova N.¹

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada eng yangi yer osti navigatsiya tizimidan foydalanishning asosiy tamoyillari va shartlari muhokama qilinadi. Toshkent metrosining Yunusobod liniyasi ikkinchi bosqichi qalqon usulida qurilishi misol sifatida keltirilgan. O'zbekiston Respublikasida birinchi marta Toshkent metro stansiyalarini yer osti orqali qurishda tunnel mexanizatsiyalashgan majmuasi (TMM) – Germaniyada ishlab chiqarilgan „dunyodagi yetakchi kompaniya bo'lgan va tunnel qurish uchun mashinalar ishlab chiqaradigan Herrenknecht kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan harakatlanuvchi yig'ma metall konstruksiyasidan foydalanildi. Har qanday muhandis-geologik sharoitda 0.10 dan 19 m gacha bo'lgan har qanday diametrning yer osti navigatsiya tizimining kamchiliklari va afzalliklari ko'rsatilgan, uni qo'llash istiqbollari to'g'risida xulosalar chiqarilgan. Umumiy tarixiy tendentsiyalarga oid geodeziyani avtomatlashtirishning texnik jihatlarini rivojlantirish qonuniyatlari ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: metropoliten, geodezik syomka, avtomatlashtirish, tunnel mexanizatsiyalashgan majmuasi (tmm), qalqon usuli, Herrenknecht

1. Kirish

Metro qurilishida geodeziyani qo'llab-quvvatlash tizimini rivojlantirish. Konlarni o'lchashni qo'llab-quvvatlash tizimini rivojlantirishning muhim yo'nalishlaridan biri bu elektron-optik va kompyuter texnologiyalari, iqtisodiy matematik usullar va axborot texnologiyalari imkoniyatlaridan to'liq foydalanishga imkon beradigan texnik bazani yaratishdir, qabul qilingan qarorlarning haqiqiyligi. Geodeziya va geodeziya operatsiyalarini ishlab chiqarishda aniq miqdoriy usullar va kompyuter texnologiyalarida foydalanish muammolarini hal qilishga kompleks yondashuv qazib olishni geodeziya bilan ta'minlashni avtomatlashtirish jarayonining asosiy tarkibiy qismidir va uni amalga oshirish uchun mutlaqo yangi sharoitkarni yaratadi [4]. Geodeziyada avtomatlashtirish nafaqat o'z-o'zini takomillashtirish vositasi, balki barcha tog' – kon ishlab chiqarishni yuqori darajaga ko'taradi. Elektron – optik va girooskopik

tizimlardan foydalangan holda yangi geodeziya texnologiyalarini joriy etish va ulardan foydalanish bo'yicha ko'p yillik tajriba, ayniqsa, O'zbekistonning borisg qiyin bo'lgan tog'li hududlarida shahar sharoitida ishlashda ulardan foydalanish nafaqat iqtisodiy jihatdan asosli, balki ko'pincha mumkin bo'lgan yagona o'rtacha hisoblanadi, degan xulosaga kelish uchun yetarli asos beradi jismoniy mehnatning eng kam sarflanishi bilan ishni tez bajarish [8]. Loyihalash va qurish jarayonida massivning tuzilishi, jismlarning fizikomexanik xususiyatlari, ularning vaqt o'zgarishi, mintaqaning seysmikligi, maksimal yuklar va boshqalar hisobga olinadi. Tunnellar milliy iqtisodiyotning o'sishi va rivojlanishi bilan bog'liq yer osti muhandislik inshootlarini qurishda muhim bo'g'in hisoblanadi. Shu munosabat bilan geodeziya ishlari tunnelda keng qo'llaniladi. Geodezik geodeziya ishlari metro qurilishining barcha bosqichlarida mas'uliyatli jarayondir [10]. Qurilayotgan ob'ektlardan foydalanishning sifati va eksploatatsion ta'siri ko'p jihatdan geodezik-geodeziya ishlarining o'z vaqtida va masofalar. Metro

^a <https://orcid.org/0000-0001-6961-595X>



tunellarini qurish paytida, tunel halqalarini o'rnatgandan so'ng turli xil deformatsiyalar paydo bo'ladi.

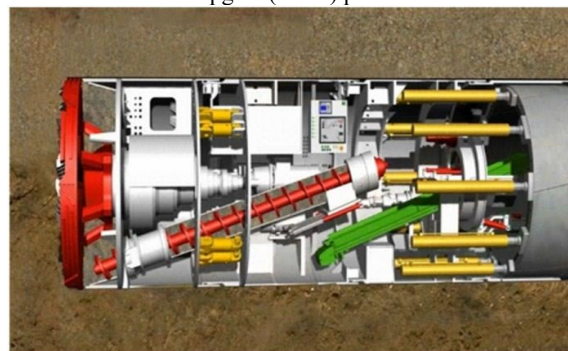
Metroning muammosiz ishlashini ta'minlash uchun yer osti inshootlarining deformatsiyalari rivojlanishining doimiy va yuqori aniqlikdagi geodezik kuzatuvlarni aniqlash kerak. Konchilikda yaxlit havfsizlikni ta'minlashning muhim jihati bu yer yuzasi, binolar va inshootlarning barqarorligini nazorat qilish. Konlar, karerlarning yon tomonlari va ularning hatti harakati bashorat qilishdir. Bugungi kunda tabiiy obektlar va suniy inshootlarning holatini defarmatsion monitoring qilish zaruriyat va yaxlit havfsizlik tizimining ajralmas qismi hisoblanadi.

Zamonaviy uskunalar eng yangi a'loqa vositalari, kuchli hisoblash tizimlari va dasturiy mahsulot darajasi avtomatlashtirilgan deformatsiyalarni kuzatish tizimlarni (ADKT) loyihalash va taminlashga imkon beradi. Og'ir geologik sharoitda qabul qilingan qurilish sxemasiga qarab, turli xil ufqlarni qazib olish ishlari olib borilganda uzluksiz so'yish yoki qismlarga ajratish orqali amalga oshirilish mumkin. Geodeziya xizmatlarining vazifasi, bu holatda strukturalarning turli qismlarining bir vaqtning o'zida o'rnatilgan astar elementlarining aniq yopilishini ta'minlashdir shuning uchun gorizont va vertikal tekisliklarda kon ishlarini qazish paytida yo'naloshlarning vazifasi teshik paytida ham, astarni o'rnatish paytida ham hizalama ishlarning bir vaqtning o'zida bir vaqtning o'zida bajarilish bilan birlashtiriladi. Bundan tashqari keng kesimdagi yer osti kameralarini kesishda vaqtincha to'ldirish va yer osti tuzilmalarining barqarorligini kuzatish zaruriyati ham mavjud. Qazilma ishlarning aniqligi uchun eng yuqori talablar, yer osti energiyasi, transport va boshqa uskunalarni o'rnatish paytida qoyiladi. Yer osti qazib olish uchun zamonaviy tezlikda qazib olish usullari o'lg'ovlarning yuqori ishlashini ta'minlaydigan geodeziya yangi, yanada ilg'or usullaridan foydalanish talab qilinadi. Geodeziya va qurilish barcha bosqichlarida zamonaviy lazerli mina geodeziya asboblari keng foydalanish to'grisida chunki hozirgi sharoitda texnologik uskunalarni o'rnatish va o'rnatish uchun zarur yordam berish faqat lazer usullaridan foydalanish orqali mumkin. Oldingisiga asoslanib lazer qurilmalari yordamida yer osti qurilishida geodeziya usullarni takomillashtirish uchun dolzarb vazifa degan xulosaga kelish mumkin.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Shield usuli yordamida yangi "Toshkent metrosi" liniyasi qurilish jarayonida minalarni tadqiq qilishning usuli va vositalari. Tunellarni qurilish va ishlatishda fan va texnikada so'ngi yutuqlaridan foydalangan holda murakkab ilmiy muhandislik va ekologik muammolarni hal qilish kerak. Tunellarni o'rnatish va qurish bilan bog'liq muhandislik ishlari yangi texnologiyalar va materiallar keng qo'llaniladi. Yangi yuqori samarali uskunalardan foydalanish ularni qisqa muddatda bajarishga imkon beradi, bu esa obektlarni ishga tushirish vaqtini qisqartirishga yordam beradi. Innovatsion texnologiyalarni foydalanishning eng yorqin namunasi ilg'or samarali uskunalardan foydalanishdir. O'zbekiston Respublikasi birinchi marta Toshkent metrosining metro stansiyalarni tunel mexanizatsiyalashtirilgan kompleks metall konstruksiya, Germaniyada tayyorlangan, "Companies HERRENKNECHT" AJ mexanizatsiyalashtirilgan tunnel qazish sohasida jahon yetakchisi deb tan olingan

uskunalaridir. Bu mashinalar ishlab chiqaradigan dunyodagi yetakchi kompaniya. 0,10 dan 19 m gacha bo'lgan oraliqda istalgan diametrdagi tonnellarini qurish. Metropoliten quruvchilar ularning ixtiyorida cho'kich, belkurak va aravacha bor edi. Bugungi kunda quruvchilar eng ko'p ularning arsenalida ilg'or texnologiyalar mavjud. Tonnellar alohida mashinalar bilan yotqiziladi - mexanizatsiyalashtirilgan komplekslar yoki shchitlarni tonnellashtirish. Tunnel qurilishi har doim o'ta murakkab muhandislik muammosi. Qattiq toshloq tuproqlar, yumshoq gillar va sochiluvchan qumlar, Yer ostidagi bo'shliqni bir necha daqiqada to'ldirishi mumkin bo'lgan suvli qatlamlar piyodalar. Qattiq jism nafaqat yer osti yo'lini qazadi, balki uni mustahkamlaydi va qayta tunnel qoldiradi. Temir-beton halqa har birining og'irligi 3200 kg bo'lgan beshta asosiy RC tubidan tashkil topgan. (TMK) prefabrik harakat.



1-rasm. Bosh qismi Pichoq, tayanch halqasi va qalqonning oxiri



2-rasm. Shlyuzli shchit kamerasi (Toshkent-2018)

Yer osti yo'li eng aniq navigatsiya elektronikasi yordamida quriladi; uning yordamida qalqon syomkachisi yo'lining loyiha koordinatlarini reja va profil bo'yicha tekshiradi. Tunnel qurilgandan so'ng, tonnellashtirish uskunalari boshqa yer osti liniyalarini qurish uchun ishlatiladi. Qalqonlar asosan tuproq quyuqligini bo'tqadan yumshoqqacha bo'lgan tuproqlar uchun qo'llaniladi. Ishchi organ yordamida qazib olingan jins o'zi yuk tashish muhiti vazifasini bajaradi. Tuproqqa konditsionerlar qo'shilganda u "bo'tqa"ga aylanadi va zaboyning old qismidan ushlab turish uchun ishlatiladi. Shnek zaboyning old qismidan orqaga yo'naltirilgan tuproqni qabul qiladi. Shnekdan qazib olingan jins konveyer tasmasiga tushadi va u orqali transport aravachalarining yuklash stansiyasiga yetkaziladi.





3-rasm. Texnologik himoya aravachasining oxiri (Toshkent-2018)

"Toshkent metropoliteni" yangi liniyasini "qalqon" usulida qurish. Tonnellarni loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilishda murakkab yechimlarni topish zarur. eng yangi yutuqlardan foydalangan holda ilmiy, muhandislik va ekologik muammolar fan va texnika. Zamonaviy tunnellash san'ati - bu aniq va to'g'ri foydalanishdir dunyoda mavjud bo'lgan zaruriy ishlanmalarni birlashtiradi. Muhandislik ishlarida tunnellarni o'rnatish va qurish bilan bog'liq yangi texnologiyalar va materiallar keng qo'llaniladi. Yangi yuqori samarali uskunalardan foydalanish ularni amalga oshirish imkonini beradi. bu esa obyektlarni foydalanishga topshirish vaqtini qisqartirishga yordam beradi. O'sha Innovatsion texnologiyalarni rivojlantirishning eng yorqin namunasi - bu ilg'or yuqori unumli qazib olish uskunalari. Respublikasida birinchi marta O'zbekiston Toshkent metropoliteni bekatlari qurilishida metall konstruksiya, Germaniyada tayyorlangan "HERRENKNECHT" AJ mexanizatsiyalashtirilgan tunnel qazish sohasida jahon yetakchisi deb tan olindi uskunalari. Bu mashinalar ishlab chiqaradigan dunyodagi yetakchi kompaniya. 0,10 dan 19 m gacha bo'lgan oraliqda istalgan diametrdagi tonnellarni qurish. Metropoliten quruvchilar ularning ixtiyorida cho'kich, belkurak va aravacha bor edi. Bugungi kunda quruvchilar eng ko'p ularning arsenalida ilg'or texnologiyalar mavjud. Tonnellar alohida mashinalar bilan yotqiziladi -mexanizatsiyalashtirilgan komplekslar yoki shchitlarni tonnellashtirish. Tunnel qurilishi har doim o'ta murakkab muhandislik muammosi. Qattiq toshloq tuproqlar, yumshoq gillar va sochiluvchan qumlar, Yer ostidagi bo'shliqni bir necha daqiqada to'ldirishi mumkin bo'lgan suvli qatlamlar.

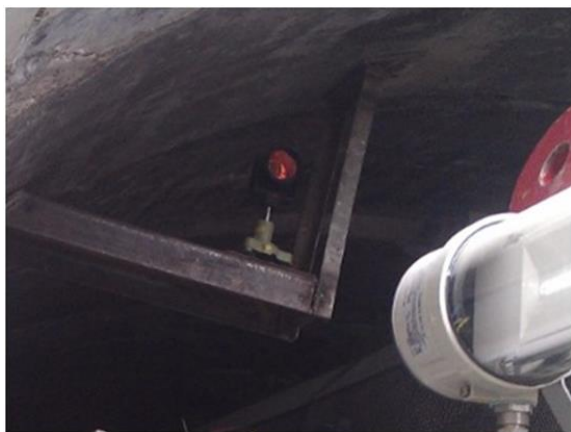
Qattiq jism nafaqat yer osti yo'lini qazadi, balki uni mustahkamlaydi va qayta tunnel qoldiradi. Temir-beton halqa har birining og'irligi 3200 kg bo'lgan beshta asosiy RC tubidan tashkil topgan. Ko'pgina farqlar berilgan farqlarga ta'sir qiladi yo'l: masalan, tuproq tuzilishi (qoyali, qumli, loyli va h.k.). Yumshoq tog' jinslarida tunnel yuzlab tonna og'irlikdagi kompleks qattiq toshlardagi kabi umuman reaksiyaga kirishmaydi [4]. - "VMT" GmbH - yer osti boyliklarini qazib olish bo'yicha geodezik-marksheyderlik

xizmati tunnel qazish uchun navigatsiya tizimi, 1994-yil aprel oyida ish boshlagan kompaniya. SLS - SL navigatsiya tizimi quvvurli qoplamali tunnel qalqonlari uchun mo'ljallangan bo'lib tizim: Tunnel kompleksi harakatlanayotganda, nishonning hozirgi holati tizimli avtomatik taxometrdan uzluksiz ravishda o'qib olinadi va mashina tunnelning proyeksiyalangan o'qi bilan nisbati orqali ko'rsatiladi. Keyingi qadam tyubing qoplamali tonnellar qurilishida tyubing halqasini qurish o'zini (TMC) ning dumida. Eng mos halqani tanlash muhim ahamiyatga ega, bu kelajakda butun tunnel konstruksiyasining sifatini belgilaydi. Agar mashina loyihalash o'qidan chetga chiqsa, dastur avtomatik ravishda tegishli tuzatish egri chizig'i bo'lib, u qurilmaning rejalashtirilgan loyiha o'qiga surilishini ta'minlaydi. Ichidahalqalarning holatini va ularni qurish tartibini hisoblashga qo'shimcha qurilish sifatini ta'minlash va uning xavfsizligini kafolatlash uchun quvvurli qoplamali tunnelni rivojlantirish bo'yicha ishlar olib borilmoqda. VMtning SLS (Space Launch System) navigatsiya tizimi (TMC) ni berilgan yo'l bo'ylab yuqori tezlikda harakatlantirish uchun zarur bo'lgan ma'lumot: aynan shu maqsadda ishlab chiqilgan. Bundan tashqari, u to'liq hujjatlarni beradi. qalqonning harakatini va ko'plab qo'shimcha ma'lumotlarni tavsiflaydi, masalan:

- (TMC) holatini grafik va raqamli ko'rinishda hisoblash va tasvirlash;
- o'rnatilgan halqalarning hisob-kitobi va surati uni o'rnatish;
- (TMC) siljish tendensiyalarini bashorat qilish va modellashirish (shchitli diagramma);
- berilgan yo'lga tangensial olib boruvchi (TMC) tuzatish egri chizig'ini hisoblash;
- kelgusida o'rnatiladigan truboprovod halqalarining dastlabki hisob-kitobi (yo'nalish va tuzatish egri chizig'i);
- sanoat kompyuteridan tizim elementlarini boshqarish;
- ekranning ishlashi to'g'risidagi to'liq hujjatlar (ma'lumotlar bazasi, jurnal fayllari va boshqalar) SLS - SL navigatsiya tizimi quyidagilarni o'z ichiga oladi: lazerda o'rnatilgan total stansiya (2-rasm). 5); radio modem No1 (mobil) (rasm. 5); aktiv lazer nishoni (ELS) (5-rasm). 7); radiomodem No 2 (harakatsiz) (rasm. 8); Markaziy radio modem (kommutator); sanoat kompyuteri Tunis dasturiy ta'minoti bilan kompyuter; prizma reflektori(6-rasm); quvvat kabellar.



4-rasm. Yarim robot lazer umumiy stansiyasi va radio modem(ko'chma). (Tashkent-2018)



5-rasm. Prizma-konsolda reflektori (Tashkent-2018)



6-rasm. Faol lazer nishoni (Tashkent-2018)



7-rasm. Radio modem (Tashkent-2018)

Lazer to'liq stansiyasi orqaga qarash nuqtasiga (prizma) nisbatan orientatsiyalangandan so'ng reflektor), butun stansiya avtomatik ravishda ichkariga o'rnatilgan lazer nishoniga yo'naltiriladi qalqon, nishondan kelayotgan signallar lazer stansiyasi orqali uzatiladi. Radio modemning boshqaruv pultidagi sanoat kompyuteriga kanallari umumiy lazer stansiyasi nuqtalarda gorizont va gorizont burchaklarni o'lchaydi, shuningdek masofa, u yerda ushbu o'lchovlar ma'lumotlari monitorida ko'rsatiladi grafik va raqamli formatda. Tunis (Tunnel va yer osti integratsiyalashgan dasturiy ta'minoti) ma'lumotlarni tayyorlash va tahlil qilish uchun integratsiyalashgan dasturiy platform metropoliten qurilishi loyihalari [2]



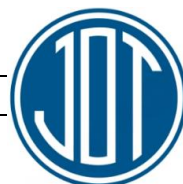
8-rasm. Sanoat kompyuteri "VMT" (Tashkent-2018)

3. Xulosa

Geodeziya amaliyotiga yer osti navigatsiya tizimini joriy etish texnikasi va usullarini yanada rivojlantirish uchun muhim ahamiyatga ega bo'ldi yer osti tadqiqotlari. Burchaklarni o'lchash aniqligi haqida fikr yuritish mumkin emas va yer osti syomka nuqtalarining navigatsiya tizimi natijasidagi masofasi tunnel qazishni mexanizatsiyalash kompleksi. Marksheyderlik ishlari shunday o'tkazilishi kerakki ishonchli marksheyderlik va individual marksheyderlik o'lchovlarini amalga oshirish usuli nazorat Xulosalar. ga yer osti navigatsiya tizimini joriy etish marksheyderlik amaliyoti yer osti boyliklarini o'zlashtirish uchun muhim ahamiyatga ega. marksheyderlik usullari. da eng yangi yer osti navigatsiya tizimidan foydalanish Yangi elektron-optik o'lchash sohasida Toshkent metropolitenini qurish asboblari syomka ishlari tezligini sifat jihatidan o'zgartirdi va oshirdi o'lchashlarning aniqligi. VMT GmbH kompaniyasining SLS-SL yer osti tizimining afzalligi shundaki, u tunnel majmuasining joylashuvi haqida real vaqt rejimida ma'lumot beradi, bu esa sezilarli darajada oshadi qurilayotgan inshootning tezligi, aniqligi va sifati.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Transport tunnellarini qurishda geodeziya va geodeziya ishlari bo'yicha ko'rsatmalar, UBC 160-69
- [2] VMT GmbH kompaniyasi faoliyati va yer osti navigatsiya tizimi bo'yicha qo'llanma). Qaytadan olindi: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-deyatelnosti-firmy-vmt-gmbh/viewer>
- [3] Nashr materiallari va ma'lumotlar "HERRENKNECHT AG kompaniyasi" veb-saytidan olingan. Olingan: <https://www.herrenknecht.com>.
- [4] Kartosia, B.A., Fedunets, B.I., Shuplik, M.N., Malyshev, Y.N. va boshqalar (2001). Kon va er osti qurilishi: 2-nashr. 2 da jild. Moskva



[5] Popov, V.N., Bukrinskiy, V.A. (2004), "Geodeziya va mina o'lchash ishlari". Moskva: Moskva davlat universiteti nashriyoti

[6] Pevzner, M.E., Popov, V.N., Bukrinskiy, V.A. (2003). Shaxta o'lchash ishlari. Moskva: Moskva davlat universiteti nashriyoti

[7] Evstafiev, O.V., Yaschenko, A.I. (2010). Avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari uskunalarini o'rnatish va xavfsizligi muammolari. Geoprofi, 2

[8] Geodeziya ishlarini ishlab chiqarish bo'yicha ko'rsatmalar. (2004). RD 07-603-03

[9] Geodeziya asboblari va jihozlari. (2003). Katalog: Moskva: NPP

[10] Eremenko, E.V. (2012). Yuk oqimlarining shakllanishi, joylashuvni hisobga olgan holda ortiqcha yuk. inson tomonidan yaratilgan resurs

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

Mirzaeva Zamira Toshkent davlat transport universiteti
"Ko'priklar va tonnellar" kafedrasida katta o'qituvchisi

E-mail: zmirzaeva83@mail.ru

Tel.: +998 90 357 83 01

<https://orcid.org/0000-0001-6961-595X>

Andakulova Nigora Toshkent davlat transport universiteti
"Qurilish muhandisligi" fakulteti BI-10 guruhi talabasi

E-mail: nigoraandakulova21@gmail.com

Tel.: +998 95 159 65 05



Implementation of performance based navigation (pbn) in civil aviation

I.S. Maturazov¹^a, A.M. Juraev¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article provides a comprehensive analysis of the transition to a modern, technology-based approach in civil aviation — Performance Based Navigation (PBN). It examines the core principles of the PBN concept, its technological solutions, and the advantages it offers over traditional ground-based navigation systems. Particular attention is given to the role of PBN in optimizing air traffic, reducing fuel consumption, minimizing environmental impact, and enhancing flight accuracy and safety. The article also explores the technical, legal, and organizational challenges encountered during the implementation of PBN, and draws upon international experience to propose solutions. Specifically, it reviews the practical application, outcomes, and future prospects of the United States' NextGen program and the European Union's SESAR (Single European Sky ATM Research) initiative. The significance of implementing the PBN system for improving global aviation safety, increasing the efficiency of air traffic management, and modernizing aviation infrastructure is emphasized throughout the article.

Keywords: PBN, RNAV, RNP, GNSS, flight safety, navigation systems

Performance based navigation tizimining fuqarolik aviatsiyasida joriy etilishi

Maturazov I.S.¹^a, Jo'rayev A.M.¹^b

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Mazkur maqolada fuqarolik aviatsiyasida zamonaviy texnologiyalarga asoslangan yondashuv — xususiyatlar asosidagi navigatsiya (PBN — Performance Based Navigation) tizimiga bosqichma-bosqich o'tishning dolzarb jihatlarini atroflicha tahlil qilingan. Unda PBN konsepsiyasining asosiy tamoyillari, texnologik yechimlari hamda ushbu yondashuvning an'anaviy yerga asoslangan navigatsiya tizimlariga nisbatan ustunliklari, xususan, havo harakatini optimallashtirish, yoqilg'i sarfini kamaytirish, ekologik ta'sirni pasaytirish va parvozlarning aniqligi va xavfsizligini oshirishdagi roli batafsil yoritilgan. Shuningdek, maqolada PBN tizimini joriy etish jarayonida duch kelinayotgan texnik, huquqiy va tashkiliy muammolar tahlil qilinib, ularni bartaraf etish bo'yicha xalqaro tajribalarga murojaat qilingan. Xususan, AQShda amalga oshirilayotgan NextGen dasturi va Yevropa Ittifoqining SESAR (Single European Sky ATM Research) tashabbuslari misolida PBNning amaliy qo'llanilishi, natijalari va istiqbollari ko'rib chiqilgan. PBN tizimining global aviatsiya xavfsizligi, havo harakatini boshqarish samaradorligini oshirish va aviatsion infratuzilmani modernizatsiya qilishdagi ahamiyati alohida ta'kidlangan.

Kalit so'zlar: PBN, RNAV, RNP, GNSS, parvoz xavfsizligi, navigatsiya tizimlari

1. Kirish

Zamonaviy aviatsiya navigatsiyaning asosiy jihatlariga ta'sir qiluvchi texnologik o'zgarishlarni boshdan kechirmoqda. Ushbu o'zgarishlarning muhim yo'nalishlaridan biri bu — xarakteristikaga asoslangan navigatsiyani (PBN — Performance Based Navigation) joriy etishdir. Mazkur kontsepsiya nafaqat parvozlarning aniqligi va xavfsizligini oshirishni, balki havo makonidan foydalanish samaradorligi va barqarorligini ta'minlashni ham va'da qiladi. Ushbu maqolada PBN tamoyillari, an'anaviy tizimlarga nisbatan ustunliklari va uni joriy etishdagi muammolar ko'rib chiqiladi. [1; 2].

Performance Based Navigation (PBN) — bu Xalqaro Fuqaro Aviatsiyasi Tashkiloti (ICAO) tomonidan ishlab chiqilgan aeronavigatsiya kontsepsiyasidir. Unda

navigatsiya jarayonlari yer usti radiomayaklariga bog'liq bo'lmagan, bortdagi uskunalar va sun'iy yo'ldosh tizimlari ta'minlaydigan aniqlik va ishonchlik xususiyatlariga asoslanadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

PBN ning asosiy tarkibiy qismlari:

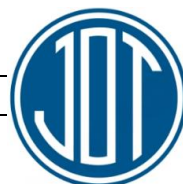
— RNAV (Area Navigation) — belgilangan yo'nalishlar bo'yicha, yer usti navigatsion nuqtalardan o'tmasdan parvoz qilish imkonini beruvchi tizim;

— RNP (Required Navigation Performance) — bu RNAV ning qo'shimcha aniqlik, monitoring va nosozliklar haqida xabardor qilish talablariga ega shaklidir.

PBN yordamida yer usti tizimlarining joylashuviga bog'liq bo'lmagan, samolyotning haqiqiy navigatsion imkoniyatlariga asoslangan yo'nalishlar va protseduralarni

^a <https://orcid.org/0009-0003-4781-1601>

^b <https://orcid.org/0009-0002-1219-8168>



ishlab chiqish mumkin. Bu tog'li hududlar, zich havo harakati va infratuzilma cheklovlari mavjud bo'lgan joylarda ayniqsa muhimdir.

Quyidagi jadvalda yillar kesimida an'anaviy tizimlar va PBN tizimlarni 2010-2030 yillarda foydalanish tendensiyalarini ko'rishimiz mumkin.

1-jadval

Yil	An'anaviy tizimlar (%)	PBN tizimlari (%)
2010	90%	10%
2015	75%	25%
2020	55%	45%
2025	30%	70%
2030	10%	90%

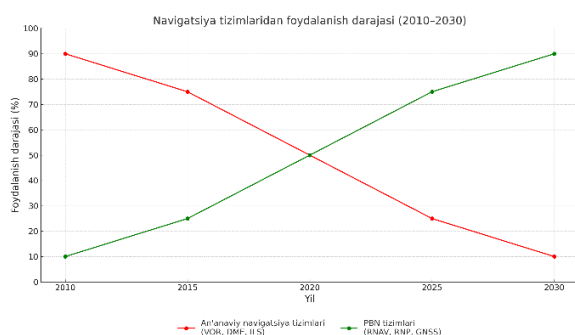
An'anaviy navigatsiya vositalari — VOR, DME va ILS kabi tizimlar hanzugacha ishonchli bo'lib kelmoqda, biroq ular bir qancha cheklovlarga ega:

- Geografik bog'liqlik: yo'nalishlar radiomayaklarning joylashuviga bog'liq;
- Yuqori ekspluatatsion xarajatlar: yer usti stansiyalari doimiy texnik xizmatni talab qiladi;
- Zaiflik: magnit maydon o'zgarishlari, Quyosh chaqnashlari va uskuna eskirishi ularning samaradorligini pasaytiradi.

Sun'iy yo'ldosh asosidagi GNSS texnologiyalari va raqamli tizimlar bu cheklovlardan xoli bo'lib, yo'nalishlarni moslashuvchan qilish, yoqilg'i sarfini kamaytirish, CO₂ chiqindilarini kamaytirish va xavfsizlikni oshirish imkonini beradi.

PBN tizimining afzalliklari:

- Navigatsiya aniqligining oshishi
- Yo'nalishlarni optimallashtirish va kechikishlarni kamaytirish
- Dispetcherlar va radiochastotalar yuklamasining pasayishi
- Yomon ko'rinish sharoitida xavfsiz qo'nish imkoniyati
- Yer usti infratuzilmasiga bog'liqlikning kamayishi
- Havo makonining o'tkazuvchanlik salohiyatining oshishi.



1-rasm. Aviatsiya an'anaviy va PBN tizimlardan foydalanish tendensiyasi

An'anaviy navigatsiya tizimlaridan foydalanish:

2010–2020 yillar: Bu davrda an'anaviy navigatsiya tizimlari (masalan, VOR, DME, ILS) hali ham asosiy rolni o'ynagan. Ammo shu paytdayoq ularning texnik eskirishi va xizmat ko'rsatish xarajatlari ortib borayotgani kuzatilgan.

2020–2025 yillar: An'anaviy tizimlardan foydalanish pasayishda davom etgan. Bu davrda ko'plab mamlakatlar

PBN ga o'tish strategiyalarini ishlab chiqish va amalga oshirishni boshladi.

2025–2030 yillar: Qizil chiziq keskin pastlab, an'anaviy tizimlar foydalanish darajasi minimal darajaga tushgan. Bu esa ularning ehtiyot vosita sifatida qolib ketishini anglatadi.

PBN (Performance Based Navigation) tizimlaridan foydalanish:

2010–2015 yillar: PBN faqat ayrim marshrutlar va aeroportlarda tajriba tariqasida joriy etilgan. Yashil chiziq sekin o'sishni boshlagan.

2015–2025 yillar: Bu davrda PBN jadal rivojlana boshladi. AQSH, Yevropa, Yaponiya va boshqa mintaqalarda NextGen va SESAR dasturlari orqali PBN keng joriy etildi.

2025–2030 yillar: Yashil chiziq yuqoriga keskin o'sib, PBN tizimlaridan foydalanish asosiy standartga aylandi. Umumjahon miqyosida PBN hududiy, terminal va yetib kelish navigatsiyasi uchun asosiy asosga aylanadi.

EUROCONTROL'ning so'nggi statistik ma'lumotlariga ko'ra, Yevropa Ittifoqi mamlakatlaridagi uchish-qo'nish yo'laklarining 11 foizidan ortig'i hozirda an'anaviy ILS (Instrument Landing System) tizimimiz, faqatgina PBN (Performance Based Navigation) asosida CAT II toifasidagi past ko'rinish sharoitlarida qo'nishni amalga oshirish imkonini bermoqda. Bu holat, ayniqsa RNP AR (Required Navigation Performance with Authorization Required) kabi ilg'or navigatsion tizimlarning aniqligi va ishonchiligi yuksak darajada ekanini ko'rsatadi. Bunday tizimlar og'ir meteorologik sharoitlarda ham samolyotlarga xavfsiz va aniqligi yuqori bo'lgan yondashuvlar orqali qo'nishni ta'minlashga qodir.

Bugungi kunda ko'plab mamlakatlar PBN texnologiyasini milliy miqyosda joriy etish bo'yicha keng ko'lamli strategik dasturlarni ishlab chiqmoqda:

- AQSH: Federal aviatsiya boshqarmasi (FAA) tomonidan ilgari surilgan NextGen tashabbusi aviatsiya tizimining to'liq raqamlashtirilishini, jumladan, barcha bosqichlarda PBN asosidagi navigatsiyaga o'tishni nazarda tutadi. Bu dastur parvozlar samaradorligini oshirish, yoqilg'i sarfini kamaytirish va atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirish kabi maqsadlarni ko'zlaydi.

- Yevropa Ittifoqi: SESAR (Single European Sky ATM Research) dasturi orqali Yevropa havo makonida yagona va yuqori darajada uyg'unlashtirilgan PBN asosidagi havo harakati boshqaruv tizimi yaratilmoqda. Bu esa nafaqat xavfsizlikni oshiradi, balki transchegaraviy parvozlarni ham soddalashtiradi.

PBN tizimining afzalliklari — aniqlik, moslashuvchanlik, yoqilg'i tejami, ekologik foyda va xavfsizlik — qanchalik ravshan bo'lmasin, uni to'liq joriy etish uchun quyidagi muhim shart-sharoitlarni bajarish zarur:

1. Aviaparkni texnik modernizatsiya qilish. PBN asosidagi parvozlarni amalga oshirish uchun havo kemalari zarur bo'lishi mumkin bo'lgan RNAV va RNP tizimlarini qo'llab-quvvatlovchi zamonaviy avionika (navigatsion uskunalar) bilan jihozlanishi lozim. Bu, o'z navbatida, uchuvchilar va texnik xodimlar uchun qo'shimcha o'quv va qayta tayyorlash dasturlarini talab etadi.

2. Huquqiy-me'yoriy asosni ishlab chiqish. Har bir davlatda PBN'ni tartibga soluvchi aniq qonunchilik va reglamentlar bo'lishi zarur. Ular parvoz amaliyoti, xavfsizlik, ruxsatnomalar, sertifikatlash va nazorat jarayonlarini belgilab berishi kerak.



3. Xalqaro integratsiya va tizimlararo moslik. Turli davlatlar o'rtasida PBN tizimlarining uzviy uyg'unligi va o'zaro tan olinishini ta'minlash muhimdir. Aks holda, transchegaraviy parvozlarda noqulaylik va xavf yuzaga kelishi mumkin.

O'tish davrida zaxira sifatida an'anaviy tizimlarni saqlab turish. PBN tizimlariga to'liq o'tish darhol sodir bo'lmaydi. Shu sababli, o'tish davrida ILS, VOR kabi an'anaviy tizimlar xavfsizlik nuqtayi nazaridan zaxira sifatida faoliyat yuritishi lozim.

3. Xulosa

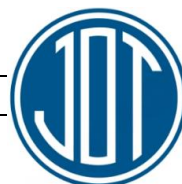
Xarakteristikaga asoslangan navigatsiya — bu fuqarolik aviatsiyasining ertangi istiqboli emas, balki ayni zamonning zarurati va amaliy haqiqatidir. Uning joriy etilishi butun dunyo bo'ylab havo harakati tizimining samaradorligini oshirish, ekologik barqarorlikka erishish va eng muhimi — parvozlarning xavfsizligini yuqori darajada ta'minlash imkonini bermoqda. An'anaviy navigatsion tizimlar bilan bog'liq geografik cheklavlar, texnik xizmat ko'rsatishdagi murakkabliklar hamda zamonaviy talablar PBNning ustunliklarini yanada yaqqol namoyon qilmoqda. Shu bilan birga, PBN tizimining to'liq joriy etilishi murakkab va ko'p bosqichli jarayon bo'lib, u aviatsiya infratuzilmasining barcha darajalarida izchil islohotlarni talab etadi. Aviaparkni modernizatsiya qilish, uchuvchilar va muhandis-texnik xodimlarni qayta tayyorlash, xalqaro me'yorlarga mos qonunchilik asoslarini yaratish hamda turli mamlakatlar o'rtasida texnologik moslashuvga erishish — bularning barchasi PBNning muvaffaqiyatli amalga oshirilishi uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Biroq, ushbu yo'ldagi mavjud muammolar xalqaro tashkilotlar milliy aeronavigatsiya xizmatlari va aviakompaniyalar o'rtasidagi yaqin hamkorlik, bilim va tajriba almashinuvi orqali bosqichma-bosqich bartaraf etilmoqda. Bunday yondashuv nafaqat bugungi ehtiyojlarga javob beradi, balki global aviatsiya tizimini kelajak avlodlar uchun ham ishonchli, samarali va ekologik xavfsiz holatda saqlab qolish imkonini beradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] ИКАО (2013). Доклад по навигации, основанной на характеристиках (PBN). Международная организация гражданской авиации.
- [2] EUROCONTROL (2018). Performance Based Navigation (PBN) Manual. EUROCONTROL.
- [3] EASA (2021). Performance-Based Navigation (PBN) in Europe. Европейское агентство по безопасности авиации.
- [4] International Air Transport Association (IATA) (2020). The Future of Air Navigation Services.
- [5] ICAO (2020). Global Air Navigation Plan. Международная организация гражданской авиации.

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

Maturazov Izzat Solievich / Maturazov Izzat Solievich	Toshkent davlat transport universiteti "Aviatsiya transporti muhandisligi fakulteti" dekani, (PhD), E-mail: maturazov_i@tstu.uz Tel.: +998712990357 https://orcid.org/0009-0003-4781-1601
Jo'rayev Akmal Maxmudjonovich / Juraev Akmal Makhmudjonovich	Toshkent davlat transport universiteti "aviatsiya transporti muhandisligi", "aviatsiya injnirigi" kafedrasida katta o'qituvchisi. E-mail: Juraev_ma@tstu.uz Tel.: +998946411603 https://orcid.org/0009-0002-1219-8168



Increasing the efficiency of diesel engines through the use of three-stage filters in the cooling system of UzTE16M diesel locomotives

N.S. Zayniddinov¹^a, U.I. Abdulatipov¹^b, A.T. Muminov²

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Navoi mining and metallurgical combine, Navoi, Uzbekistan

Abstract: This article analyzes the problems arising from the formation of a solid residue (calcium and magnesium salts) in the water of the diesel engine cooling system and corrosion. To solve these problems, it was proposed to use a three-stage hydromagnetic filter. The structure and operating principle of the filter, consisting of a hydrocyclone, a magnetic rod, and a special cloth, are described in detail. The physical and mechanical processes of a hydrocyclone, especially the mechanisms of turbulent separation, are analyzed using mathematical models, and the relationships between such parameters as particle movement, separation efficiency, and pressure losses are highlighted. Based on mathematical formulas and calculation algorithms, the optimal design dimensions of the hydrocyclone were determined.

Keywords: Locomotive, diesel engine, water system, water filter, hydrocyclone

El UzTE16M teplovozlari sovitish tizimiga uch bosqichli filtrlarni qo'llash orqali dizel dvigatellarning samaradorligini oshirish

Zayniddinov N.S.¹^a, Abdulatipov U.I.¹^b, Mo'minov A.T.²

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

²Navoiy kon-metallurgiya kombinati, Navoiy, O'zbekiston

Annotatsiya: Mazkur maqolada teplovoz dizel dvigatelining sovitish tizimidagi suvda hosil bo'ladigan qattiq cho'kma (kaltsiy va magniy tuzlari) va korroziya oqibatida kelib chiqadigan muammolar tahlil qilinadi. Ushbu muammolarning maqsadida uch bosqichli gidromagnit filtrdan foydalanish taklif etilgan. Gidrotsiklon, magnit sterjen va maxsus matodan iborat filtr tuzilmasi va ishlash prinsipi batafsil yoritilgan. Gidrotsiklonning fizik-mexanik jarayonlari, ayniqsa, turbulent ajratish mexanizmlari matematik modellar orqali tahlil qilinib, zarrachalarning harakati, ajralish samaradorligi kabi parametrlar o'rtasidagi bog'liqliklar yoritilgan. Matematik formulalar va hisoblash algoritmlari asosida gidrotsiklonning optimal konstruktiv o'lchamlari aniqlangan.

Kalit so'zlar: Teplovoz, dizel dvigatel, suv tizimi, suv filtri, gidrosiklon

1. Kirish

Teplovoznining dizel dvigateli sovitish tizimidagi suv qiziganda uning tarkibidagi kaltsiy va magniy tuzlari oq yoki kulrang rangdagi qattiq cho'kma hosil qiladi. Shu bilan birga, suvdagi kislorod va boshqa agressiv moddalarning ta'siri natijasida metall yuzalarda zang hosil bo'ladi. Ushbu abraziv zarralar suvning yuqori bosimi tufayli joyidan ko'chadi va tizimda harakat qila boshlaydi. Bu zarralar silindrlarning sovitish g'illoflari, silindr qopqoqlari, radiator seksiyalarida to'planib suvning yurishiga to'sqinlik qiladi va issiqlik almashinuvchanligini kamaytiradi. Teplovozlari sovitish suvi tarkibidagi abraziv zarralardan tozalash orqali teplovozlarning samaradorligi va ishonchligi oshirilish, ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish, foydalanish xususiyatlarini yaxshilash va dizel qisimlarning uzoq muddat xizmat qilishini ta'minlaydi[1].

Qattiq cho'kma hosil bo'lish jarayoni ko'p hollarda tashqi belgilar orqali aniqlanmaydi va bu jarayon faqat

dvigatel qismlarga ajratilgandan yoki tizimning biror qismi ishdan chiqqachgina aniqlanadi. Bu tudagi nosozliklar tizimdagi nosozliklarning umumiy ulushida taxminan 7% ni tashkil etadi. Radiator seksiyalarining ifloslanishi dvigatelning qizib ketishiga, moyning qovushqoqligining pasayishiga, yarim quruq ishqalanishlar natijasida porshen, silindr gilzasi va trsakli val resursining kamayishiga olib keladi, suv oqimi tezligining pasayishi va ventilyator yuklamasining ortishi natijasida esa yoqilg'i sarfi ham ortadi, chunki ventilyator teplovoz dvigateli quvvatining 5–6% gacha qismini iste'mol qiladi. Uch bosqichli filtrlarni qo'llash sovitish tizimidagi suvni toza holatda saqlash imkonini beradi va dvigatel resursidan samarali foydalanishga erishiladi.

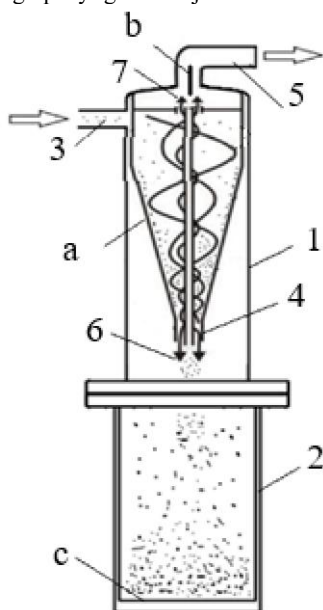
Uch bosqichli filtrning asosiy elementlari gidrosiklon, magnit sterjen va cho'kindilar kamerasida joylashgan maxsus mato hisoblanadi (1-rasm). Teplovoz sovitish tizimidagi suv tarkibida yirik dispersli qattiq aralashmalarni oqimdan ajratib olish uchun soddaligi va yuqori samaradorligi bilan ajralib turuvchi qurilmalar sifatida gidrosiklonlar tanlab olingan.

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

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



Bosimli gidrotsiklonlar yuqori solishtirma unumdorlik bilan birga ixcham tuzilishga ega bo'lib, turli xil ekspluatatsiya sharoitlarida, jumladan, agressiv va abraziv muhitlarda ham yuqori samaradorlik va ishonchlilikni ta'minlaydi. Shuningdek, ular keng ishchi temperatura va bosim oralig'ida ishlashi mumkin bo'lib, soddaligi hamda foydalanishdagi qulayligi bilan ajralib turadi.



1-rasm. Suv filtrining asosiy elementlari va suyuqlik oqimining harakat prinsipial sxemasi

a-gidrotsiklon silindrsimon va konussimon qismi, b- magnit sterjen, c- mato; 1-filtrning korpusi; 2-cho'kindi kamerasining korpusi; 3-ta'minlovchi quvur, 4-qurum chiqish quvuri; 5- tozalangan suvning chiqish quvuri, 6-pastga yo'nalgan oqim, 7-yuqoriga yo'nalgan oqim

Gidrotsiklonlarga sovutish suvi kirish quvuri orqali tangensial ravishda kirganda va aylanma harakatga ega bo'lganda, og'irlik kuchidan bir necha marta ortiq bo'lgan sezilarli markazdan qochma kuchlar paydo bo'ladi. Bu kuchlar ta'sirida og'irroq faza gidrotsiklon o'qidan uning devorlariga spiral trayektoriya bo'ylab pastga harakatlanadi va pastki nasadka orqali gidrotsiklondan chiqarib tashlanadi. Yengilroq faza yuqoriga yo'naltirilgan ichki spiral oqimda harakatlanib, yuqori mahsulotni chiqarish quvuri orqali gidrotsiklondan chiqariladi [2].

Filtr suyuqlikdagi qattiq zarrachalarni gidrodinamik kuchlar ta'sirida samarali ushlab qolishga imkon beradi. Bu jarayonni matematik modellashirish orqali tizimdagi suv oqimi tezligi, zarracha diametri, filtr samaradorligi va bosim yo'qotishlari kabi parametrlar o'rtasidagi bog'liqliklarni aniqlash mumkin.

Filtratsiya jarayonini matematik modellashirishda gidrotsiklon o'lchamlari muhim rol o'ynaydi, chunki ular tizimdagi gidrodinamik holatni belgilaydi. Gidrotsiklonning diametri, balandligi, kirish va chiqish teshiklarining o'lchami suv oqimi tezligiga, shuningdek, bosim yo'qotishlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu bilan birga, oqim tezligi bilan zarracha diametri o'rtasidagi nisbat filtr samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Gidrotsiklonning o'lchamlarini hisoblashlar bilan asoslash suyuqlikdagi zarrachalarning ajralishi va ushlanishi samarali bo'ladishi va suv suv bosimini me'yorda bo'lishini ta'minlaydi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Teplovoz sovutish tizimi parametrlariga asosan gidrotsiklonni hisoblash ishlari quydagicha aniqlanadi.

Hisoblash uchun boshlang'ich ma'lumotlar:

C_b -foydalanilgan sovutish suvining boshlang'ich konsentratsiyasi, mg/dm³;

C_y - muallaq moddalarning yakuniy konsentratsiyasi, mg/dm³;

E -tozalash samarasi, %;

ρ_m -mexanik ifloslanishlarning solishtirma og'irligi, g/sm³;

ρ_s -suyuqlikning solishtirma og'irligi, g/sm³;

μ -dinamik qovushqoqlik, MPa.

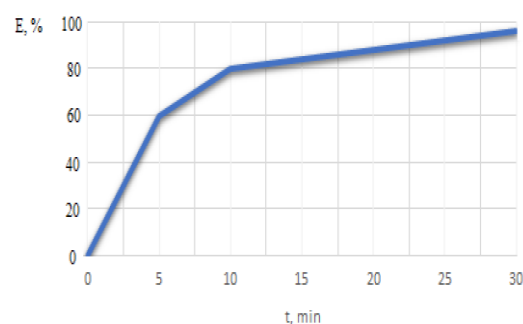
Cho'kma kinetikasi egri chizig'i bo'yicha (2-rasm) berilgan E tozalash effekti ko'ra, U_0 , mm/s qamrab oluvchi gidravlik o'lchov aniqlanadi:

$$U_0 = \frac{h}{t} \quad (1)$$

Bu yerda:

h - tindirish qatlamining balandligi, mm;

t - tindirish vaqti, s.



2-rasm. Teplovoz sovutish suvining tindirish kinetikasi

Grafik bo'yicha tozalash samarasini hisobga olgan holda vaqt t_{gr} aniqlanadi va ushlab qolinadigan zarrachalarning chegaraviy gidravlik yirikligi U_{gr} aniqlanadi, mm/s:

$$U_{gr} = \frac{h}{t_{gr}} \quad (2)$$

Stoks formulasi bo'yicha berilgan ta'sirda ushlanib qoladigan zarrachalarning chegaraviy diametri hisoblanadi, mkm:

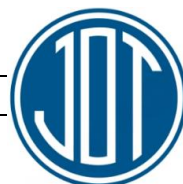
$$d_z = \sqrt{\frac{18 \cdot \mu \cdot U_{gr}}{100 \cdot (\rho_m - \rho_s) \cdot g}} \quad (3)$$

Chegaraviy yiriklik aniqlangandan so'ng, ushbu yiriklikdagi zarralarni ajratib olishga qodir bo'lgan bosimli gidrotsiklon tanlanadi. Uning silindrik qismining diametri D_{hs} bo'lib, quyidagi tavsiya etilgan nisbatlarga muvofiq o'lchamlari belgilanadi: ta'minlash quvurining diametri $d_{iq} = (0,12...0,4)D_{hs}$, tozalangan suvning chiqish quvurining diametri $d_{chq} = (1,0...2,0)d_{iq}$, qurumlar chiqish quvurining diametri $d_{qch} = (0,2...1,0)d_{chq}$, silindrik qismining balandligi $H_s = (2,0...4,0)D_{hs}$, magnit elementning diametri d_m , konuslik burchagi $\alpha = 5-15^\circ$. Asosiy ishchi qismlarning quyidagi o'lchamlari belgilanadi[3]:

$$D_{iq} = 0,15 D_{hs}, d_{chq} = 2,0 d_{iq}, d_{qch} = 0,33 d_{chq}, H_s = 2,0 D_{hs} \quad (4)$$

Konus qismining balandligi H_k , mm, quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

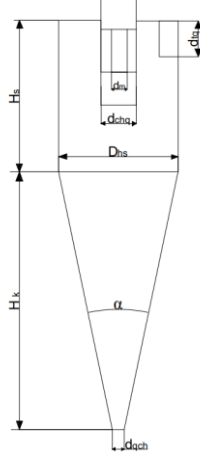
$$H_k = \frac{D_{hs}}{2 \cdot \tan \frac{\alpha}{2}} \quad (5)$$



Tavsiyalarga ko'ra, bosimli gidrotsiklon – P_{tq} ga kirishdagi bosim 0,15...0,3 MPa qabul qilinadi. Empirik tenglama bo'yicha bo'linishning chegaraviy kattaligi, mkm aniqlanadi:

$$d_z = 2,7 \cdot 10^3 \cdot \frac{D_{hs}^{0,543} \cdot d_{tq}^{1,643} \cdot d_{chq}^{0,014} \cdot \mu^{0,5}}{d_{qch}^{0,572} \cdot H_s^{0,507} \cdot H_k^{0,714} \cdot (\rho_m - \rho_s)^{0,5} \cdot P_{tq}^{0,222}} \quad (6)$$

bu yerda D_{hs} , d_{tq} , d_{chq} , d_{qch} , H_s , H_k sm larda berilgan; μ MPa·s larda; P_{tq} - MPa; ρ_s ρ_m - g/sm³.



3-rasm. Filtr gidrotsikloni sxemasi:

Agar hisoblangan δ_{gr} o'lchami (3) formula bo'yicha aniqlangan talab etilgan tozalash samaradorligiga mos keladigan o'lchamdan katta bo'lsa, u holda gidrotsiklonni tanlash jarayonini uning konstruktiv o'lchamlari va kirish qismidagi bosimni o'zgartirib takrorlash lozim bo'ladi.

Filtning Q_{tq} unumdorligini dm³/s da quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$Q_{en} = 1,03 \cdot D_{hs}^{0,053} \cdot d_{tq}^{1,28} \cdot d_{chq}^{0,405} \cdot d_{qch}^{0,143} \cdot H_s^{0,015} \cdot \alpha^{0,025} \cdot P_{tq}^{0,443} \quad (7)$$

Diametri 0,1 m dan kichik bo'lgan gidrotsiklonlar uchun ajralib chiqayotgan cho'kindi – q_{qch} bilan suv yo'qotilishi (0,07...0,08) Q_{tq} :

$$Q_{qch} = 0,075 Q_{tq}$$

Qattiq zarracha gidrotsiklonga kirgach, suyuqlik oqimi bilan birga gidrotsiklon o'qi atrofida aylanma harakat qiladi va unga ta'sir etuvchi kuchlar nisbatiga bog'liq ravishda o'q bo'ylab hamda radial yo'nalishda harakatlanadi. Zarrachalar qancha mayda va uning zichligi bilan sovutish suyuqligi zichligi orasidagi farq qanchalik kichik bo'lsa, uning harakat trayektoriyasi suyuqlik oqimi chiziqlariga shunchalik yaqinlashadi, natijada eng mayda zarrachalar gidrotsiklonda deyarli suyuqlik zarralari kabi harakatlanib, qumlar va oqava suvlari orasida suyuqlik bilan bir xil nisbatda taqsimlanadi. Gidrotsiklonda harakatlanayotgan zarrachaga markazdan qochma kuch, og'irlik kuchi, kinematik va turbulent qovushqoqlikka bog'liq ravishda suyuqlik bosimi va zarrasuyuqlik chegarasidagi ishqalanish kuchlari, suspenziya zichligiga bog'liq bo'lgan Arximed kuchi, turbulent oqim natijasida hosil bo'ladigan ko'taruvchi kuch, turbulent qovushqoqlik bilan bog'liq kuchlar hamda boshqa zarralarga yoki gidrotsiklon devoriga urilishda yuzaga keladigan qarshilik kuchlari ta'sir ko'rsatadi.

Qurilma ichida harakatlanayotgan suyuqlik oqimi ko'pincha turbulent holatda bo'ladi, bu esa turbulent diffuziya deb nomlanuvchi hodisaning paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Ushbu jarayon gidrotsiklonning ajratish samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Gidrotsiklonda sodir bo'ladigan ajratish amaliyoti yuqori tezlikda harakatlanayotgan suyuqlik bilan xarakterlanadi. Bu suyuqlik moslamaga bosimli holda uzatilgani sababli, uning ichida turbulent tebranishlar va aylanma oqimlar shakllanadi. Mayda zarrachalar, faza va amplituda nuqtai nazaridan biroz kechikkan holda, oqimdagi pulsatsion harakatlarga qo'shib, oqim yo'nalishi bo'ylab faol diffuzion harakat qiladi.

Bundan tashqari, oqim devorlariga yaqin hududlarda muhitning o'rtacha tezligi va uning pulsatsion komponentlarining keskin o'zgarishlari mavjud bo'lgani uchun, zarrachalarning yana ikki turdagi harakati vujudga keladi. Shulardan biri — zarrachalarning oqimdagi muhitga nisbatan uning yo'nalishdagi tezligi bilan aniqlanadigan bo'ylama sirpanishi, ikkinchisi esa zarrachalarning muhitdagi turbulent tebranishlar tezligiga yaqin bo'lgan ko'ndalang ko'chishi hisoblanadi. Shu sababli, turbulent oqimning kesim sathida zarrachalar zichligining taqsimoti laminar oqimdagidan sezilarli darajada farq qiladi. Muhitning turbulent xususiyatlaridan yana biri — bu oqimdagi zarrachalarning devor tomon cho'kish tezligining keskin ortishidir. Aynan shu jihatlar tufayli, dispers muhitlarni ajratishda gidrotsiklondagi turbulent ajratish jarayonining samaradorligini aniqlash dolzarb va muhim vazifalardan biri sanaladi.

3. Natija va muhokamalar

Suyuqlik oqimining turbulent rejimida zarrachalarning kanal devorlariga cho'kish tezligi odatda o'sha zarrachalarning laminar oqimdan diffuzion (broun) cho'kish tezligidan bir necha tartibga yuqori bo'ladi va ikkinchisiga qarama-qarshi o'laroq, muhit oqimining tezligi ortishi bilan ortadi, bu esa hodisaning inersion tabiatidan dalolat beradi.

Yon devor atrofida zarracha tezligining sezilarli pasayishi sodir bo'ladi. Bu qatlam qalinligi juda kichik, shuning uchun ba'zan uni e'tiborga olmasa ham bo'ladi. Dispers zarrachalar yon devorga o'tiradi va quyilish teshigi tomon pastga harakatini davom ettiradi, yoki gidrotsiklon devoriga urilib, qanday kuch ta'siriga tushib qolganiga qarab o'z harakatini davom ettiradi.

$$\eta = 1 - EXP(-N) \quad (7)$$

Bu yerda N - oqim konsentratsiyalariga nisbatlangan ko'chish birliklari soni:

$$N = \frac{\beta_D \cdot F}{Q} \quad (8)$$

bu yerda F - gidrotsiklon devorlarining yuzasi, m²; β_D - dispers fazaning ko'chish koeffitsiyenti (turbulent migratsiya tezligi), m/s; Q - gidrotsiklonning unumdorligi, m³/s.

Agar qattiq faza turli diametrlilik zarrachalar bilan ifodalangan bo'lsa, u holda samaradorlik additivlik qoidasi bo'yicha hisoblanadi. Bu shundan kelib chiqadiki, har qanday apparatning ishlash prinsipi dispers zarrachalar oqimida muallaq turgan bir yoki bir nechta separatsiyalash mexanizmlaridan foydalanishga asoslangan. Separatsiyalashning umumiy samaradorligiga har bir mexanizmning ta'siri zarrachalarning o'lchamlari va zichligiga, muhitning fizik xususiyatlariga va jarayonning o'tish sharoitlariga bog'liq. Shuni hisobga olgan holda, umumiy samaradorlik quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$\eta_{\Sigma} = 1 - \prod_i (1 - \eta_i) \quad (9)$$

bu yerda η_i - i-mexanizm hisobiga separatsiyalash samaradorligi.

4. Xulosa

Mazkur tadqiqotda teplovoz dizel dvigatelining sovitish tizimidagi qattiq choʻkma va korroziya muammolari yechimi sifatida taklif etilgan uch bosqichli gidromagnit filtr konstruksiyasi va uning ish prinsipi ilmiy asoslangan holda tahlil qilindi; fizik-mexanik jarayonlar va matematik modellashtirish yordamida filtrlash samaradorligi, bosim yoʻqotishlari va optimal oʻlchamlar aniqlanib, tizimning dvigatelning issiqlik rejimini barqarorlashtirish, xizmat muddatini uzaytirish hamda ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishdagi ahamiyati asoslab berildi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Zayniddinov, N. S., Abdulatipov, U. I., Sobirov, J. S., Yoʻlchiyev, U. U., & Kulmanov, B. T. (2024). OʻZBEKISTON RESPUBLIKASI TEMIR YOʻLLARIDA FOYDALANILADIGAN TEPLOVOZLAR DIZELLARINING TASODIFIY NOSOZLIKLARNI OLDINI OLIISH MASALALARI. Eurasian Journal of Academic Research, 4(1-1), 128-133
- [2] Zayniddinov, N., Abdulatipov, U. B., & Yoʻlchiyev, U. (2025). Oʻzbekiston Respublikasida foydalanilayotgan UzTE16M teplovozlari dizellarini chidamliligini oshirish. Vestnik transporta-Transport xabarnomasi, 2(1), 56-58.
- [3] М.М. Башаров, О.А. Сергеева. Устройство и расче гидроциклонов. Учебное пособие. Под редакцией А.Г. Лаптева. Казань 2012.
- [4] Проектирование сооружений для очистки сточных вод: Справочное пособие к СНиП. – М.: Стройиздат, 1990. – 190 с.
- [5] Лаптев А. Г. Эффективность турбулентной сепарации мелкодисперсной фазы в тонкослойных отстойниках / А. Г. Лаптев, М. М. Башаров, А. И. Фарахова // Энергосбережение и водоподготовка, 2011. № 5 (73). С. 43-46.

[6] Лаптев А. Г. Определение эффективности тонкослойных отстойников в турбулентном режиме / А. Г. Лаптев, М. М. Башаров, А.И. Фарахова // Вода: химия и экология, 2011. № 5. С. 25-30.

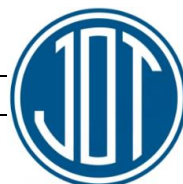
[7] Лаптев А. Г. Модели пограничного слоя и расчет тепломассообменных процессов. Казань: Издво Казанск. ун-та, 2007. 500 с.

[8] Адельшин А. Б. Энергия потока в процессах интенсификации очистки нефтесодержащих сточных вод. Часть 1. Гидроциклоны. Казань: КГАСА, 1996. 200 с.

[9] Поваров А. И. Гидроциклоны на обогатительных фабриках. М.: Недра, 1978. 232 с.

Mualliflar toʻgʻrisida maʼlumot/ Information about the authors

Zayniddinov Nuriddin Savranbek oʻgʻli / Zayniddinov Nuriddin	Toshkent davlat transport universiteti “Lokomotivlar va lokomotiv” kafedrası dotsenti. E-mail: nuriddin24@mail.ru Tel.: +99893-583-77-85 https://orcid.org/0000-0002-4700-3175
Abdulatipov Ulugʻbek Islomjon oʻgʻli / Abdulatipov Ulugbek	Toshkent davlat transport universiteti “Lokomotivlar va lokomotiv” kafedrası doktoranti. E-mail: ulugbek69719497@gmail.com Tel.: +99899 602-53-93 https://orcid.org/0009-0009-9730-1064
Moʻminov Akmal Tashpulatovich/ Muminov Akmal	“Navoiy kon-metallurgiya kombinati” AJ SHK boshqarmasi Temir yoʻl sexi boshligʻi oʻrinbosari E-mail: muminovakmal@gmail.com Tel.: +99894 105-75-10 https://orcid.org/0009-0009-9730-1064



New types of prefabricated-monolithic span structures of highway bridges and overpasses

M.Kh. Miralimov¹^a, K.M. Juraev¹^b, Kh.U. Urazov¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

This article examines the problems of reinforced concrete span structures up to 33 meters long on highway bridges and overpasses. An analysis of the beams of domestic and foreign span structures was conducted, according to which the characteristics of the beams, such as the weight of the structure, the service life of the span structures between repairs, tensile and compressive stresses, acceptable load and durability, were considered. The article develops a constructive solution for span structures that meets new requirements for strength and durability under modern loads, as well as proposals for a new standard design of span structures for small and medium bridges. For this, the European experience of using monolithic reinforced concrete slabs with prefabricated blocks manufactured at the plant was relied upon. The practice of the former Soviet Union, however, suggests joining finished blocks with monolithic joints in bridge construction, which leads to a decrease in durability. The article provides an analysis of technical solutions used in the Republic of Uzbekistan and abroad, and also proposes a constructive solution that allows meeting all the requirements of the new domestic regulatory framework and ensuring the durability of structures at real facilities.

Keywords:

road bridges, overpasses, span structure, prefabricated span structure, reinforced concrete beam, prestressed reinforced concrete, prefabricated reinforced concrete, standard designs, monolithic joints, tensile and compressive stresses, leveling layer, protective layer

Avtoyo'l ko'priklari va yo'l o'tkazgichlarining yangi turdagi yig'ma-yaxlit oraliq qurilmalari konstruksiyalari

Miralimov M.X.¹^a, Jo'rayev Q.M.¹^b, O'razov X.O.¹^c

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Ushbu maqolada avtoyo'l ko'priklari va yo'l o'tkazgichlaridagi uzunligi 33 metrgacha bo'lgan temirbeton oraliq qurilmalar muammolari ko'rib chiqiladi. Mahalliy va xorijiy oraliq qurilmalar to'sinlarining tahlili o'tkazilib, unga ko'ra to'sinlarning xarakteristikalarini ya'ni konstruksiya og'irligi, oraliq qurilmalarning ta'mirlashlar oraliqidagi xizmat muddati, cho'zuvchi va siquvchi kuchlanishlar, qabul qilinadigan yuk va chidamlilik kabi xususiyatlari ko'rib chiqilgan. Maqolada zamonaviy yuklar ta'sirida mustahkamlik va chidamlilik bo'yicha yangi talablarga javob beradigan oraliq qurilmalarning konstruktiv yechimi, shuningdek, kichik va o'rta ko'priklar oraliq qurilmalarning yangi namunaviy loyihasi uchun takliflar ishlab chiqilgan. Buning uchun zavodda tayyorlangan yig'ma bloklar bilan monolit temir-beton plitadan foydalanadigan Yevropa tajribasiga tayanilgan. Sobiq Sovet Ittifoqi amaliyoti esa ko'priklar qurilishida tayyor bloklarni monolit choklar bilan birlashtirishni taklif qiladi va bu chidamlilikning pasayishiga olib keladi. Maqolada O'zbekiston Respublikasi va xorijda qo'llanilayotgan texnik yechimlar tahlili keltirilgan hamda yangi mahalliy me'yoriy bazaning barcha talablarini bajarish va real obyektlarda inshootlarning chidamliligini ta'minlashga imkon beruvchi konstruktiv yechim taklif etilgan.

Kalit so'zlar:

avtoyo'l ko'priklari, yo'l o'tkazgichlar, oraliq qurilma, yig'ma oraliq qurilma, temirbeton to'sin, oldindan zo'riqtirilgan temirbeton, yig'ma temirbeton, namunaviy loyihalar, monolit choklar, cho'zuvchi va siquvchi kuchlanishlar, tekislovchi qatlam, himoya qatlami

1. Kirish

O'zbekiston Respublikasi hukumati tomonidan "O'zbekiston Respublikasining 2030-yilgacha bo'lgan davrda transport strategiyasi" tasdiqlangan. Ushbu strategiyada umumiy foydalanishdagi avtomobil yo'llari

tarmog'i uzunligini 1,5-2 baravarga oshirish ko'zda tutilgan. Shuningdek, 2016-2030 yillarda 7 ming km dan ortiq pullik avtomobil yo'llarini qurish va rekonstruksiya qilish ham rejaqa kiritilgan.

Shu bilan bir vaqtda, bugungi kunda zo'riqtirilgan armaturali yig'ma temirbeton oraliq qurilmalar uchun kapital ta'mirlashgacha bo'lgan davrda xizmat muddati yo'l-iqlim zonasiga qarab 32-38 yilni, zo'riqtirilgan armaturasiz

^a <https://orcid.org/0000-0003-2530-5516>

^b <https://orcid.org/0000-0002-0883-7257>

^c <https://orcid.org/0000-0003-3594-5170>

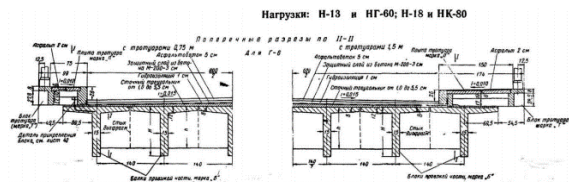


oraliq qurilmalar uchun esa 27-36 yilni tashkil etadi [10]. Bu boshqa turdagi oraliq qurilmalarga qaraganda ancha past ko'rsatkich hisoblanadi. O'zbekistondagi barcha ko'priklarni inshootlari oraliq qurilmalarining deyarli 70 foizini esa aynan shu turdagi oraliq qurilmalar tashkil etadi. Shu sababli, bunday oraliq qurilmali ko'priklarni deyarli barchasini 2030-yilgacha kapital ta'mirlash yoki rekonstruksiya qilish kerak bo'ladi. Shunga ko'ra, O'zbekiston Respublikasida ko'priklarni inshootlarini loyihalash va qurilish amaliyotida oraliq masofasi 18 dan 33 m gacha bo'lgan ko'priklarni inshootlari uchun oraliq qurilmalar konstruksiyasi bo'yicha texnologik, iqtisodiy, ekspluatatsion-ishonchli va uzoq muddatli texnik yechimni ishlab chiqish masalasi o'ta dolzarb va talabgir hisoblanadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Sobiq Sovet Ittifoqida kichik va o'rta ko'priklar uchun oraliq qurilmalarining tayanch konstruksiyalari va boshqa yechimlar bo'yicha 25 dan ortiq namunaviy loyihalar ishlab chiqilgan.

Eng avvalo, bularga hammaga ma'lum bo'lgan yig'ma temirbeton to'sinlar konstruksiyalari kiradi. Bundan tashqari, avtomobil yo'llari ko'priklarni ko'tarmasi, polotnosi, deformatsiya choklari va shu kabi boshqa konstruksiyalar bilan bog'liq loyihalari ishlab chiqildi. 1954-yildayoq arxitektura doirasida yig'ma temirbeton va beton konstruksiyalardan foydalangan holda keng ko'lmda qurilishning sanoat usullariga o'tish e'lon qilindi. Shundan beri mahalliy ko'priklarni qurilishi uchun avtomobil yo'llari ko'priklarida yig'ma temirbeton konstruksiyalarni qo'llash odatiy holga aylandi. 1957-yilda "Союздорпроект" tomonidan 7,5; 10; 12,5; 15 va 20 m uzunlikdagi oraliq qurilmalarining namunaviy loyihalari ishlab chiqildi (1-rasm).

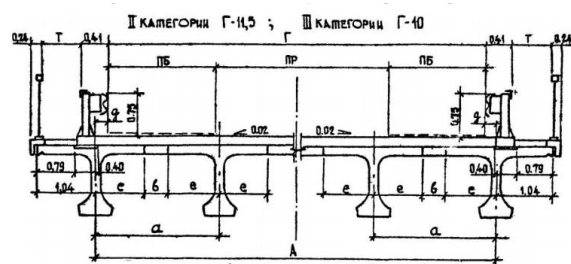


1-rasm. 1957-yilgi namunaviy loyiha bo'yicha oraliq qurilmalarining ko'ndalang kesimini joylashtirish.

56-son

1988-yilda umumiy foydalanishdagi avtomobil yo'llari, ko'chalar va shahar yo'llarida joylashgan ko'priklar va yo'l o'tkazgichlar uchun armaturasi oldindan zo'riqtirilgan ikkitavr kesimli to'sinlardan iborat 12, 15, 18, 21, 24 va 33 m uzunlikdagi yig'ma temirbeton oraliq qurilmalarining 3.503.1-81 seriyali namunaviy loyihasi tasdiqlandi (2-rasm). Unga ko'ra to'sinlarning ko'ndalang yo'nalishdagi qadami oraliq qurilmaning kengligi va qatnov qismining gabaritiga qarab 2,1 m dan 2,4 m gacha o'zgaradi [7].

Bu loyiha Sovet Ittifoqida Transport Qurilishi Vazirligi tomonidan rasman tasdiqlangan ohirgi loyiha edi. Loyiha keng ko'lmda tarqaldi. Bosh to'sinlar bloklarining qolip shakli murakkabligiga qaramay, bu to'sinlar butun mamlakat bo'ylab shu darajada tarqaldiki, nafaqat barcha ko'priklarni temirbeton konstruksiyalari zavodlarida, balki ko'priklarni konstruksiyalarini ishlab chiqarishga ixtisoslashmagan boshqa ko'priklarni temirbeton konstruksiyalari zavodlari tomonidan ham ishlab chiqarildi va sotildi.



2-rasm. Oraliq qurilmalarining ko'ndalang kesimini namunaviy loyiha bo'yicha joylashtirish.

3.503.1-81 seriya

3.503.1-81 seriyali namunaviy loyihadan tashqari yig'ma temirbeton oraliq qurilmalar uchun boshqa texnik yechimlar ham ishlab chiqilgan. Masalan, to'sinlar o'qlari orasidagi masofa 2,4 m gacha bo'lganda oldindan zo'riqtirilgan armaturali va to'sin uzunligi bo'yicha esa o'zgarmas kesimli tomchi shaklidagi to'sinlarning namunaviy loyihasi ishlab chiqilgan [6].

Mamlakatimiz amaliyotida 2011-yilda SHNK "Ko'priklar va quvurlar" ishlab chiqarilgan bo'lib, unda yuklamalar va boshqa ta'sirlar bo'yicha qo'shimcha talablar kiritilgan. 3.503.1-81 seriyali namunaviy loyiha bo'yicha to'sinlar qayta hisoblandi. Unga ko'ra to'sinlarning ko'ndalang kesim shakli o'zgarishsiz qoldi va faqatgina to'sinlar o'qlari orasidagi masofa 2,1 m gacha kamaytirildi.

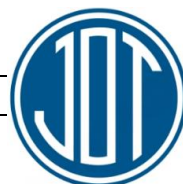
Shuningdek, ushbu loyihada bosh to'sinlar tutashuvi bloklari plitalarining konstruktiv yechimlari o'zgarishsiz qoldi va tekislovchi qatlami bajarish zarurati saqlanib qolindi. Chunki oraliq qurilmalarining qatnov qismi plitasi va ko'priklarni polotnosi konstruksiyaning eng mas'uliyatli va agressiv tashqi ta'sirlarga moyil elementlaridan biridir.

Qatnov qismi plitasining betoni vaqtinchalik yuklar ta'sirida oraliq bo'ylab yo'nalishda siqilish bo'yicha chegaraviy yuklarga yaqin bo'lgan siqilish yuklarga duch keladi. Oraliqqa ko'ndalang yo'nalishda esa yig'ma bloklar plitasi, tekislovchi qatlam va qatnov qismi plitasining monolit choklari siklik eguvchi ta'sirlarga uchraydi. Shu bilan birga, yo'lning qatnov qismi yog'ingarchilik va muzlashga qarshi reagentlar ko'rinishidagi agressiv ta'sirlarga uchraydi. Toshkent shahridagi ko'priklarning oraliq qurilmalarini o'rganish natijalariga ko'ra, 20-25 yillik ekspluatatsiyadan so'ng deyarli 100% hollarda qatnov qismi plitasining shikastlanishi qayd etilgan.

Amaliyot davomida qatnov qismi plitasidagi monolit choklar bilan birgalikda zavodda tayyorlangan bosh to'sinlarning yig'ma bloklaridan tayyorlangan oraliq qurilmalarni ekspluatatsiya qilish shuni ko'rsatdiki, bunday hollarda tayyorlangan oraliq qurilmalardagi to'sinlarni birlashtiruvchi monolit choklarning sifati juda past bo'ladi. O'rganishlarga ko'ra bunday hollarda quyidagi kamchiliklar qayd etiladi:

- armatura to'rlarining bir-biriga yaxshi bog'lanmaganligi;
- himoya qatlamining yetarli qalinlikda emasligi;
- armatura chiqishlarining zanglashi;
- beton va chokning yaxshi yopishmagan holati.

Bosh to'sin bloklarining qatnov qismi plitasi bo'ylab monolit birikmasi konstruksiyasining o'zi nuqsonlar paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Chok hosil qilish uchun armatura bilan to'yingan kichik hajmda nisbatan oz miqdordagi beton aralashmasini joylashtirish kerak bo'ladi. Bu o'z-o'zidan kirishish yoriqlarining paydo bo'lishiga olib keladi [9].



Ta'kidlash joizki, 20 yillik foydalanishdan so'ng (1995-yilda 350 ta inshoot bo'yicha ma'lumotlarni tahlil qilish natijasida) temirbeton to'sinli oraliq qurilmalarda temirbeton yuzalar uchun eng keng tarqalgan nuqson – to'sinlar orasidagi plita betonining ishqorlanishi ekanligi aniqlangan. Ayrim manbalarda chok konstruksiyasi zarur ishonchlilikka ega emasligi va uni tayyorlash jarayoni ko'p mehnat talab qilishi qayd etilgan.[4,5]

Jiddiy kamchiliklarga tekislovchi qatlam o'rnatish zaruratini ham kiritish kerak. Bu konstruktiv elementning yupqaligi uning sifati va chidamliligini kafolatlay olmaydi. Bu omillarning barchasi chidamlilikni pasaytiradi, inshootlarni ta'mirlash bilan bog'liq ekspluatatsiya xarajatlarning oshishiga olib keladi va oraliq qurilmalarning ta'mirlashlararo muddatlarini qisqartiradi. Bu holat me'yoriy hujjatlarda o'z aksini topgan.

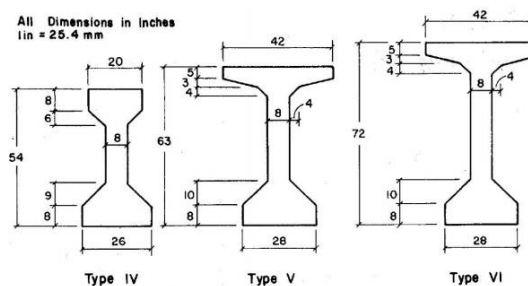
Shu bilan birga, 90-yillarda Rossiyada monolit ko'priklarni qurilishi jadal rivojlandi va qurilish maydonida betonlangan, oldindan zo'riqtirilgan temir-betondan yasalgan oraliq qurilmalar qo'llanila boshlandi [3]. Qurilish maydonida beton ishlarini bajarish texnologiyasi rivojlanish uchun kuchli turtki oldi. Yangi betonlash uskunolari va texnikasi, beton nasoslari, ko'chma beton zavodlari keng tarqaldi. Bu esa kafolatlangan sifat darajasidagi beton aralashmasini ishlab chiqarishni ta'minlash imkonini berdi. Bularning barchasi monolit beton konstruksiyalarini sifatli bajarish masalasining dolzarbligini bartaraf etdi.

Xorijdagi vaziyatga kelsak, mavjud yo'l tarmog'ining hajmi, ko'p sonli sun'iy inshootlarga ega tezyurar yo'llarni loyihalashtirish va moliyalashtirish hajmi bo'yicha hozirgi kunda dunyoda yetakchi o'rinlarni AQSH va Yevropa Ittifoqi mamlakatlari egallab turibdi.

AQSH yo'l qurilishida qatnov qismining monolit plitasi bilan zavodda tayyorlangan oldindan zo'riqtirilgan temirbeton to'sinlardan iborat oraliq qurilmalardan foydalanish keng qo'llaniladigan yechim hisoblanadi. AQSHda yo'l qurilishi tegishli shtatlar ixtiyoriga berilgan. Har bir shtat o'ziga xos talablarga ega bo'lib, qurilish amaliyoti shtatlar bo'yicha bir biridan farq qiladi. Biroq, oraliq qurilmalarning konstruktiv yechimlari sifatida oraliq uzunligi 50 metrdan kam bo'lgan ko'priklar uchun qatnov qismining monolit plitasi bilan ikkitavrli yig'ma oldindan zo'riqtirilgan to'sinlar ishonchli tarzda yetakchilik qilmoqda.

Misol uchun qatnov qismining monolit plitasi bilan zavodda tayyorlangan oldindan zo'riqtirilgan temirbeton to'sinlardan iborat oraliq qurilmalar Vashington shtati yo'llarida eng ko'p qo'llaniladigan yechim hisoblanadi [1]. Bu yechim yangi qurilayotgan ko'priklarni inshootlarining 80 foizida tatbiq etilmoqda. W95G turidagi bloklar uchun bunday to'sinlarning maksimal oraliqi 56,4 metrni tashkil etadi. Bosh to'sinlarning ikkitavrli blokleri bilan bunday konstruktiv yechimlar o'tgan asrning 50-yillaridan beri qo'llanib kelinmoqda. Ushbu yechim iqtisodiy jihatdan samarali bo'lib, qurilish muddatini qisqartirish imkonini beradi.

AQSHda 50-60-yillarda ishlab chiqilgan oldindan zo'riqtirilgan temirbeton bosh to'sin bloklarining ko'ndalang kesim turlari 3-rasmda tasvirlangan. IV tur 50-yillarning oxirida, V va VI turlar esa 60-yillarning boshida ishlab chiqilgan. Shuningdek, ikkitavr kesimlardan tashqari boshqa turlar ham qo'llaniladi. Masalan yuqori tokchasi bo'lmagan "Bath-tub" deb ataladigan qutisimon blokler, kichik oraliqlar uchun g'ovakli plitalar, to'g'ri to'rtburchak kesimli qutisimon blokler va gumbazsimon plitalar.



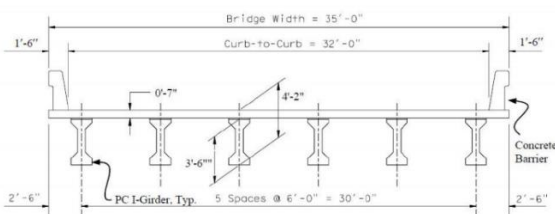
3-rasm. AQSHda 50-60-yillarda ishlab chiqilgan bosh to'sinlar bloklarining kesimlari

AQSHda loyihalash amaliyotiga ko'ra, oraliqni qoplash uchun bloklarning uzunligi va joylashuvi namunaviy yechimda emas, balki aniq inshootning loyihasida individual belgilanadi [2]. Biroq, hozirda har ikki konstruktiv yechimlarni eng samarali tarzda qo'llash bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqilmoqda. Masalan, Kaliforniya shtatida W42 blokleri uchun 13 metrlik oraliqda ko'ndalang yo'nalishdagi to'sinlar orasi 3,66 metrni, 21 metrlik oraliqda esa 1,83 metrni tashkil etadi. Bu boshqa turdagi oraliq qurilmalar uchun ham o'rinli. Tegishli oraliq uzunligi uchun to'sinlar orasini aniqlovchi tavsiya etilgan nomogrammlar mavjud.

1-jadval

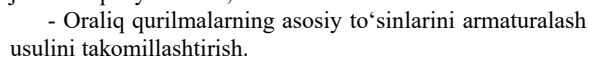
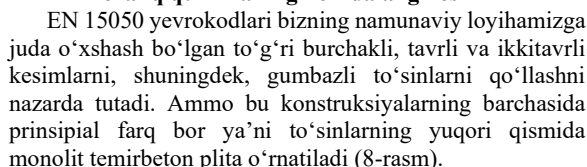
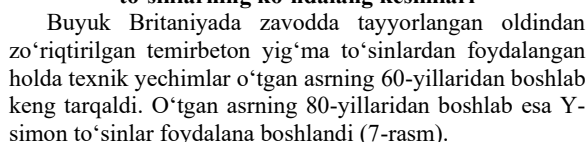
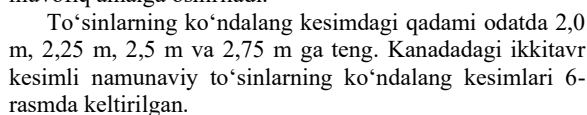
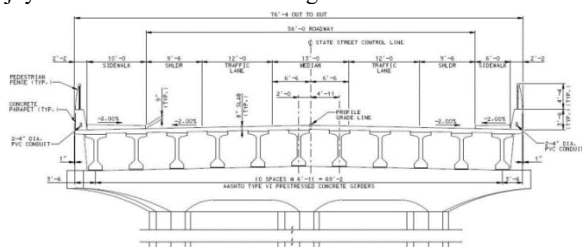
Tegishli oraliq uzunligi uchun to'sinlar orasini aniqlovchi tavsiya etilgan nomogrammlar

To'sin kesimining turi	Ruxsat etilgan oraliq uzunligi ft/m	Tavsiya etilgan oraliq uzunligi ft/m
I-beams (ikkitavrli)	50/15.2-125/38.1	50/15.2-95/28.9
Bulb-tee (kengaytirilgan tokchali ikkitavr)	80/24.4-150/45.7	95/28.9-150/45.7
Bath-tub (yuqori tokchasiz qutisimon)	80/24.4-150/45.7	80/24.4-120/36.6
Keng tokchali ikkitavr	80/24.4-200/60.9	80/24.4-180/54.9
Voided slab (g'ovakli plitalar)	20/6,1470/21,3	20/6,1-50/15,2
Box (qutisimon to'rtburchak)	40/12,2-20/36,6	40/12,2-100/30,5
Delta (qiya devorli qutilar)	60/18,3-120/36,6	60/18,3-100/30,5
Double-tee (gumbazli plitalari)	30/9,1-100/30,5	30/9,1-60/18,3



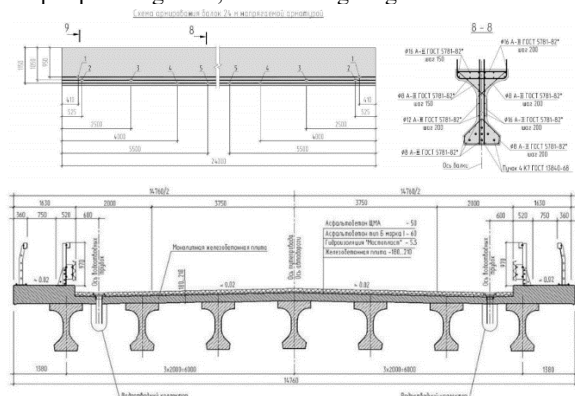
4-rasm. I-beam turidagi bloklardan tayyorlangan oraliq qurilmaning ko'ndalang kesimini joylashtirish

Zavodda tayyorlangan I-beam turidagi oldindan zo'riqtirilgan temirbeton to'sinlardan qurilgan oraliq qurilmaning ko'ndalang kesimi tuzilishi 4-rasmda ko'rsatilgan. To'sinlar orasi 1,83 metr. To'sinlar ustiga qalinligi 17,8 santimetr bo'lgan temirbeton qatnov qismi



Biz 3.503.1-81 seriyali namunaviy loyiha asosidagi to'sinlar uchun qoliplardan foydalanishga oid texnik yechimlarni taklif etamiz, bunda yo'l qoplamasi plitasi va to'sinlarni o'zaro birlashtirish tugunining konstruksiyasi o'zgartiriladi (9-rasm). Bu yig'ma-yaxlit oraliq qurilmali ko'prikkonstruksiyasining yechimi bo'lib, unda oraliq qurilmalarning namunaviy asosiy to'sinlari bloklari ko'llaniladi, biroq zavod bloking yuqori plitasi qalinligi 100 mm gacha kamaytiriladi. Plitada faqat ko'ndalang armaturaning pastki qatori saqlab qolinadi. Qurilish maydonida qalinligi 100 mm bo'lgan ustma-ust yaxlit plitani quyish va asosiy to'sinlar bloklari plitalarining choklarini monolitlash ko'zda tutilgan. Natijada, yo'l qoplamasi plitasining umumiy qalinligi 200 mm ni tashkil etadi. Ustma-ust yaxlit plita va zavodda tayyorlangan bosh to'sin bloklarining birgalikda ishlashini ta'minlash uchun bosh

to'sin bloki plitidan armatura chiqishlari ko'zda tutilgan. Yuqori plitaning eni 1,4 m etib belgilangan.



10-rasm. Yangi yig'ma temirbeton to'sinli oraliq qurilmaning taklif etilayotgan konstruksiyasi

Zamonaviy yuklar ta'sirida mustahkamlik va chidamlilik bo'yicha yangi talablarga javob beradigan oraliq qurilmaning yana bir konstruktiv yechimi 10-rasmda keltirilgan. 3.503.1-81 namunaviy loyihaga muvofiq bajarilgan bosh to'sinlarning konstruksiyasi ishlab chiqilgan bo'lib, yuqori belbog' konsollarining uzunligini qisqartirish, shu bilan birga uning monolit plita orqali balandligini oshirish va yuqori belbog'ning cho'zilgan-siqilgan zonasi maydonini (to'sin konstruksiyasining ishlash bosqichiga qarab - monolit plitani o'rnatishdan oldin va keyin) kompensatsiyalash orqali bosh to'sinlarning shakli olingan.

3. Xulosa

Sivilizatsiya tarixi davomida ko'priklar shahar, mintaq va mamlakatlarning timsoli bo'lib kelgan. Ko'priklar mamlakatning transport tizimi, savdo-sotiq va harbiy faoliyati uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Sivilizatsiya mavjud bo'lishi uchun albatta ko'priklarning o'zmi beqiyosdir. Bugungi kunga kelib ko'priklar sivilizatsiyaning bir qismi bo'lishi bilan birga go'zallik timsoliga ham aylandi [8]. Zamon rivojlanishi bilan esa ko'priklar qurilishi jarayonida ham bir qator yangiliklarni, zamonaviy texnologiya va loyihalarni amalga oshirishni talab qilmoqda.

Hozirgi kunga qadar O'zbekiston sharoitida Sobiq Sovet Ittifoqi davrida ishlab chiqilgan namunaviy loyihalarga tayayilgan holda avtoyo'l ko'priklari qurilishi bajarilmoqda. Ushbu loyihalarga ko'ra oraliq qurilmalardagi to'sinlar o'zaro monolit choklar bilan birlashtiriladi. Ko'p yillik tahlil va o'rganishlarga ko'ra vaqt o'tishi bilan ushbu monolit choklarda darzlar, yoriqlar kabi turli xil nuqsonlar paydo bo'lmoqda. Yuqoridagi keltirilgan taklif etilayotgan usul esa avtoyo'l ko'priklari qurilishida va foydalanishida inshootlarning chidamliligini ta'minlashga imkon beruvchi konstruktiv yechim hisoblanadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] J.A., Weigel; Stephen J. Seguirant «High performance precast pretensioned concrete girder bridges in Washington State». PCI Journal. 2003 r., T. 48, 2.

[2] Andrew M. Cuomo; Joan McDonald. «Bridge Manual». New York State Department of Transportation. New York: 2008.

[3] Л.И., Иоселевский. «Практические методы управления надежностью железобетонных мостов» Москва: НИЦ "Инженер", 1999. ISBN 5-8208-0023-0.

[4] В.М., Фридкин. «О типовом проектировании мостовых сооружений на автомобильных дорогах» Сборник научно-методических работ по повышению уровня обоснованности проектов автомобильных дорог и сооружений на них Выпуск 3: Союздорпроект, Москва 1999. УДК 625.72.

[5] А.И., Небогатых, В.П. Павликов «Повреждения железобетонных мостов и их предупреждение» Сборник Повышение надежности строящихся и эксплуатируемых мостов. Павловск: Дорожный учебно-инженерный Центр, 1996. УДК 625.7.06.

[6] Н.Н., Бычковский, С.И. Пименов. «Железобетонные мосты». Саратов: Саратовский Государственный Технический Университет, 2006.

[7] Э.С., Карапетов. «Проблемы долговечности железобетонных мостов» Сборник трудов 125 лет в мостостроении. Санкт-Петербург: ПГУПС, 2008. ISBN 978-5-7641-0195-8.

[8] Miralimov M. X., Jo'rayev Q. M., O'rozov X. O. Oldindan zo'riqtirilgan temir beton to'sinli ko'priklarning rivojlanish tarixi va bugungi kundagi ahamiyati //Models and methods for increasing the efficiency of innovative research. – 2024. – T. 4. – №. 38. – с. 278-282.

[9] Miralimov M. et al. Influencing of land transport load on structure of backfill arched Road Bridge //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – T. 264. – C. 02013.

[10] Ong C. Y., Choong K. K., Miralimov M. Experimental evaluation of concrete beam with corrugated section under four-point bending test //Proceedings of the 12th Fib International PhD Symposium in Civil Engineering. – 2018. – C. 221-228.

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

Miralimov Mirzaxid Xamitovich / Miralimov Mirzakhid	Toshkent davlat transport universiteti "Avtomobil yo'llaridagi sun'iy inshootlar" kafedrasida dotsenti, t.f.d., (DsC), dotsent Tel.: +998 97 725 09 24 https://orcid.org/0000-0003-2530-5516
Jo'rayev Qaxramon Maxmudjon o'g'li / Juraev Kakhramon	Toshkent davlat transport universiteti "Ko'priklar va tonnellar" kafedrasida tayanch doktoranti, assistent E-mail: juraev_qm@mail.ru Tel.: +998 95 444 59 00 https://orcid.org/0000-0002-0883-7257
O'razov Xumoyun O'tkir o'g'li / Urazov Khumayun	Toshkent davlat transport universiteti "Ko'priklar va tonnellar" kafedrasida tayanch doktoranti, assistent Tel.: +998 94 343 90 26 https://orcid.org/0000-0003-3594-5170



Increasing the attractiveness of suburban passenger train services

D.B. Butunov¹^a, Sh.A. Daminov¹^b, Sh.F. Ergashev¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The purpose of the study is to analyze the movement of suburban passenger trains in the logistics of railway passenger transportation. In organizing the movement of suburban passenger trains, the movement of trains running in the direction of the cities of Tashkent and Khojикent was studied. The location of stations and stops on the Tashkent-Khojикent-Tashkent and Tashkent-Chinorkent-Tashkent (express) trains running on this route was presented graphically. It was found that the use of suburban trains among residents coming from neighboring cities is low. One of the main reasons for this was the inconvenient location of the train stations, stations and stops on the Tashkent-Khojикent-Tashkent and Tashkent-Chinorkent-Tashkent (express) train routes. Therefore, it was proposed to use the German experience in organizing suburban train traffic. This will create an opportunity to increase the attractiveness of suburban passenger train traffic among the population.

Keywords:

passenger transportation logistics, express, single transport card, marketing and advertising, station

Shahar atrofi yo'lovchi poyezdlari harakatini tashkil etish jozibadorligini oshirish

Butunov D.B.¹^a, Daminov Sh.A.¹^b, Ergashev Sh.F.¹^c

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Tadqiqotning maqsadi temir yo'l transporti yo'lovchi tashish logistikasida shahar atrofi yo'lovchi poyezdlar harakatini tahlil qilishdan iborat. Shahar atrofi yo'lovchi poyezdlari harakatini tashkil etishda Toshkent va Xojikent shaharlari yo'nalishida harakat qilayotgan poyezdlar harakati o'rganib chiqildi. Ushbu yo'nalishda harakatlanayotgan Toshkent-Xojikent-Toshkent va Toshkent-Chinorkent-Toshkent (ekspress) poyezdlar harakati yo'nalishidagi stansiyalar va to'xtash punktlari joylashuv holati grafik usulda taqdim etildi. Toshkent shahriga yaqin atrof shaharlardan keluvchi aholi orasida shahar atrof poyezdlaridan foydalanish ko'rsatkichlari past ekanligi aniqlandi. Bunda asosiy sabablardan biri sifatida Toshkent-Xojikent-Toshkent va Toshkent-Chinorkent-Toshkent (ekspress) poyezdlar harakati yo'nalishidagi vokzal, stansiya va to'xtash punktlari joylashuvi aholiga noqulay ekanligi aniqlandi. Shu sababli shahar atrofi poyezdlar harakatini tashkil etishda Germaniya tajribasidan foydalanish taklif etildi. Bu orqali shahar atrofi yo'lovchi poyezdlar harakatini aholi orasida jozibadorligini oshirish imkoniyati yaratiladi.

Kalit so'zlar:

Yo'lovchi tashish logistikasi, ekspress, yagona transport kartasi, marketing va reklama, stansiya

1. Kirish

Hozirgi kunda temir yo'l transporti orqali yo'lovchilarga xizmat ko'rsatish yo'lovchi tashish logistikasining eng muhim tarkibiy qismlaridan biri hisoblanadi [5, 9]. Bunda tashishlar uch turdagi, uzoq, mahalliy va shahar atrofi masofalarida amalga oshiriladi [1-4]. Bu yerda shahar atrofi tashishlari ommaviy ravishda yo'lovchi oqimlarga xizmat ko'rsatishi [1, 8-10] hisobiga alohida ahamiyatga ega.

Hozirgi kunga kelib aholi ko'p istiqomat qiladigan (megapolis) shaharlarda transport tizimini isloh qilish va undan samarali foydalanish asosiy masalalardan biri sanaladi. O'zbekiston Respublikasi geografik jihatdan temir yo'l transportini qurish va undan foydalanish uchun qulay hudud hisoblanadi [8, 9]. Shu bilan birgalikda aholining asosiy qismi kundalik transport vositalariga bo'lgan

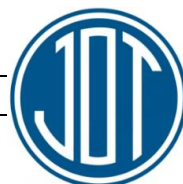
ehtiyojlarini qondirishda asosan avtomobil va temir yo'l transportidan kengroq foydalanishadi.

Statistik ma'lumotlarga ko'ra hozirgi kunda umumiy yo'lovchi tashishning 91% avtomobil transporti, 6% temir yo'l transporti, 2% havo transporti va 1% boshqa transport turlari hisobiga to'g'ri kelishi keltirilgan [8, 10]. Biroq, avtomobil transporti vositalaridan aholining ommaviy ravishda foydalanishi ortidan juda ham jiddiy muammolar yuzaga kelib chiqayotgani hech kimga sir emas. Jumladan bularga: havoning ifloslanishi yani avtomobil yonilg'i yoqishi orqali havoga karbonat angidrit gazi (CO₂), azod oksidi (NO_x) ajralib chiqishi, doimiy shovqinni yuzaga kelishi, yuqori darajadagi tirbandliklarning paydo bo'lishi, yo'l harakati hodisalari sodir bo'lish ehtimolini yuqori ekanligi, shaharlarning ekologik holati va arxitekturasiga salbiy tasir ko'rsatishi kabi muammolarni keltirib chiqarishi BMTning atrof-muhitni himoya qilish tashkiloti (UNEP) tomonidan keltirib o'tilgan [11, 12]. Shu munosabat bilan butun dunyoda ekologik toza transport turi sanaladigan temir

^a <https://orcid.org/0009-0009-4165-0257>

^b <https://orcid.org/0009-0002-8934-8718>

^c <https://orcid.org/0009-0008-8865-5648>



yo'l transportidan ommaviy foydalanishga bo'lgan ehtiyoj yildan yilga ortib bormoqda. Jumladan jahondagi eng rivojlangan davlatlardan biri Germaniyada ham ushbu muammo dolzarb hisoblanadi. Hozirgi kunda Germaniya aholisining 68% avtomobil transporti orqali kundalik tarzda ishga borish uchun foydalanmoqda, temir yo'l transportidan 4.6%, umumiy jamoat transportidan 14% ya'ni (avtobus, tramvay, shahar atrofi poyezdi, yer osti va yer usti metrolari va h.k.), velosiped orqali 10.5% va piyoda ishga boradiganlar esa 6.7% ni tashkil etadi [2-7].

Shuning uchun shahar atrofi poyezdlari harakatini tashkil etishda yo'lovchi vokzallari, stansiyalari va to'xtash punktlarini aholiga qulay hududda (transport turlari harakati yaxshi rivojlangan) joylashtirish maqsadga muvofiqdir.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Adabiyotlar tahlili va metodologiyasi. Shahar atrofi yo'lovchi poyezdlari harakatini samarali tashkil etish, ularni harakatiga salbiy ta'sir ko'rsatuvchi omillarni aniqlash, tahlil qilish va baholash hamda shahar atrofi poyezdlar harakatini tashkil etishda boshqa turdagi jamoat transportlari bilan muvofiqlashtirish usullarini rivojlantirish bo'yicha ko'plab olim va mutaxassislar ilmiy izlanishlar olib borgan [3, 4, 6]. Jumladan, muallif T.A. Malakhova o'zining [3] ilmiy ishida shahar atrofi yo'lovchi poyezdlar harakatini tashkil samarali tashkil etish uchun boshqa turdagi yo'lovchi poyezdlari va jamoat transportlari (tramvay va avtobus)lar o'rtasida multimodal tashishlarni tashkil etishni taklif etgan. Bunda yo'lovchilar yagona transport kartasi orqali transport turlari aro harakatlanganda chipta xarid qilish bilan bog'liq yuzaga keladigan muommolarni bartaraf etish imkoniyati yaratilgan.

Weining Haoa [4] da yo'lovchi poyezdlari harakatini tashkil etishda yo'lovchi oqimini hisobga olgan holda oraliq

to'xtash stansiya va punktlari ishini takomillashtirish usuli ishlab chiqilgan. Ishda poyezdlar harakati yo'lovchilardan kelib tushgan ta'lablar asosida tashkil etilishi keltirilgan.

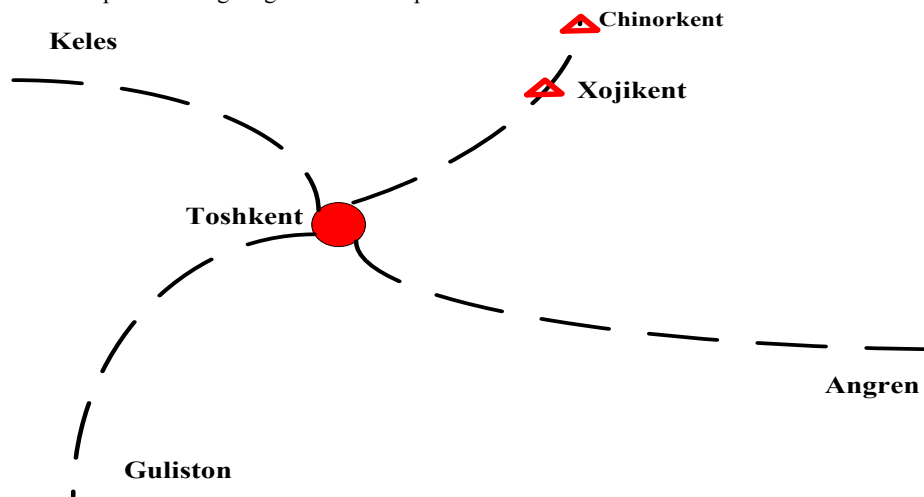
Muallif Jin Qin [6] da tez yurar yo'lovchi poyezdlar harakatini tashkil etishda yo'l kira narxlarini oshirmagan holda yo'lovchilar sayohat vaqtlarini qisqartirish orqali ularga qo'shimcha qulayliklar yaratish imkoniyatlarini amaliyotga joriy etish usullari tahlil qilindi.

O'rganilgan ilmiy-tadqiqot ishlari natijasidan shuni ko'rish mumkinki, shahar atrofi poyezdlari harakatini samarali tashkil etish borasida turli yillarda ko'plab olimlar ilmiy izlanishlar olib borgan. Biroq, shahar atrofi poyezdlari harakatini tashkil etishda yo'lovchi stansiya vokzal va to'xtash punktlarini imkon qadar aholi yashash joylariga yaqinroq joylashishini ta'minlash lozim ekanligi aniqlandi. Shuningdek, zarur holatlarda shahar atrofi poyezdlari to'xtash punktlari va aholi yashash markazlari o'rtasida yo'nalishli jamoat transportlari harakatini tashkil etish taklif etildi.

3. Natija va muhokamalar

O'zbekiston Respublikasida hozirgi kunga kelib poytaxt Toshkent shahri

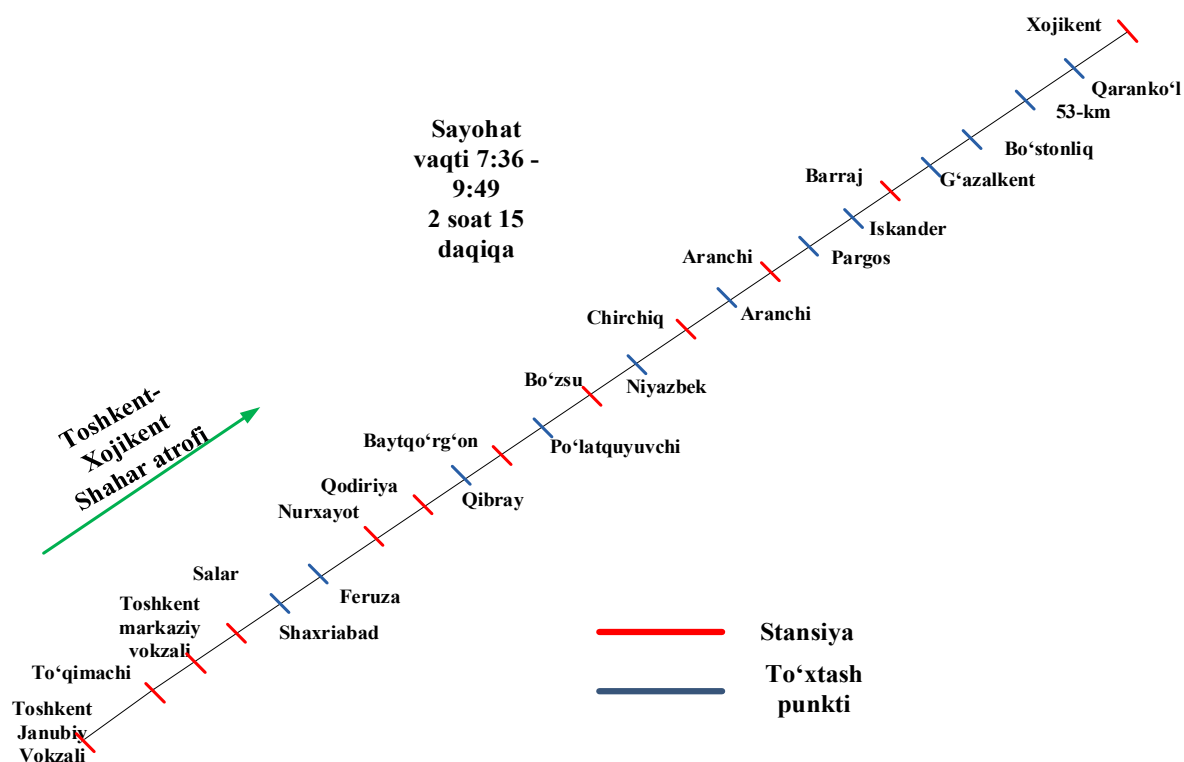
2025-yil, 1-yanvar holatiga ko'ra viloyatlar kesimida eng ko'p aholi yashaydigan shahar 3 mln. 112 ming 800 kishini tashkil etmoqda. Tabiiyki Toshkent shahri Respublikamizda sanoat va ishlab chiqarish markazi hisoblanadi bunda faqat shaharning doimiy yashaydigan fuqarolaridan tashqari yaqin atrofdagi shahar va tumanlardan kunlik ravishda ish, o'qish va boshqa maqsadlarda kelib ketadilar (1-rasm). Shu sababli ish kunlarining boshlanish va tugash vaqtlarida doimiy tirbandliklar yuzaga kelishi odatiy holga aylangan.



1-rasm. Toshkent shahri va unga yaqin yirik shaharlar

Hozirgi kunda Toshkent shahridan harakatlanuvchi ko'plab shahar atrofi poyezdlari qatnovlari mavjud, bularga: Toshkent-Xovos-Toshkent, Toshkent-Bekobod-Toshkent, Toshkent-Xojikent-Toshkent, Toshkent-Chinorkent-Toshkent (ekspres). Jumladan, yo'lovchi oqimlari qolgan

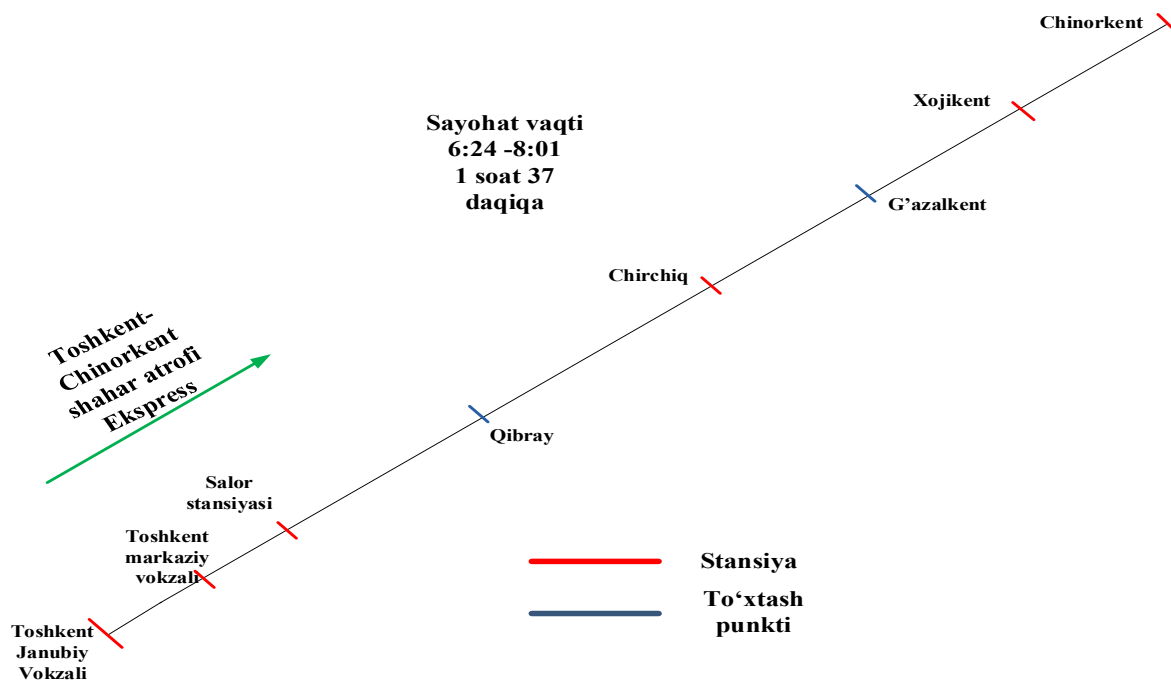
yo'nalishlarga nisbatan sezilarli darajada ko'p va bir tekis bo'lgan Toshkent-Xojikent-Toshkent va Toshkent-Chinorkent-Toshkent temir yo'l yo'nalishlari to'xtash manzillarini inobatga olgan holdagi sxematik ko'rinishi 2-va 3-rasmlarda keltirildi.



2-rasm. Toshkent-Xojikent-Toshkent yo'nalishi sxematik ko'rinishi

Toshkent-Xojikent-Toshkent yo'nalishida (2-rasm) har kuni 4 juftdan shahar atrofi poyezdlar qatnovi yo'lga qo'yilgan. Toshkent janubiy vokzalidan 1-poyezd ertalab soat 7:36 da yo'lga chiqib oxirgi manzil stansiya Xojikentga soat 9:49 da yetib bormoqda, 2-poyezd 13:32 dan 15:53

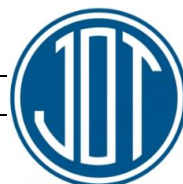
gacha, 3-poyezd 16:50 dan 19:03 gacha, va so'ngi 4-poyezd 18:55 dan 21:19 gacha harakati tashkil etilgan. Xojikentdan-Toshkentga esa 1-poyezd 05:20 dan 07:53 gacha, 2-poyezd 06:22 dan 08:56 gacha, 3-poyezd 10:13 dan 12:25 gacha va 4-poyezd 16:12 dan 18:23 gacha harakat qiladi.



3-rasm. Toshkent-Chinorkent-Toshkent yo'nalishi sxematik ko'rinishi

Toshkent-Chinorkent-Toshkent yo'nalishi Toshkent-Xojikent-Toshkent yo'nalishining mantiqiy davomi sifatida Chorvoq shaharchasigacha yana 1.5 km masofaga uzaytirildi. 2025-yilning 22-yanvar kuni Bo'stonliq

tumanida "Chinorkent" temir yo'l stansiyasi foydalanishga topshirildi. Bunda ko'zlangan asosiy maqsad Chorvoq dam olish maskaniga tashrif buyuruvchi sayyohlar va mahalliy aholiga imkon qadar qulaylik yaratish, bu o'z navbatida



tashrif buyuruvchilarni sonini ortishiga va yana shu maskanga qayta tashrif buyurishiga turtki bo'lib xizmat qiladi. Toshkent-Chinorkent-Toshkent va Chinorkent-Toshkent-Chinorkent yo'nalishlarida 3 juftdan ekspress poyezdlari belgilangan jadval asosida harakatlanmoqda, bunda birinchi ekspress poyezd Toshkent Janubiy vokzalidan tongi 6:24 da jo'nab ketadi va 8:01 da manzil stansiyasiga yetib boradi, ikkinchi poyezd 12:15 dan 13:48 gacha, uchinchi poyezd 18:24 dan 19:56 gacha harakatlanmoqda. Chinorkent-Toshkent-Chinorkent yo'nalishida esa birinchi poyezd 08:26 dan 10:01 gacha, ikkinchi poyezd 14:19 dan 15:52 gacha va so'ngi poyezd 20:16 dan 21:49 gacha harakatlanmoqda [8-10].

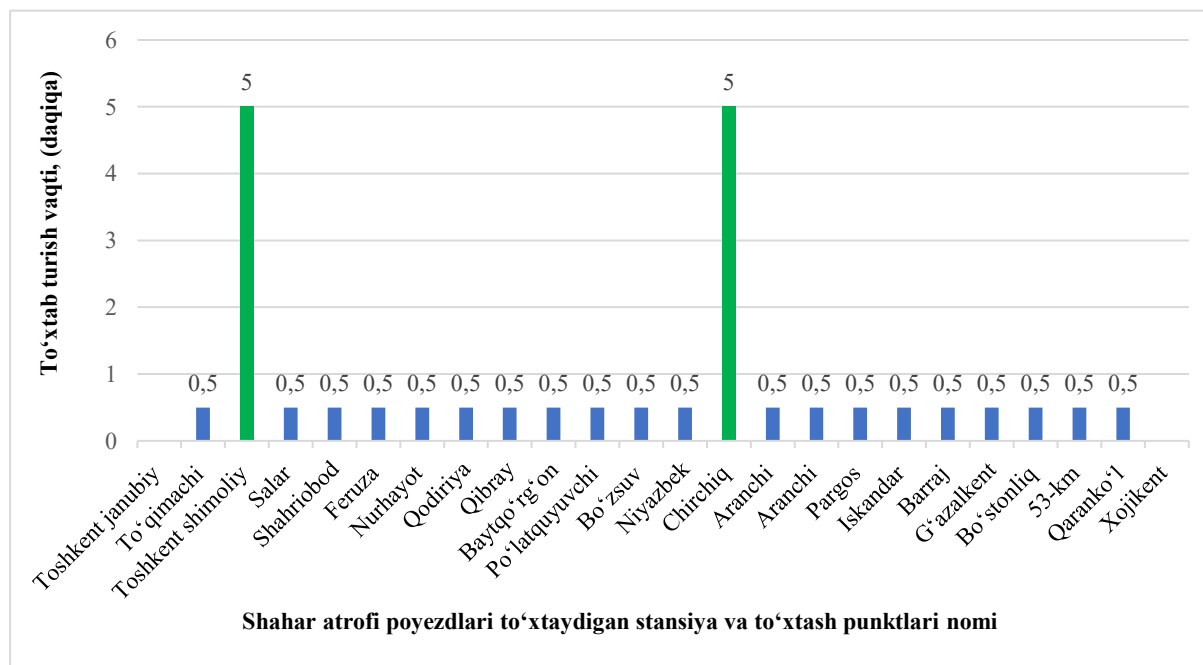
Jahonda ko'pgina rivojlangan davlatlar temir yo'l transportida shahar atrofi poyezdlari harakatini samarali tashkil etmoqdalar. Jumladan, Germaniya shahar atrofi poyezdlari harakatini samarali tashkil etishda namunaviy faoliyat yutib kelmoqda. Hozirgi kunda Germaniya "Yashil transport" dasturini qo'llab quvvatlab, dastur rivojlanishi va aholini ushbu umummilliy harakatda foal bo'lishga chaqirmoqda. Shu munosabat bilan "Intermodal transport" tizimi ya'ni (elektropoyezd+velosiped+piyoda yurish)ni aholi o'rtasida faol targ'ib etmoqda. Ushbu targ'ibot ishlari faqat qog'ozda qolib ketmasligini taminlash maqsadida 2023-yilning 1-mayidan 49 yevrolik "Deutschlandticket" yagona transport kartalari amaliyotga joriy etildi. Ushbu karta umum foydalanish transportlari avtobus, yer osti va usti metrolari, tramvay va shahar atrofi poyezdlariga 30 kun davomida amal qiladi, istisno sifatida (ICE-Intercity express va CE-City express) poyezdlariga amal qilmaydi. 2023-yilning birinchi yarmida Germaniyada avtobus va poyezd orqali tashilgan yo'lovchilar soni 5.3 milliardga yetdi va bu 2022-yilning shu davriga nisbatan 10% ga ko'ndir. 30 km va undan ortiq masofaga qatnovchi shahar atrof poyezdlari (RE-regional express, IRE-intercity express) poyezdlar

harakat qatnovlari 30.4% ga oshdi. Umumiy temir yo'ldan foydalanish ko'rsatkichi 10% dan 12% foizga oshishga erishdi. Germaniya federatsiyasi va Deutschbahn kompaniyasi shahar atrof poyezdlarini aholiga yaqindan tanitish maqsadida ko'pgina targ'ibot ishlari amalga oshirdi:

- rasmiy ommaviy axborot kompaniyalari (radio, TV) "Eng arzon chiptani tanlang-butun Germaniya bo'ylab sayohat qiling" shiori ostida.
- DB, BVG va MIV transport kompaniyalarining poyezdlar va avtobuslar ichidagi "Siz 49 yevroga qayerga bormoqchisiz" kabi reklama qog'ozlari orqali.
- Telecom operatorlik kompaniyalari bilan birgalikda maxsus omadli ishtirokchi aksiyalari bilan.
- yashil transport targ'iboti bilan bog'langan "Ecologic point" balli tizimi orqali.

Toshkent shahri va unga yaqin shaharlardan poytaxtga ish va turli xil yumushlar bilan kelib ketadigan yo'lovchilarga qulaylik yaratish maqsadida "O'ztemiryo'lovchi", "Toshshahartransxizmat" AJ va "Metropolitan" DUK birgalikda shahar atrofi poyezdlari, metro va avtobuslar uchun yagona to'lov kartasi "ATTO" ishlab chiqildi. Hozirda bu yagona karta tizimi aholi orasida keng foydalanilmoqda, bu o'z navbatida shahar atrofi poyezdlaridan foydalanadigan aholiga qo'shimcha qulaylik yaratadi [11, 12].

Shahar atrofi poyezdlari harakat davomida boshqa turdagi poyezdlardan farqli ravishda ko'plab stansiya, vokzal va to'xtash punktlari ga to'xtab poyezddan yo'lovchilarni tushirib va yangi yo'lovchilarni chiqaradi. Shu sababli bu turdagi poyezdlarning umumiy harakat tezligi ham ko'plab omillar tasirida yuqori bo'lmisligi aniqlandi. Toshkent-Xojikent-Toshkent va Toshkent-Chinorkent-Toshkent yo'nalishlarida to'xtash stansiya, vokzal va to'xtash punktlari o'rganildi (4- va 5-rasm).



4-rasm. Toshkent-Xojikent-Toshkent yo'nalishida shahar atrofi poyezdlari to'xtash stansiya va punktlari

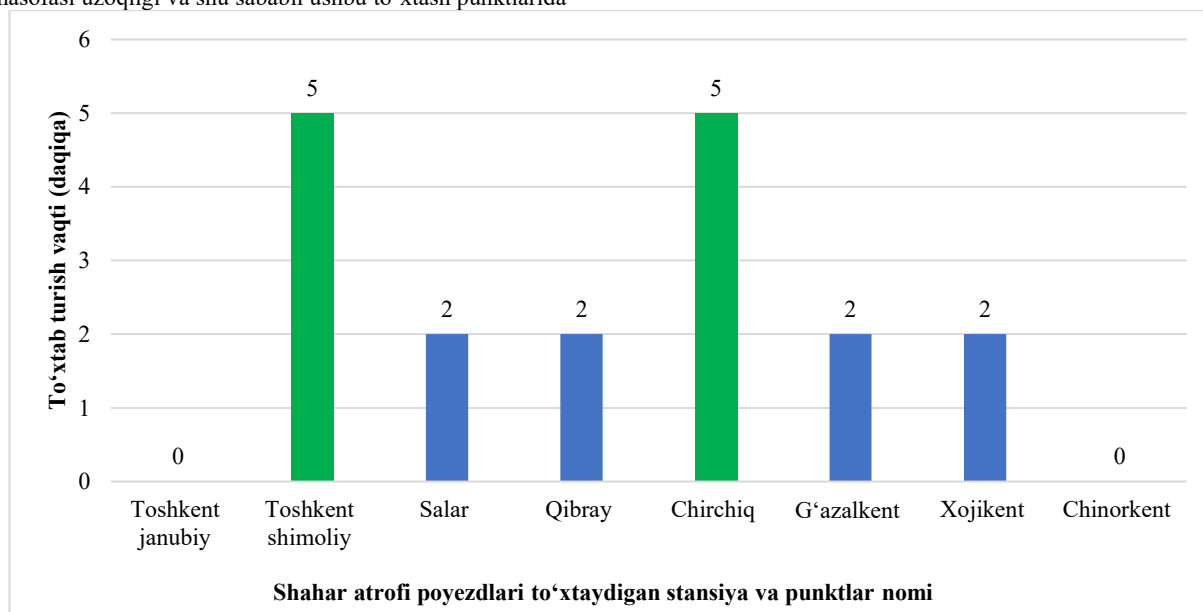
Toshkent-Xojikent-Toshkent yo'nalishida poyezdlar harakat davomida Toshkent shimoliy va Chirchiq vokzallarida 5 daqiqa va boshqa stansiya va to'xtash punktlarida 0.5 daqiqa to'xtashi aniqlandi (4-rasm).

Toshkent-Chinorkent-Toshkent ekspress shahar atrofi poyezdlari yo'nalishida esa Toshkent shimoliy va Chirchiq vokzallarida 5 daqiqa va boshqa stansiya va to'xtash punktlarda 2 daqiqa to'xtash vaqtlari kuzatildi. Bunda ushbu



ekspress poyezdlari stansiya va to'xtash punktlarda ko'proq vaqt to'xtashining asosiy sababi to'xtash punktlari oraliq masofasi uzoqligi va shu sababli ushbu to'xtash punktlarida

yo'lovchi miqdori odatdagi punktlarga qaraganda ko'p bo'lishi aniqlandi.



5-rasm. Toshkent-Chinorkent-Toshkent yo'nalishida ekspress shahar atrofi poyezdlari to'xtash stansiya va punktlari

Toshkent-Xojikent-Toshkent va Toshkent-Chinorkent-Toshkent yo'nalishlarida umumiy harakatlanish vaqtlari to'xtash stansiya va punktlarining soniga to'g'ridan-to'g'ri bog'liq ekanligi aniqlandi.

Toshkent-Xojikent-Toshkent yo'nalishida harakatlanadigan shahar atrofi poyezdlari umumiy sayoxat vaqti odatda 2 soat va 15 daqiqa, biroq Toshkent-Chinorkent-Toshkent ekspress poyezdlari 1 soat va 37 daqiqa harakat qilmoqda.

Toshkent-Xojikent-Toshkent yo'nalishida jami 24 ta, shulardan 12 ta stansiya va 12 ta to'xtash punktlardan tashkil topgan. Toshkent-Chinorkent-Toshkent yo'nalishida esa umumiy 8 ta 6 ta stansiya va 2 ta to'xtash punktlar mavjud. Bunda Toshkent-Xojikent-Toshkent yo'nalishida harakatlanadigan shahar atrofi poyezdlari safar davomida 22 ta stansiyada to'xtab yo'lovchilarni tushirib chiqarsa, Toshkent-Chinorkent-Toshkent yo'nalishida harakatlanadigan ekspress poyezdlari esa 6 ta stansiyada yo'lovchilarni tushirib chiqarish uchun to'xtamoqda. Har ikkala poyezdlarni harakatlanish vaqtlarini bir biriga taqqoslaganimizda ekspress poyezdlari 38 daqiqa vaqt kamroq harakatlanmoqda.

4. Xulosa

Shahar atrofi poyezdlarida harakatlanish Toshkent atrofiga sayohat qilishda aholi uchun xavfsiz, belgilangan vaqtda harakatlanishi va aynan dam olishga boruvchilar uchun juda qulay ekanligi aniqlandi.

Tahlil natijalari shahar atrofi poyezdlari harakatini tashkil etishda marketing siyosati va chipta xarid qilish tizimi parametrlari bir xil bo'lishiga qaramasdan har bir shahar va hudud geografik joylashishidan kelib chiqib yondashuvlar turlicha ekanligini ko'rsatdi.

Toshkent-Xojikent-Toshkent va Toshkent-Chinorkent-Toshkent shahar atrofi poyezdlari harakatini boshqa turdagi jamoat transport turlari bilan muvofiqlashgan holda tashkil

etish zaruriyati aniqlandi hamda ushbu yo'nalishlarni tizimli tahlil qilish natijasida quyidagilar aniqlandi:

- yo'lovchi oqimi doimiyligi;
- sayohatchilarning aksariyat qismi chet-ellik sayyohlardan tashkil topganligi;
- qatnovlar kunning qulay vaqtlarida tashkil etilganligi (Toshkent shahriga kunlik qatnab ishlovchilar uchun ish vaqtlarining boshlanish va tugash vaqtiga qulay ekanligi);
- chipta narxi avtomobil transportidagi narxga nisbatan bir necha barobar arzon ekanligi;
- yo'nalishda ikki xil turdagi poyezdlardan foydalanish imkoniyati mavjud ekanligi;
- ekspress poyezdida umumiy safar vaqti to'xtash punktlari soni kamligi sababli 38 daqiqa vaqt tejashi kuzatildi.

Ushbu yo'nalishda stansiya, vokzal va to'xtash punktlarining soni ko'p ekanligiga qaramasdan aholi yashash joylariga uzoq ekanli va shu sababli avtobuslar va shahar atrofi poyezdlarining harakat grafiklari bir-biriga muvofiqlashtirilishi zarurligi taklif etildi. Bu shahar atrofi poyezdlaridan foydalanish ko'rsatkichlarini oshirish hamda poyezdlar sig'imidan samarali foydalanish imkoniyatlarini yaratadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] 2025-2027 yillarda O'zbekiston Respublikasining ijtimoiy va ishlab chiqarish infratuzilmasini rivojlantirish chora tadbirlari to'g'risida O'zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori <https://www.lex.uz/docs/7278617>
- [2] Shahar yo'lovchilar transporti to'g'risida O'zbekiston Respublikasining qonuni <https://lex.uz/docs/10943#11297>
- [3] Малахова Т.А. Методика оценки селективности назначения мультимодальной пассажирской перевозки / Т. А. Малахова, О. Д. Покровская, В. В. Шербаков // Буллетен результатов



научних исследований. – 2022. – № 3. – С. 39-52. – DOI 10.20295/2223-9987-2022-3-39-52

[4] Weining Haoa, Lingyun Menga, Francesco Cormanb, Sihui Longa, Xi Jianga, “A train timetabling and stop planning optimization model with passenger demand”. 8 th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis - RailNorrköping 2019. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000368928>

[5] Butunov Dilmurod Baxodirovich, Shukurov Murodulla Sulaymon o'g'li, Pardayeva Umida Norbayevna, Bo'riyev, Shuxrat Xamroqul o'g'li yo'lovchilarga chipta sotish jarayonini takomillashtirish // orienss. 2022. №4. url: <https://cyberleninka.ru/article/n/yo-lovchilarga-chipta-sotish-jarayonini-takomillashtirish> (дата обращения: 13.05.2025).

[6] Jin Qin, Xiqiong Li, Kang Yang, Guangming Xu, “Joint Optimization of Ticket Pricing Strategy and Train Stop Plan for High-Speed Railway: A Case Study”. Study. Mathematics 2022, 10, 1679. <https://doi.org/10.3390/math10101679>.

[7] Malakhova T. Analysis of the experience of operation and scope of application of direct connections to ensure passenger transportation on regional lines (Анализ опыта эксплуатации и области использования вагонов беспересадочного следования для обеспечения перевозок пассажиров на региональных линиях) / A. Kotenko, T. Malakhova, T. Shchmanev // Transportation Soil Engineering in Cold Regions: Proceedings of TRANSOILCOLD 2019. (Series: Lecture Notes in Civil Engineering, volume 49), Saint Petersburg, 15–22 апреля 2019 года. Vol. 1. – Singapore: Springer, 2020. – p. 363-372. DOI 10.1007/978-981-15-0450-1_37.

[8] Ю.О. Пазойского, “Организация пригородных Железнодорожных перевозок” учеб. пособие / Ю.О. Пазойский и др.; под ред. Ю.О. Пазойского. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. – 270 с. ISBN 978-5-89035-816-5.

[9] O'tkir O'ktamjon o'gli Xusenov, Dilmurod Boxodirovich Butunov, Shuxrat Xamroqul o'gli Bo'riyev shahar atrof poyezdlari to'xtash punktlarining oraliq masofalarini aniqlash tartiblari // Academic research in educational sciences. 2021. №3. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/shahar-atrof-poyezdlari-toxtash-punktlarining-oraliq-masofalarini-aniqlash-tartiblari> (дата обращения: 13.05.2025).

[10] <https://uzrailpass.uz/>

[11] <https://gov.uz/oz/mintrans>

[12] https://railway.uz/uz/informatsionnaya_sluzhba/novosti/36355/

[13] https://www.tagesschau.de/wirtschaft/verbraucher/oepnv-deutschlandticket-auslastung-fahrgastzahlen-100.html?utm_source=chatgpt.com

[14] https://www.mccberlin.net/en/news/information/information-detail/article/49-euro-ticket-resulted-in-significant-modal-shift-from-road-to-rail.html?utm_source=chatgpt.com

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

Butunov Dilmurod Baxodirovich / Butunov Dilmurod Bakhodirovich	Toshkent davlat transport universiteti “Temir yo‘ldan foydalanish ishlarini boshqarish” kafedrası professori. t.f.f.d (PhD). E-mail: dilmurodpgups@mail.ru Tel.: +99897 267 55 67 https://orcid.org/0009-0009-4165-0257
Daminov Shahriyor Asomiddin o'g'li / Daminov Shahriyor Asomiddin ugli	Toshkent davlat transport universiteti, tayanch doktorant E-mail: daminovshakhriyor@gmail.com Tel.: +99894 039 16 99 https://orcid.org/0009-0002-8934-8718
Ergashev Shaxzod Farxod o'g'li / Ergashev Shakhzod Farkhod ugli	Toshkent davlat transport universiteti, magistrant E-mail: shaxzode8360@gmail.com Tel.: +99891 638 83 60 https://orcid.org/0009-0008-8865-5648



Experimental program and methods for developing and improving systems and tools to forecast and monitor emergency situations in railway infrastructure

Kh.K. Zukhridinov¹^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article examines the experimental program and methods for developing and improving systems and tools for predicting and monitoring emergencies in railway structures. Based on the content and essence of the research objectives, an experimental research program was developed. Experimental studies were conducted to confirm the technical effectiveness of the theoretical research results, including the system for forecasting and monitoring the impact of emergencies on railway structures, and the physical and mathematical model for warning about emergency impact indicators.

Keywords: experimental research program, improvement, software, physical and mathematical model, Angren-Pop 2, ShNQ

Temir yo‘l inshootlarida favqulodda vaziyatlarni bashorat va monitoring qilish tizimlari va vositalarini ishlab chiqish va takomillashtirish bo‘yicha tajriba dasturi hamda usullari

Zuxridinov X.Q.¹^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada temir yo‘l inshootlarida favqulodda vaziyatlarni bashorat va monitoring qilish tizimlari va vositalarini ishlab chiqish va takomillashtirish bo‘yicha tajriba dasturi hamda usullari ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot vazifalarining mazmuni va mohiyatidan kelib chiqqan holda temir yo‘l inshootlariga favqulodda vaziyatlar ta‘siridan bashorat va monitoring qilish tizimini, favqulodda vaziyatlarning ta‘siri etish ko‘rsatkichlaridan ogohlatirishning fizik va matematik modelining nazariy tadqiqotlar natijalari texnik samaradorligini tajribada tasdiqlash yuzasidan tajriba tadqiqotlari o‘tkazilib tajriba tadqiqotlar dasturi ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: tajriba tadqiqotlar dasturi, takomillashtirish, dasturiy ta‘minot, fizik va matematik model, Angren-Pop 2, ShNQ

1. Kirish

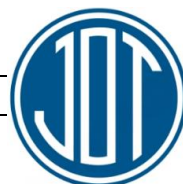
Jahondagi temir yo‘l transporti sohasi mamlakatlarning iqtisodiyotini asosiy transport tizimi tarmog‘i bo‘lib hisoblanadi. Oxirgi yillarga kelib iqtisodiy o‘rish darajasini davlatlararo tovarlarning ayirboshlash ko‘lami temir yo‘l transportiga bo‘lgan ehtiyoj va talabning yanada o‘rsh borishiga olib kelmoqda. Temir yo‘l transportida tashish jarayonini tashkil etish va poyezdlar harakati xavfsizligini ta‘minlashda temir yo‘lning obyektlari va inshootlaridagi doimiy ya‘ni mahalliy monitoring qilish tizimlari dolzarb bo‘lib qolmoqda. Shuning uchun favqulodda vaziyatlarni bashoratlash va monitoring tizimlaridan foydalanib harakatlanuvchi tarkib xavfsizligini ta‘minlash, tog‘li hududlarda joylashgan temir yo‘l inshootlarida favqulodda vaziyatlarni bashorat qilish va monitoring tizimlarini ishlab chiqish bo‘yicha turli davrlarda, mamlakatlarda ko‘pgina olimlar, mutaxassislar tomonidan, temir yo‘l inshootlarini texnik holatini mahalliy monitoring va prognoz qilish, favqulodda vaziyatlar tufayli yuzaga kelishi mumkin

bo‘lgan “zaiflik nuqtalari”ni oldindan bashorat qilish va aniqlash maqsadida, temir yo‘l transporti obyektlarini texnik holatini monitoring va diagnostika qilishni ko‘pgina tizimlari va texnik qurilmalari yaratilgan hamda amaliyotga joriy etilgan.

Dunyoda temir yo‘l transportida favqulodda vaziyatlar oqibatlarini bartaraf etish, xalq xo‘jaligi va temir yo‘l inshootlariga tahdidini oldini olish, yuklar, yo‘lovchi harakatlanuvchi tarkib, temir yo‘l inshootlarining xavfsizligini ta‘minlash qaratilgan ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, jumladan, temir yo‘l transporti infratuzilmasining tog‘ va tog‘oldi hududlarida joylashgan obyektlarida tabiiy tusdagi favquloddagi vaziyatlarning ta‘sirida yuzaga keladigan xavflar ko‘lamini tadqiq etish, risklar ehtimolini baholashning xavfsizlik tahlili tuzilmasi parametrlariga bog‘liqligi bo‘yicha tadqiqotlar ustuvor hisoblanmoqda [2].

Mavzuning dolzarbligi. Tadqiqot vazifalarining mazmuni va mohiyatidan kelib chiqqan holda temir yo‘l inshootlariga favqulodda vaziyatlar ta‘siridan bashorat va monitoring qilish tizimini, favqulodda vaziyatlarning ta‘siri etish ko‘rsatkichlaridan ogohlatirishning fizik va matematik

^a <https://orcid.org/0000-0003-1044-7546>



modelining nazariy tadqiqotlar natijalari texnik samaradorligini tajribada tasdiqlash yuzasidan tajriba tadqiqotlari o'tkazildi [1]. Tajriba tadqiqotlar dasturiga quyidagilar kiritildi:

- temir yo'l inshootlarida favqulodda vaziyatlarni bashorat va monitoring qilish tizimini ishlab chiqishga oid ilmiy tadqiqotlar, ishlanmalar natijalarini tahlilini o'rganish;
- Angren-Pop 2 temir yo'l liniyasi inshootlarining geografik joylashuvlarini o'rganish;
- temir yo'l ko'priklari va viaduk (galereya)larini loyiha qurilish parametrlarini o'rganish (ShNQ 1.04.01-23, ShNQ 2.05.01-23, ShNQ 2.05.03-22, ShNQ 2.05.05-24, ShNQ 2.05.03-12);
- Angren-Pop 2 temir yo'l liniyasi infratuzilmasi obyektlari texnik holatini uzluksiz nazorat qilinishiga oid ekspert baholash (anketa-so'rov) usulini o'tkazish;
- temir yo'l inshootlarida yuzaga keladigan favqulodda vaziyatlarning zarar yetkazish ko'rsatkichlari sabab sodir bo'lish mumkin bo'lgan avariylarni o'rganish;
- temir yo'l inshootlarida yuzaga keladigan favqulodda vaziyatlarning zarar yetkazish ko'rsatkichlari sabab sodir bo'lish mumkin bo'lgan halokatlarini o'rganish;
- temir yo'l inshootlarida favqulodda vaziyatlardan ogohlantirish mahalliy monitoring tizimini fizik modelini ishlab chiqish;
- temir yo'l inshootlarida favqulodda vaziyatlardan ogohlantirish mahalliy monitoring tizimini matematik modelini ishlab chiqish;
- temir yo'l inshootlarida favqulodda vaziyatlardan ogohlantirish mahalliy monitoring tizimini fizik hamda matematik modelini ishlab chiqish va nazariy baholash;
- favqulodda vaziyatlarda bashorat va monitoring qilish tizimining prinsipial sxemasini ishlab chiqish;
- temir yo'l inshootlarida favqulodda vaziyatlardan ogohlantirish mahalliy monitoring qilish tizimini ishlab chiqish;
- amalda foydalaniladigan bashorat va monitoring qilish tizimini namunasini tayyorlash;
- eksperimental bashorat va monitoring qilish tizimini maketi namunasiga ta'sir qiladigan tashqi omillarni o'rganish;
- Angren-Pop 2 temir yo'l liniyasidagi favqulodda vaziyatlarni bashorat qilish tizimining mahalliy monitoring qilish dasturi algoritmning bajarilish ketma-ketligini ishlab chiqish;
- Angren-Pop 2 temir yo'l liniyasidagi favqulodda vaziyatlarni bashorat qilish tizimining mahalliy monitoring qilish dasturining Python 3.9.0 tilida dastur kodini tuzish;
- temir yo'l inshootlariga favqulodda vaziyatlar ta'siridan bashorat va monitoring qilish vositalarini o'rganish;
- taklif etilayotgan bashorat va monitoring qilish texnik qurilmasi samaradorligini baholash natijalari tahlilini o'rganish;
- eksperiment natijalariga ishlov berish.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Materiallar tahlili

Tajriba tadqiqotlarini o'tkazish usullari va vositalari. Temir yo'l transportiga bo'lgan xavfsizlikni yanada oshirish uchun temir yo'l inshootlarida favqulodda vaziyatlarni o'z vaqtida aniqlash va oldini olishda muhim chora tadbirlarini ko'rish kerak [3]. Buning uchun

favqulodda vaziyatlarni bashorat va monitoring qilish tizimining modelini yaratish juda muhim hisoblanadi. Temir yo'l inshootlarida favqulodda vaziyatlarni bashorat va monitoring qilish tizimining tajriba tadqiqotlarini o'tkazish vositalarini ko'rib chiqadigan bo'lsak bular quyidagi qurilmalardan tashkil topgan (1-jadvalga qarang):

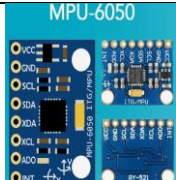
MPU 6050 tipidagi sensorli qurilma uch o'lchovli [4] harakatlarni hisoblaydigan sensor bo'lib bu arzon narxlardagi qurilma hisoblanadi. Bu qurilma smartfonlar, planshetlar, dronlarda va robototexnika sohalarida foydalaniladi [7]. Bu qurilma bir vaqtning o'zida X, Y va Z o'qlaridagi harakatlarni aniqlaydi (1-rasmga qarang).



1-rasm. MPU 6050 uch o'qli sensorning ko'rinishi

Temir yo'l inshootlarida favqulodda vaziyatlarni bashorat qilishda takomillashtirilgan monitoring nazorat qilish vositalari

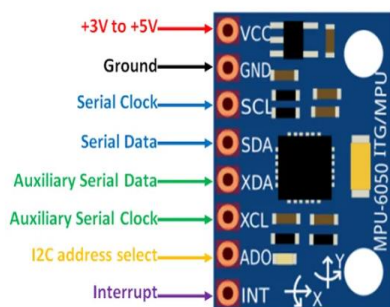
1-jadval

№	Qurilmalar nomi	Qurilmalarni ko'rinishi	Qurilmalarning vazifasi
1	MPU 6050 sensorli datchik		X, Y va Z o'qlaridagi harakatlarni aniqlaydi
2	SIM800L		Mobil telefonga ma'lumotlarni uzatadi
3	NRF24L01 + PA+LNA modul		Taklif etilayotgan texnik qurilmaning ma'lumot uzatish va qabul qilish radio moduli

4	Arduino UNO		Arduino dasturi bilan ulanish uchun Arduino mikrosxemasini
5	USB kabel		Arduino dasturi bilan Arduino mikrosxemasini bog'lovchi USB kabel
6	Ikki tomonlama montaj platasi (5x7)		Qurilmalarni bir-biri bilan ulash uchun montaj platasi
7	Tebranish va zarbani pezoelektrik aniqlash sensori moduli		Harakatni sezuvchi pezoelektrik aniqlash sensori moduli
8	Dupont ulash simlari		Qurilmalarni bir-biri bilan ulash uchun montaj simi
9	4,2 V 10000 mAh 18650 akumulyator batareykasi		Monitoring qilish qurilmasini elektr energiya bilan ta'minlovchi manba

MPU 6050 sensori ulash modul taxtasida (platasida) joylashtiriladi va bu sensorli qurilmaning ishlashi, pinouti, protokoli [6], Arduino platasi bilan ulanish xarakteristikasi quyida ko'rib chiqilgan (2-rasmga qarang).

MPU6050 Module Pinouts



2-rasm. Temir yo'l inshootlarida favqulodda vaziyatlarni bashorat qilishda foydalaniladigan MPU 6050 sensorli qurilmasining kirish va chiqish portlari

3. Xulosa

Maqolaning maqsad va vazifalari mazmun-mohiyatiga oid nazariy tahlil natijalarining aniqligini, taxminlarning ilmiy asoslangan ekanligini va nazariy ma'lumotlarning ishonchiligidini tasdiqlash bo'yicha amalga oshiriladigan tajribalar dasturi ishlab chiqildi.

Tajribalar dasturiga kiritilgan tadqiqotlarni o'tkazish usullari va favqulodda vaziyatlarning ta'siri etish ko'rsatkichlaridan ogohlantiruvchi asboblari hamda uskunalarini tanlab olindi, ularning aniqlik darajasi belgilangan meyorlarda bo'lishi ta'minlandi.

Tajriba tadqiqotlari natijalarini yig'ish, saqlash, qayta ishlash va tahlil qilish uchun zarur ko'rinishda jamlash va taqdim etishning kompyuter amaliy dasturlari va elektron ilovalari tanlab olindi hamda ulardan foydalanish orqali tajriba tadqiqotlari ma'lumotlariga ishlov berildi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Сулайманов С.С., Зухриддинов Х.К., Нурматов Х.М., Медешов Б.Э. "Анализ масштаба рисков возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера на объектах инфраструктуры железнодорожного транспорта Узбекистана" Железнодорожный транспорт: актуальные задачи и инновации, 2023 №4. 112-119 бет.

[2] Sulaymanov S.S., Zuxridinov X.K., Nurmatov X.M., "Angren-pop temir yo'l liniyasida seysmik riskdan erta ogohlantirish tizimini joriy etish masalalari" «FAN, MUHOFAZA, XAVFSIZLIK» ILMIY-AMALIY JURNALI. 1(12)/2024-yil. 108-114 betlar.

[3] Sulaymonov S.S., Nurmatov X.M., Zuxridinov X.K., "Autonomous automatic monitoring system for predicting emergency situations in railway facilities located in foothills and mountainous areas (for example, angren-pop railway line facilities)" The scientific journal vehicles and roads, 2024 №1 152-158 bet.

[4] Бабарыкин м.ю., Жидилиева е.в., "Мониторинг оползней с использованием лазерного сканирования и геодезических наблюдений" Инженерные изыскания на объектах нефтегазового комплекса 3/2014. 16-24б.

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

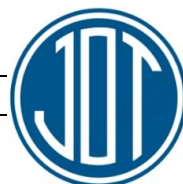
[6] Sulaymanov, S.S., Nurmatov, K.M., Chetkova, Strengthening the capacity of infrastructure facilities of the Angren-Pap railway line to reduce the seismic risk, N.B., 2023 AIP Conference Proceedings ,2624(1),0300560

[7] Zuxridinov X.K. "MPU 6050 sensorli qurilmasi yordamida temir yo'l inshootlarida (Angren-Pop temir yo'l liniyasi inshootlari misolida) favqulodda vaziyatlarni bashorat qilish dasturi". "Ilm fan taraqqiyotida raqamli iqtisodiyot va zamonaviy ta'limning o'rni hamda rivojlanish omillari" mavzusidagi Respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy konferensiya materiallari 3-To'plam 1-son Mart, T.: Qo'qon sh. 2025. 315-323 betlar.

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

Zuxridinov
Xayotbek
Kaxramonjon
o'g'li /
Zukhriddinov
Khayotbek

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



Analysis of experimental research results on the causes of injuries among train conductors

M.M. Talipov¹ ^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article focuses on studying the causes of injuries among train conductors by analyzing objective and subjective factors. Objective factors include poor workplace lighting, low-quality protective clothing and footwear, working conditions, and meteorological factors. Subjective factors involve negligence, fatigue, and insufficient physical performance. According to the survey results, the primary causes of injuries are slippery stairs, uncomfortable protective clothing and footwear, as well as fatigue at the end of shifts. Most accidents occur while dismounting from moving railcars or using stairs. The research findings emphasize the need to enhance the physical and mental preparedness of train conductors, improve the quality of protective equipment, and upgrade technical tools. Additionally, it is recommended to develop methods for assessing professional suitability and reducing risk factors to ensure safety.

Keywords: train conductors, causes of injuries, objective factors, subjective factors, occupational safety, protective clothing, technical tools, physical performance, mental stability, professional suitability, accidents

Poyezd tuzuvchilarining jarohatlanish sabablarini o'rganishga oid eksperimental tadqiqotlar natijalarining tahlili

Talipov M.M.¹ ^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada poyezd tuzuvchilarining jarohatlanish sabablarini o'rganishga qaratilgan bo'lib, obyektiv va subyektiv omillarni tahlil qiladi. Obyektiv omillarga ish joylarining yomon yoritilishi, maxsus kiyim-bosh va poyabzal sifatisizligi, ish sharoitlari va meteorologik holatlar kiradi. Subyektiv sabablar esa ehtiyotsizlik, charchoq va harakat sifatlarining yetishmasligini o'z ichiga oladi. So'rovnoma natijalariga ko'ra, jarohatlarning asosiy sabablari zinapoyalarning silliqqligi, maxsus kiyim va poyabzalning qulay emasligi, shuningdek, smena oxiridagi charchoqdir. Baxtsiz hodisalarning ko'pchiligi harakatlanayotgan vagondan tushish va zinapoyalardan foydalanish jarayonida yuzaga keladi. Tadqiqot xulosalari poyezd tuzuvchilarining jismoniy va asab-ruhiy tayyorgarligini oshirish, maxsus himoya vositalarining sifatini yaxshilash hamda texnik vositalarni takomillashtirish zarurligini ta'kidlaydi. Shu bilan birga, xavfsizlikni ta'minlash uchun kasbiy muvofiqlikni baholash va xavf omillarini kamaytirishga yo'naltirilgan usullar ishlab chiqish taklif etiladi.

Kalit so'zlar: poyezd tuzuvchilar, jarohatlanish sabablari, obyektiv omillar, subyektiv omillar, mehnat xavfsizligi, maxsus kiyim-bosh, texnik vositalar, harakat sifati, asab-ruhiy barqarorlik, kasbiy muvofiqlik, baxtsiz hodisalar

1. Kirish

Ma'lumki, poyezd tuzuvchilarining jarohatlanish sabablari shartli ravishda obyektiv va subyektiv mezonlarga bo'linadi. Obyektiv sabablar: ish joyidagi kuchli shovqinlar, poyezd tuzuvchining xavfsiz mehnat usullari, bajaradigan ishi, malakasi va sog'lig'i o'rtasidagi nomuvofiqlik, murakkab va xavfli operatsiyalarni ish boshqaruvchi ishtirokisiz bajarish, mehnat intizomi, maxsus kiyim-bosh, poyabzal va shaxsiy himoya vositalarining sifatisizligi, mehnat va dam olish rejimining buzilishi, ish joylari va stansiya yo'llarining yetarli darajada va oqilona yoritilmaganligi, noqulay meteorologik sharoitlar (past

harorat, shamol, yog'ingarchilik va boshqalar), xavf haqida ogohlantiruvchi signallarni anglashga xalal beruvchi shovqin, qisqa muddatli mehnat tig'izligi, dam olish xonalarining yo'qligi yoki u yerdagi qoniqarsiz sharoitlar. Subyektiv sabablar: ehtiyotsizlik, poyezd tuzuvchilarining qoniqarsiz harakat sifati (mushak kuchi, harakat tezligi, chaqqonlik, egiluvchanlik va chidamlilik), turli fobiyalarning mavjudligi, charchoq, noqulaylik [1-4]. Odatda, obyektiv sabablarning mavjudligi, ish jarayonining o'zgaruvchanligi sharoitida poyezd tuzuvchilaridan tezkor qaror qabul qilishni talab qiladi. Poyezd tuzuvchisining jismoniy va ruhiy tayyorgarligi o'rtasida nomuvofiqlik bo'lsa, mehnat faoliyatida xavfli holatlar yuzaga keladi. Inson harakat sifatlarining yetishmasligi sababli xavfli hodisalar vujudga kelishi mumkin, natijada ishlab chiqarish

^a <https://orcid.org/0000-0003-0396-4043>



bilan bog'liq turli jarohatlarga olib keluvchi baxtsiz hodisalar ehtimoli ortadi.

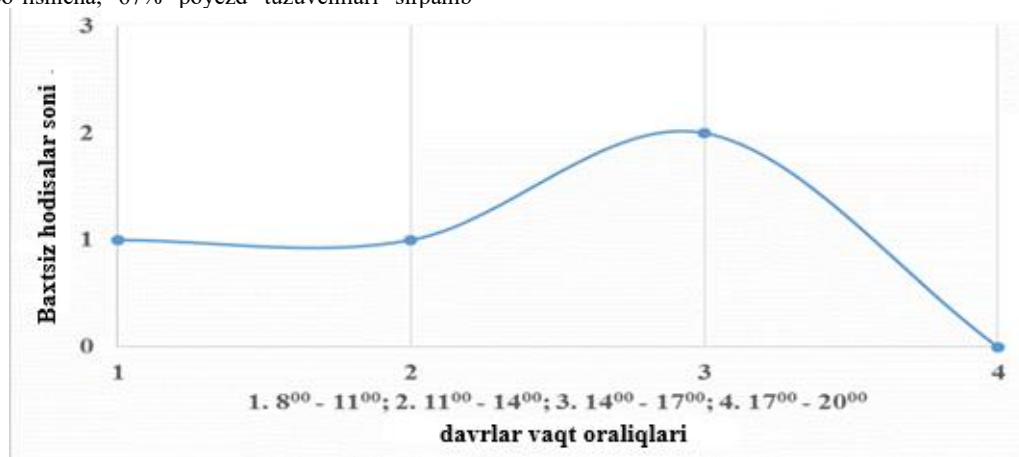
2. Tadqiqot metodologiyasi

Poyezd tuzuvchilari o'rtasidagi jarohatlanish sabablarini o'rganish maqsadida "Toshkent mintaqaviy temir yo'l uzeli" UK stansiyalari poyezd tuzuvchilari o'rtasida so'rov o'tkazildi.

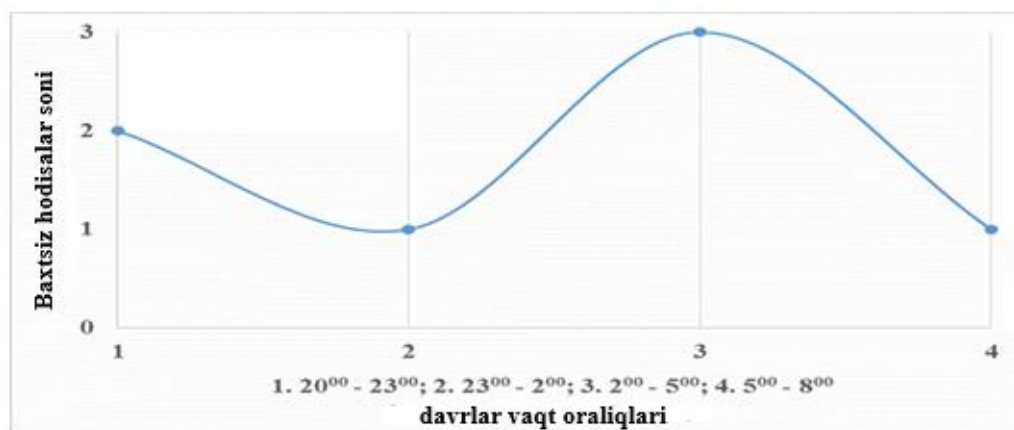
Olingan natijalar tahlili shuni ko'rsatadiki, 5 yil va undan ortiq ish tajribasiga ega bo'lgan poyezd tuzuvchilarining 18 foizi turli xil jarohatlar olgan. Oyoq-qo'llarining shikastlanishi (yuqori va pastki) asosan harakatlanayotgan vagon zinapoyasidan yiqilish (30%), vagon zinapoyasiga chiqishda (25%), temir yo'lni kesib o'tishda va vagon zinapoyasidan tushishda (18%) sodir bo'lgan. Poyezd tuzuvchilari jarohatlanish sabablari sifatida zinapoyalar sirtining silliqiligi va smena so'nggidagi charchoq (50 foizdan) ko'rsatildi. So'rovnoma ishtirok etgan poyezd tuzuvchilarining asosan tizza bo'g'imi (67%), tirsak va bosh (33%) sohasi shikastlangan. Jarohatlanishlarning 25 foizi pay cho'zilishi, yuqori va pastki oyoq-qo'l suyaklarining sinishi, boshning chayqalishi va boshqalardan iboratligi ko'rsatilgan. O'rta darajadagi jarohatlanishlarda 68 foiz poyezd tuzuvchilarining 7 kundan 1 oygacha bo'lgan ish kunlarini yo'qotishiga olib kelgan. Shikastlanishning 50 foizi vagon zinapoyalari sirtining silliqiligi bilan bog'liq. Poyezd tuzuvchisining ish poyabzalini kim va qanday tanlaydi, degan savol o'rganildi. Ma'lum bo'lishicha, 67% poyezd tuzuvchilari sirpanib

ketmaslik uchun poyabzal tagligi materialini hisobga olgan holda poyabzalni tanlash kerakligini bilishmaydi. Poyezd tuzuvchilarining 67 foizi inson tanasining alohida qismlari uchun shaxsiy himoya vositalaridan foydalanmaydi (tizzalar, tirsaklar va turli shlemlar), qo'lqop materiallari metall tutqichlarga sirpanish koeffitsienti bo'yicha qo'llarni mustahkam ushlab imkonini bermaydi. Anketa so'rovnoma materiallariga ko'ra, vagon tutqichining o'lchamlari (diametri, shakli, sirt notekisligi va boshqalar) zinapoyalarga, pandusga ko'tarilish va u harakatlanayotganda inson tanasini yuk vagonlarining maxsus zinachalariga ishonchli mahkamlash uchun qulay emas. So'rovnoma ishtirokchilari poyezd tuzuvchilari poyabzallarining noqulayligi va og'ir ekanini, poyezd tuzuvchilarining 20 foizi radiotelefonlarning keraksizligini aytib, ularning fikricha ishlashga xalaqit beradi. Poyezd tuzuvchilarining 50 foizi qo'lqop materiallarini silliq deb hisoblaydi va ularning fikriga ko'ra, maxsus kiyim-bosh tezda eskiradi, poyabzal tagliklari silliq va foydalanish uchun qulay emas. So'rov natijalariga ko'ra, poyezd tuzuvchilari zinapoyalar, tutqichlar konstruksiyasini takomillashtirish, maxsus kiyim-boshlar uchun norma va talablarni ishlab chiqishni taklif qilishgan [1-4, 6-8].

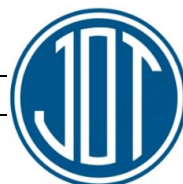
2018-2022 yillarda poyezd tuzuvchilari bilan birinchi va ikkinchi smena vaqtlari boshlanishidan tugaguniga qadar sodir bo'lgan baxtsiz hodisalar alohida tahlil qilindi. Bunda davomiyligi 12 soat bo'lgan smenalar (birinchi va ikkinchi) har biri 3 soatdan tashkil topgan 4 ta davrga ajratildi. Olingan natijalar bo'yicha chiziqli grafiklar qurildi (4.17, 4.18-rasmlarga qarang).



1-rasm. Birinchi smenaning 1, 2, 3, 4 davrlarida sodir bo'lgan baxtsiz hodisalar



2-rasm. Ikkinchi smenaning 1, 2, 3, 4 davrlarida sodir bo'lgan baxtsiz hodisalar



Grafiklar tahlilidan ko'rinib turganidek, poyezd tuzuvchilari bilan sodir bo'lgan baxtsiz hodisalar birinchi va ikkinchi smenalar vaqtlarining 1 hamda 3 davrlarida bo'lib o'tgan. Smenalar vaqtining 1 davriga ishni boshlash va adaptatsiya vaqtlari kiradi, bu vaqtlar oralig'ida poyezd tuzuvchisi tayanch-harakat apparati mushaklari faollashish jarayonini o'tadi. Ushbu soatlarda uning jismoniy harakat sifatleri (kuch, tezlik, chaqqonlik, egiluvchanlik va chidamlilik) ko'rsatkichlari yuqori darajada bo'lmaydi. Smenalarning birinchi davrida sodir bo'lgan baxtsiz hodisalar, bilvosita, poyezd tuzuvchisining jismoniy harakat sifatleri bilan bog'liq ekanligini qayd etish mumkin. Smenalarning uchinchi davri vaqtlarida sodir bo'lgan baxtsiz hodisalar poyezd tuzuvchisining jismoniy harakat hamda asab-ruhiy sifatleri talab darajasida emasligi tufayli yuzaga keladigan toliqish bilan bog'liq [5].

3. Natija

Poyezd tuzuvchilarining shikastlanish sabablarini o'rganishda smenalarning 1-4 davrlari vaqtlarida sodir bo'lgan baxtsiz hodisalar natijalari shuni ko'rsatadiki, ular harakatlanayotgan vagonidan tushayotganda yiqilishi, harakat sifatlarining rivojlanmaganligi, maxsus kiyim-bosh va poyabzal ko'rsatkichlari fizik-mexanik tavsiflarga mos kelmasligi natijasida jarohatlangan. Bundan tashqari, poyezd tuzuvchilarining shikastlanish sabablaridan yana biri asab-ruhiy sifatleri pasaytiruvchi turli xil fobiyalarga moyilligi bo'lishi mumkin. Poyezd tuzuvchilarining shikastlanish sabablarini bartaraf etish uchun ularning harakat (tezlik, kuch, chaqqonlik, egiluvchanlik va chidamlilik) va asab-ruhiy sifatleri hamda mehnat sharoitlarida kelib chiqadigan turli xil fobiyalarga moyilligini hisobga olgan holda poyezd tuzuvchilarining kasbiy muvofiqligini baholash uslubini ishlab chiqish lozim. Poyezd tuzuvchilarining kasbiy muvofiqligini baholash uslubini ishlab chiqishda ularning jismoniy mehnat faoliyatida bajaradigan ishlarida hosil bo'ladigan mexanik quvvat, bevosita harakat va asab-ruhiy sifatlariga bog'liq. Mexanik quvvatning yuqori bo'lishi va fobiyalarga moyillikning yo'qligi, ishlab chiqarishdagi xavfli holatlar va vaziyatlarga olib kelishini bartaraf etish imkonini berib, baxtsiz hodisalar ehtimolini sezilarli darajada kamaytiradi [5-8].

4. Xulosa

Tadqiqot natijalari poyezd tuzuvchilari orasida jarohatlanishning asosiy sabablari texnik va inson omillaridan kelib chiqishini ko'rsatdi. Ish joyidagi yomon yoritilish, maxsus kiyim-bosh va poyabzalning sifatisizligi, zinapoyalarning silliqiligi kabi texnik kamchiliklar jarohatlanish holatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatmoqda. Shuningdek, inson omillari – ehtiyotsizlik, charchoq, jismoniy va asab-ruhiy sifatlarining yetishmasligi jarohatlanish xavfini oshiradi.

Baxtsiz hodisalarni kamaytirish uchun bir qator choralar talif etiladi:

- Poyezd tuzuvchilarining jismoniy va ruhiy tayyorgarligini oshirish uchun trening va mashg'ulotlar tashkil etish.

- Maxsus kiyim-bosh va poyabzal sifatini yaxshilash, ularni xavfsizlik talablariga mos ravishda modernizatsiya qilish.
- Ish joylarida yoritish tizimini takomillashtirish va zinapoya konstruksiyalarini xavfsiz qilish.
- Xodimlarning kasbiy muvofiqligini baholash va xavf omillariga qarshi choralarni ishlab chiqish.

Ushbu chora-tadbirlar ishlab chiqarishdagi xavfli holatlar sonini kamaytirish va poyezd tuzuvchilarining mehnat sharoitlarini yaxshilashga xizmat qiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Сулайманов С., Талипов М.М. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИЧИН ТРАВМАТИЗМА СОСТАВИТЕЛЕЙ ПОЕЗДОВ //Universum: технические науки. – 2022. – №. 5-1 (98). – С. 18-25.
- [2] Сулайманов, С. К совершенствованию методики оценки профессиональной пригодности составителей поездов с учетом различных фобий индивидов / С. Сулайманов, М.М. Талипов // Перспективы развития науки в современном мире : Сборник трудов по материалам XII Всероссийского конкурса научно-исследовательских работ. В 2 частях, Уфа, 20 февраля 2023 года. Том Часть 1. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2023. – С. 106-116.
- [3] «Mehnatni muhofaza qilish to'g'risida»gi 22.09.2016 yil O'RQ-410-son O'zbekiston Respublikasi Qonuni.
- [4] Охрана труда. Определение эффективности мероприятий по улучшению условий труда : учеб.-метод. пособие по одноименному курсу для студентов всех специальностей / сост. И.Т. Ермак [и др.]. – Мн. : БГТУ. – 2005. – С. 4-17.
- [5] И. Герман, Физика организма человека. Пер. с англ.: Научное издание / И. Герман Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011 – 995 – 363-367 с.
- [6] Андрей Гронский О тревоге, страхе и фобиях //Статьи/Эмоции в жизни// <https://www.b17.ru/article/74984/>.
- [7] Попов Г.И. Биомеханика двигательной деятельности: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / Г.И. Попов, А.В. Самсонова. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014.
- [8] D.A. Winter: Biomechanics and Motor Control of Human Movement, 3rd edn (Wiley, New York 2005) 383-141-p.

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

Talipov Toshkent dalat transport universiteti
Miraziz "Texnosfera xavfsizligi" kafedrası
Mirkadirovich dotsent v.b. PhD,
E-mail: talipov_m@tstu.uz
Tel.: +998 97 718 99 44
<https://orcid.org/0000-0003-0396-4043>



Constructive and technological solutions based on climatic zoning of the Bukhara – Miskin railway line

K.S. Lesov¹^a, A.Sh. Uralov¹^b, M.T. Yakhyayeva¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article discusses the methodology of climatic zoning of arid regions of Uzbekistan in order to justify the choice of constructive and technological solutions for protecting railway embankments from sand drifts. Using the example of the Bukhara – Miskin railway line, a detailed classification of sections by degree of aridity (weakly arid, moderately arid, and strongly arid zones) is provided, based on climatic, geographical, and meteorological data. It is established that engineering zoning according to climatic criteria improves the accuracy of sand drift forecasting and allows for the adaptation of protective measures based on natural conditions. An algorithm for selecting protective structures, taking into account wind activity, sand granulometry, and precipitation levels, is proposed, which helps optimize design and operational decisions in a desert climate.

Keywords: arid zones, climatic zoning, Bukhara – Miskin, sand drifts, protective structures, railways, thermal impact, wind, constructive and technological solutions

Конструктивно-технологические решения на основе климатического районирования железнодорожной линии Бухара – Мискин

К.С. Лесов¹^a, А.Ш. Уралов¹^b, М.Т. Яхьяева¹^c

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье рассмотрена методика климатического районирования аридных территорий Узбекистана с целью обоснования выбора конструктивно-технологических решений для защиты земляного полотна железных дорог от песчаных заносов. На примере железнодорожной линии Бухара – Мискин проведена детальная классификация участков по степени аридности (слабоаридная, среднеаридная и сильноаридная зоны) с использованием климатических, географических и метеорологических данных. Установлено, что инженерное районирование по климатическим критериям позволяет повысить точность прогноза пескопереноса и адаптировать конструктивные меры защиты в зависимости от природных условий. Предложен алгоритм подбора защитных конструкций с учётом ветровой активности, гранулометрического состава песков и уровня осадков, что позволяет оптимизировать проектные и эксплуатационные решения в условиях пустынного климата.

Ключевые слова: аридные зоны, климатическое районирование, Бухара – Мискин, песчаные заносы, защитные конструкции, железные дороги, термическое воздействие, ветер, конструктивно-технологические решения

1. Введение

Современное развитие железнодорожной инфраструктуры в странах с аридным климатом сопряжено с серьёзными инженерными вызовами, обусловленными воздействием климатических факторов, включая ветровую эрозию, температурные экстремумы и песчаные заносы [1, 2, 3]. Особенно остро эта проблема стоит в Центральной Азии, где значительная часть железнодорожной сети проходит через пустынные и полупустынные территории с высокой подвижностью песчаных масс и нестабильными климатическими условиями [1, 4]. Одним из наглядных примеров является

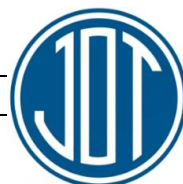
железнодорожная линия Бухара – Мискин, пролегающая через регионы с различной степенью аридности – от слабоаридных до сильноаридных зон [5, 14].

В мировой научной практике активно разрабатываются подходы к оценке и адаптации конструкций транспортной инфраструктуры в условиях пустынь. Исследования, проведённые вдоль Desert Highway в Китае [6], Qinghai–Tibet Railway [7], а также в Саудовской Аравии и на юге США [8], подтверждают эффективность климатического районирования как основы для выбора защитных мероприятий. Эти работы подчеркивают, что без учёта локальных климатических характеристик невозможно обеспечить устойчивость земляного полотна в условиях ветровой активности и

^a <https://orcid.org/0000-0002-9434-0713>

^b <https://orcid.org/0000-0002-6124-5250>

^c <https://orcid.org/0009-0007-5713-8624>



дефицита влаги. Особое внимание в зарубежных исследованиях уделяется учёту направления и скорости ветра, гранулометрического состава подвижных песков, а также сезонных температурных колебаний, вызывающих термические деформации конструкций [6, 8].

Однако в Узбекистане вопросы климатогеографического обоснования защитных решений для железнодорожной инфраструктуры остаются недостаточно разработанными [9, 10]. Отсутствует систематизированная методология климатического районирования в целях проектирования инженерных защитных мероприятий [1, 11]. Кроме того, применение биологических и геосинтетических методов стабилизации песков требует адаптации к различным природно-климатическим условиям по трассе [5, 12, 13]. В этой связи возрастает необходимость проведения комплексных исследований, направленных на формирование научно обоснованных подходов к выбору конструктивно-технологических решений на основе классификации аридных зон [1, 13, 14].

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения устойчивости железнодорожных путей в условиях пустынного климата, снижения эксплуатационных затрат и разработки национальных рекомендаций по проектированию защитных сооружений в аридных регионах Узбекистана [3, 11]. С учётом ожидаемого расширения транспортных коридоров и растущего воздействия климатических изменений, выбор решений, адаптированных к конкретным климатическим зонам, становится стратегически важной задачей [4, 15].

Предмет исследования – конструктивно-технологические решения защиты земляного полотна железных дорог в условиях подвижных песков с учётом климатического районирования.

Цель исследования – разработать и обосновать методологический подход к выбору инженерных решений для защиты железнодорожной инфраструктуры на основе классификации природно-климатических зон на примере линии Бухара – Мискин.

Задачи исследования:

1. Провести классификацию аридных зон вдоль железнодорожной линии Бухара – Мискин на основе метеорологических и географических данных;
2. Оценить климатические факторы, влияющие на устойчивость земляного полотна и интенсивность пескопереноса;

3. Разработать принципы подбора защитных конструкций (механических, геосинтетических и фитомелиоративных) в зависимости от типа климатической зоны;

4. Обосновать инженерно-экономическую целесообразность районирования при проектировании и эксплуатации железнодорожной инфраструктуры в аридных условиях.

2. Методика исследования

Исследование основано на комплексном междисциплинарном подходе, включающем методы климатического районирования, инженерной геологии, геоинформационного анализа, а также анализа нормативных источников и проектной документации, применяемых в условиях аридных территорий [1, 9, 4]. В качестве объекта исследования выбрана железнодорожная линия Бухара – Мискин, протяжённостью около 356 км, проходящая через территории с различной степенью аридности, что делает её репрезентативной для оценки воздействия климатических факторов на устойчивость земляного полотна [5, 14].

Для проведения районирования использованы [3, 15, 16]:

- данные Республиканского гидрометеорологического центра Узбекистана (Узгидромет);
- климатические карты масштаба 1:500 000;
- материалы по ГОСТ 16350–80 «Районирование территории СССР по климатическим условиям строительства»;
- многолетние метеонаблюдения по осадкам, температуре и скорости ветра;
- спутниковые снимки (Sentinel, Landsat) для оценки растительного покрова и песчаной активности.

На основе этих данных территория трассы разделена на три климатические зоны (табл.1):

- слабоаридную (0–39 км),
- среднеаридную (40–166 км),
- сильноаридную (167–356 км).

Для каждой зоны определены:

- среднегодовое количество осадков (мм),
- средняя температура июля (°C),
- частота ветров >6 м/с (дней в году),
- тип рельефа,
- степень развития песчаных процессов.

Таблица 1

Классификация аридных зон

Категория аридности	Среднегодовое количество осадков (мм)	Средняя температура июля (°C)	Частота ветров 0 ...> 6 м/с (дней/год)	Характер рельефа	Примеры районов
Слабоаридные	120-150	+26...+30	до 20	Полупустыни, предгорные равнины	Юг Навоийской области
Среднеаридные	80–100	+30...+35	20–50	Равнины, дюны	Каракалпакстан, южные Кызылкумы
Сильноаридные	<70	>+35	>50	Песчаные пустыни, барханы	Линия Бухара – Мискин



Методика подбора защитных решений изложена в работах [12, 13, 5], а также базируется на оценке параметров климатических зон, их инженерного значения и соответствия применяемым защитным мерам.

Разработка конструктивных решений проводилась на основе сопоставления климатических характеристик с типами воздействий:

- для слабоаридной зоны – приоритет на фитомелиорацию и низкопрофильные насыпи;
- для среднеаридной зоны – применение геоматов, барьеров и щитов;
- для сильноаридной зоны – устройства барханоправляющих валов, анкерных георешёток и комплексных барьерных систем.

Выбор решений сопровождался оценкой:

- коэффициента подвижности песков,
- уровня атмосферной влаги,
- инженерной адаптивности конструкций,
- сроков службы и технико-экономических характеристик.

3. Результаты и обсуждение

Результаты климатического районирования

На основе обработки метеорологических данных и географического анализа железнодорожная линия Бухара – Мискин была условно разделена на три участка с различной степенью аридности:

- Слабоаридная зона (0–39 км) – характеризуется умеренными температурными показателями (до +30 °С),

наличием остаточного растительного покрова и слабой ветровой активностью. Гранулометрический состав песков преимущественно крупнофракционный, что снижает риск интенсивного пескопереноса. Эоловые процессы развиты слабо, что позволяет использовать биологические методы стабилизации, в частности, фитомелиорацию.

- Среднеаридная зона (40–166 км) – характеризуется снижением уровня осадков (до 80 мм/год), ростом температуры (до +35 °С) и увеличением частоты ветров до 50 дней/год. Здесь наблюдается формирование дюн и активный вынос мелкодисперсных песков. Требуются комбинированные защитные решения: барьеры, геоматы, применение гидропосева на стабилизированных участках.

- Сильноаридная зона (167–356 км) – представляет собой типичную пустынную территорию с высокими температурами (свыше +45 °С), нулевыми осадками и сильной ветровой нагрузкой. Грунты пылеватые, с высокой подвижностью. Защитные мероприятия требуют жёстких инженерных решений: барханоправляющие насыпи, закрепление геосинтетическими решётками, анкерование откосов, использование противозрозионных щитов.

Результаты районирования представлены в таблице 2, а визуализация схемы аридных зон – на рисунке 1. Такое районирование позволяет адаптировать инженерные решения к реальным условиям, минимизируя затраты и повышая надёжность земляного полотна.

Таблица 2

Районирование маршрута Бухара – Мискин с климатическим обоснованием				
№	Участок (станции)	Протяжённость (км)	Климатическая зона	Обоснование
1	Бухара I – Янгибад (0–39 км)	39 км	Слабоаридная зона	Умеренно континентальный климат, остаточная степная растительность. Осадки 120–150 мм/год, влажность воздуха зимой до 60 %, слабовыраженные ветровые процессы. Эоловые отложения слабо развиты.
2	Янгибад – Корли Тог (40–166 км)	126 км	Среднеаридная зона	Полупустынный ландшафт с пониженной влажностью (40–45 %), осадки 80–100 мм/год. Усиление ветровой активности до 4–6 м/с. Среднегодовая температура +17...+18 °С. Эоловая активность, умеренная.
3	Корли Тог – Мискин (167–356 км)	189 км	Сильноаридная зона	Типичная пустыня с активными барханами и подвижными песками. Осадки менее 70 мм/год, среднегодовая температура выше +18 °С. Частота ветров более 7 м/с, регулярные пыльные бури (до 25 дней/год), интенсивные процессы пескопереноса.



Рис. 1. Схема районирования аридных зон железнодорожной линии Бухара – Мискин

Сопоставление зон и конструктивных решений

Результаты районирования типов климатических зон и рекомендуемых конструктивно-технологических решений позволяет сделать следующие выводы:

- В слабоаридной зоне целесообразно применять низкзатратные решения, включая биологические и комбинированные укрепления.

- В среднеаридной зоне рекомендуется усиление защитных мероприятий, включая использование геоматериалов и устройств для рассеивания ветровой энергии.

- В сильноаридной зоне требуются максимально устойчивые конструкции, рассчитанные на экстремальные нагрузки и долгосрочную эксплуатацию.



Инженерно-экономическая оценка

Проведённые расчёты показали, что климатическое районирование позволяет:

- сократить избыточные затраты на универсальные защитные меры (до 25%);
- оптимизировать использование геоматериалов по участкам с максимальной эффективностью;
- сократить трудоёмкость мероприятий за счёт адресного применения конструкций.

Таким образом, районирование трассы по степени аридности становится не только научно обоснованным, но и экономически целесообразным этапом инженерного проектирования.

4. Заключение

1. В ходе исследования установлено, что аридные территории Узбекистана, через которые пролегает железнодорожная линия Бухара – Мискин, характеризуются высокой природно-климатической неоднородностью, включающей зоны слабоаридного, среднеаридного и сильноаридного типа. Эти различия существенно влияют на выбор конструктивно-технологических решений для защиты земляного полотна от песчаных заносов.

2. Выполненное климатическое районирование позволило точно классифицировать участки трассы по степени воздействия климатических факторов: температуры, ветровой активности, уровня осадков и подвижности песков. Установлено, что риски разрушения земляного полотна значительно возрастают при переходе из слабоаридной в сильноаридную зону.

3. Разработан алгоритм подбора защитных конструкций в зависимости от климатической зоны:

о для слабоаридных участков – применение биологических и комбинированных методов стабилизации;

о для среднеаридных – использование геосинтетических материалов и барьерных конструкций;

о для сильноаридных – внедрение инженерных сооружений высокой устойчивости к эоловым процессам.

4. Предложенный подход позволяет повысить инженерную обоснованность проектных решений, сократить избыточные расходы на строительство и обслуживание, а также заложить основу для стандартизации проектирования железнодорожной инфраструктуры в пустынных регионах.

Результаты могут быть использованы при разработке национальных нормативов и методических рекомендаций по проектированию защитных мероприятий в условиях аридного климата, а также при планировании новых железнодорожных линий в зоне активных песчаных процессов.

Использованная литература / References

[1] Абдурахманов Ш.К., Уткин С.А., Юсупов Д.М. Влияние климатических факторов на устойчивость инженерных сооружений в пустынных

зонах Узбекистана // Вестник транспортного строительства. – 2022. – № 2(34). – С. 18–24.

[2] Краснов М.М. Аридные зоны Средней Азии: климат и динамика песчаных масс. – Ташкент: Фан, 1981. – 112 с.

[3] Национальный доклад о состоянии окружающей среды. – Министерство экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан. – Ташкент, 2023. – URL: <https://www.iisd.org/system/files/2024-02/uzbekistan-state-of-the-environment-ru.pdf> (дата обращения: 12.05.2025).

[4] Лесов К.С. Научные основы подготовки производственной базы железнодорожного строительства региона (на примере Средней Азии и Казахстана): дис. ... канд. техн. наук. – М.: МИИТ, 1993. – 166 с.

[5] Лесов К.С., Таджибаев Ш.А., Кенжалиев М.К. Экспериментальные исследования по укреплению откосов земляного полотна геоматериалами на опытном участке линии Бухара – Мискин // Наука и инновации в строительстве. – 2021. – № 4. – С. 88–95.

[6] Cheng H., He J., Xu X., Zou X., Wu Y. Blown sand motion within the sand-control system in the southern section of the Taklimakan Desert Highway // Journal of Arid Land. – 2015. – Vol. 7, No. 5. – P. 599–611.

[7] Yin Hai Y., Wang Y., Liu C., Zhang H. Effect of bridge height on airflow and aeolian sand flux near surface along Qinghai–Tibet Railway // Scientific Reports. – 2024. – Vol. 14. – Article 66647. – DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-66647-3>.

[8] Xu X., Li M., Wu Y., He J. Wind dynamics and the effectiveness of gravel barriers in aeolian environments // Aeolian Research. – 2023. – Vol. 64. – Article 100801.

[9] Демьяненко А.Ф. Оптимизация организации земляных и пескоукрепительных работ в аридных регионах // Транспортное строительство. – 1995. – № 8. – С. 35–42.

[10] Гуламов А.А., Дадабоева З.С. Проблемы развития железнодорожного транзитного потенциала Республики Узбекистан // Universum: технические науки. – 2020. – № 5(74). – URL: <https://univsum.com/ru/tech/archive/item/9400> (дата обращения: 12.05.2025).

[11] Национальный план действий по снижению последствий пыльных и песчаных бурь в Республике Узбекистан. – Министерство экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан. – 2023. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/368425850> (дата обращения: 12.05.2025).

[12] Демьяненко А.Ф., Закиров Р.С., Менг Э.К. Системный подход к пескоукрепительным работам при строительстве дорог в пустынях // Проблемы освоения пустынь. – 1988. – № 6. – С. 74–77.

[13] Лесов К.С., Мирахмедов М.М., Таджибаев Ш.А. Мировой опыт применения геосинтетических материалов в конструкциях земляного полотна // Архитектура. Строительство. Дизайн. – 2023. – № 1. – С. 194–197.

[14] Lesov K.S., Kenjaliyev M.K. Organizational and technological parameters during the construction of the Bukhara–Miskin railway line // AIP Conference Proceedings. – 2022. – Vol. 2432. – P. 030026.

[15] Узгидромет. Климатический ежегодник Узбекистана. – Ташкент: РГМИЦ, 2023. – 146 с.



[16] ГОСТ 16350–80. Районирование территории СССР по климатическим условиям строительства. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 40 с.

Информация об авторах/ Information about the authors

Лесов Кувандык Сагинович /
Lesov Kuvandik Saginovich
Ташкентский государственный
транспортный университет, зав.
кафедрой “Инженерия железных
дорог”, кандидат технических наук,
профессор,
E-mail: kuvandikl@mail.ru
Tel.: +99899 876-19-63
<https://orcid.org/0000-0002-9434-0713>

Уралов
Акмал Шакар
угли / Uralov
Akmal
Shakar ugli

Ташкентский государственный
транспортный университет,
докторант кафедры “Инженерия
железных дорог”,
E-mail:

akmaljonorlov1928@gmail.com

Tel.: +99899 817-43-12

<https://orcid.org/0000-0002-6124-5250>

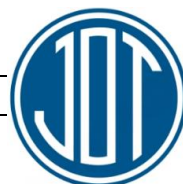
Яхяева
Муслима
Тохирбоевна /
Yakhyayeva
Muslima
Tokhirboyevna

Ташкентский государственный
транспортный университет,
магистрант кафедры “Инженерия
железных дорог”,
E-mail:

muslimakhon_yakhyayeva@mail.ru

Tel.: +99891 440-46-48

<https://orcid.org/0009-0007-5713-8624>



Improving the efficiency of real-time monitoring systems based on forecasting models

T.R. Nurmukhamedov¹^a, Sh.I. Yuldashev²^b, O.Z. Koraboshev³^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Tashkent University of Applied Sciences, Tashkent, Uzbekistan

³Research Institute for the Development of Digital Technologies and Artificial Intelligence, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article examines ways to enhance the efficiency of real-time monitoring systems using forecasting models. Modern monitoring systems require the analysis of constantly changing data. Therefore, it is necessary to apply advanced algorithms for data prediction and qualitative analysis. Today, effective control of technological processes, industrial equipment, information systems, or service platforms directly depends on the reliability of monitoring systems. This study analyzes factors such as problems arising in real-time monitoring systems, delays in data flow processing, accuracy, and stability. The results of the analysis demonstrate that the use of modern machine learning and artificial intelligence-based prediction algorithms leads to significant improvements in the accuracy, reliability, and responsiveness of monitoring systems.

Keywords: optimization, time series, stationarity check, autocorrelation, variance, adequacy, linear regression, decision tree, random forest, gradient boosting, neural networks

Bashoratlash modellari asosida real vaqt rejimida monitoring tizimlarining samaradorligini oshirish

Nurmuxamedov T.R.¹^a, Yuldashev Sh.I.²^b, Qoraboshev O.Z.³^c

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

²Toshkent amaliy fanlar universiteti, Toshkent, O'zbekiston

³Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada bashoratlash modellari yordamida real vaqt rejimida monitoring tizimlarining samaradorligini oshirish masalalari o'rganiladi. Zamonaviy monitoring tizimlari doimiy ravishda o'zgaruvchi ma'lumotlarni tahlil qilishni talab qiladi. Shuning uchun, ma'lumotlarni bashoratlash va ularga sifatli tahlil berish uchun ilg'or algoritmlarni qo'llash zarur. Bugungi kunda texnologik jarayonlarni, sanoat uskunalarini, axborot tizimlarini yoki xizmat ko'rsatish platformalarini samarali nazorat qilish monitoring tizimlarining ishonchligiga bevosita bog'liqdir. Mazkur tadqiqotda real vaqtli monitoring tizimlarida yuzaga keladigan muammolar, ma'lumotlar oqimini qayta ishlashdagi kechikishlar, aniqlik va barqarorlik kabi omillar tahlil qilingan. Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, zamonaviy mashina o'rganish va sun'iy intellektga asoslangan bashoratlash algoritmlaridan foydalanish monitoring tizimlarining aniqligi, ishonchligi hamda tezkorligi jihatidan sezilarli yutuqlarga olib keladi. Tadqiqot natijalariga asoslanib, real vaqt rejimidagi monitoring tizimlarini takomillashtirish uchun bashoratlash modellari tanlovi va ularni optimal sozlash muhim ahamiyat kasb etishi aniqlangan.

Kalit so'zlar: optimallashtirish, vaqt qatori, stasionarlikka tekshirish, avtokorrelatsiya, dispersiya, adekvatlik, chiziqli regressiya, qaror daraxti, tasodifiy o'rmon, gradiyentni kuchaytirish, neyron tarmoqlar

1. Kirish

Zamonaviy axborot texnologiyalari taraqqiyoti turli sohalarida real vaqt rejimida ma'lumotlarni kuzatish, tahlil qilish va ularga tezkor javob qaytarish imkonini yaratmoqda. Ayniqsa, sanoat, energetika, sog'liqni saqlash, transport va axborot xavfsizligi sohalarida monitoring tizimlarining roli keskin oshmoqda. Bunday tizimlar orqali to'plangan katta hajmdagi ma'lumotlar asosida oldindan bashorat qilish, ya'ni potentsial muammolarni aniqlash va ularning oldini olish

imkoniyati yuzaga keladi. Monitoring tizimlarining samaradorligini oshirishda bashoratlash (prognozlash) modellari muhim o'rin tutadi. Ular tizim holatini oldindan tahlil qilish, favqulodda holatlarni aniqlash va resurslardan optimal foydalanish imkonini beradi. Ayniqsa, real vaqt rejimida ishlovchi monitoring tizimlari uchun tezkorlik va aniqlik darajasi hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'ladi. Shu sababli, samarali bashoratlash modellari asosida real vaqtli tizimlarni yaratish va ularning ishlash mexanizmlarini chuqur tahlil qilish hozirgi davrda dolzarb masalalardan biri hisoblanadi [1].

^a <https://orcid.org/0000-0002-2507-3674>

^b <https://orcid.org/0009-0004-2591-5554>

^c <https://orcid.org/0000-0002-9807-2525>



Mazkur maqolada real vaqt rejimida monitoring tizimlarining samaradorligini oshirishga qaratilgan bashoratlash modellari o'rganiladi, ularning turlari, afzallik va kamchiliklari tahlil qilinadi, shuningdek, amaliy sohalarida qo'llanishi bo'yicha takliflar ishlab chiqilgan.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Algoritmik kompozitsiyalarni odatdagi evristik algoritmlardan ajratib turuvchi asosiy xossalari quyidagilarni o'z ichiga oladi: kompozitsiya bir xil asl masalani mustaqil yechishga qodir asosiy algoritmlarni birlashtiradi; kompozitsiya asosiy algoritmlarning ichki tuzilishini bilmaydi. Buning uchun bu faqat ikkita funksiyaga ega bo'lgan "qora qutilar": berilgan tanlanmani o'rganish va berilgan obyekt uchun javobni hisoblash. Bu xususiyat texnologik nuqtai nazardan juda qulay: asosiy algoritmlarni sozlash uchun standart o'rganish usullarining boy arsenalidan foydalanish mumkin; kompozitsiya, alohida asosiy algoritmlar uchun erishib bo'lmaydigan yuqori sifatli o'qitish imkonini beradi.

Algoritmik kompozitsiyalarni qurishning ikkita asosiy prinsipi mavjud. Bular:

✓ Ixtisoslik. Obyektlar maydoni mintaqalarga bo'linadi, ularning har birida faqat shu mintaqadagi obyektlarga ixtisoslashgan o'z algoritmi qurilgan. Asl vazifa "bo'lib tashlang va boshqaring" tamoyiliga ko'ra oddiyroq kichik vazifalarga bo'linadi. Bunday usullarga kattalar qo'mitalari, qarorlar daraxtlari va ekspertlar aralashmasi kiradi.

✓ O'rtacha. Bunday holda, korreksiya operatsiyasi obyekt fazoning qaysi hududida joylashganligi haqida ma'lumot olmaydi va faqat asosiy algoritmlar tomonidan berilgan javoblar bilan ishlaydi. Agar asosiy algoritmlar yetarlicha farq qilsa, o'rtacha hisoblash natijasida ularning xatoliklari bir-birini bekor qiladi. Bundan tashqari, o'rtacha prinsipni umumlashtirilgan ma'noda tushunish kerak, bu o'rtacha arifmetik emas va hatto chiziqli operatsiya bo'lishi ham shart emas. Ko'pchilik qo'mitalar, busting (boosting - bu kompozitsion mashinani o'rganish meta-algoritmi bo'lib, u asosan nazorat ostidagi ta'limda noaniqlik (baholash xatosi) va tafovutni kamaytirish uchun ishlatiladi), begging (begging - bu statistik tasniflash va regressiyada ishlatiladigan mashinani o'qitish algoritmlarining barqarorligi va aniqligini yaxshilash uchun mo'ljallangan kompozitsion mashinani o'qitish meta-algoritmi) va monoton korreksiyalar o'rtacha hisoblash g'oyasiga asoslanadi.

Algoritmik kompozitsiyalarni yaratishning asosiy strategiyalari quyidagilarni o'z ichiga oladi: 1) Ketma-ket optimallashtirish. Asosiy algoritmlar navbatma-navbat quriladi va har bir keyingisi avvalgilarning kamchiliklarini qoplashga harakat qiladi. Bu xasis strategiya. Bu eng yaxshi kompozitsiyani qurishni kafolatlamaydi, lekin amalda u eng qulay bo'lib chiqadi. Bunday usullarga qo'mitalar, kuchaytirish, monoton korreksiya kiradi. 2) Global optimallashtirish. Asosiy algoritmlar EM (expectation-maximization) algoritmi deb ataladigan iterativ jarayon yordamida birma-bir qayta quriladi. Aslida, bu bir xil ketma-ket optimallashtirish, lekin takroriy takrorlanadi. Barcha asosiy algoritmlarni "haqiqiy" global optimallashtirish qiyin ko'p ekstremal vazifa bo'lib, ularning ichki tuzilishini bilishni talab qiladi, bu esa standart o'rganish usullaridan foydalanishni qiyinlashtiradi. 3) Mustaqil optimallashtirish.

Asosiy algoritmlar bir-biridan mustaqil ravishda tuzilgan. Ular juda o'xshash bo'lib qolmasligi uchun sozlash o'quv namunasining turli qismlari uchun, xususiyat tavsifining turli qismlari uchun yoki turli xil dastlabki yaqinlashishlar uchun amalga oshiriladi. Begging bu yondashuvning tipik vakili hisoblanadi [2, 3].

Juravlyov va uning shogirdlarining ilmiy ishlarida tasvirlangan algebrak yondashuv optimallashtirishga murojaat qilmasdan, sof algebrak usullardan foydalangan holda to'g'ri algoritmik kompozitsiyalarni qurish imkonini beradi. Ushbu yondashuv (1) ko'rinishdagi algoritmlar modellarning to'liqligi masalalarini o'rganishda juda samarali hisoblanadi. Biroq, u algoritmlarni amaliy qurish uchun juda mos emas, chunki u kompozitsiyaning murakkabligini boshqarishga imkon bermaydi va ortiqcha moslashishga moyil bo'adi. Algebrak yondashuv doirasida ishlab chiqilgan ko'proq amaliy sxemalar yuqorida aytib o'tilgan optimallashtirish strategiyalaridan foydalanadi.

3. Tadqiqot natijalari

Vaqt qatoriga asoslangan prognozni tuzish usulini tanlash, qo'yilgan vazifaga bog'liq va qoida tariqasida, qanday prognozni olish kerakligi bilan belgilanadi, bular uzoq muddatli yoki qisqa muddatli bo'lishi mumkin. Uzoq muddatli prognozni qurish ancha murakkab vazifa bo'lib, u har doim ham yechimga ega emas (va nafaqat texnik sabablarga ko'ra, ba'zi hollarda "prognoz gorizonti" deb ataladigan qator, ya'ni, prinsipial jihatdan mumkin bo'lgan maksimal vaqt xatti-harakatni prognoz qiladi) va odatda tizim haqida qo'shimcha ma'lumotni jalb qilishni talab qiladi. Statistik usul esa hodisani sof deterministik nuqtai nazardan tushuntirishga imkon bermaydigan stokastik omillar mavjud bo'lgan hodisalarni tavsiflovchi usullarning muhim sinfidir. Bunday modellarning tipik misollari iqtisodiyot va moliya sektoridagi vaqt qatorlari bo'lib, ular trend-siklik va tasodifiy komponentga ega [4, 5].

Yana bir tahlilni ko'rib chiqadigan bo'lsak, regressiya tahlili bog'liqlikni tekshiradi va bog'liq o'zgaruvchi va bir yoki bir nechta mustaqil o'zgaruvchilar o'rtasidagi miqdoriy munosabatni aniqlaydi. Ko'p chiziqli regressiya izlanayotgan natija yoki o'zgaruvchi kirish va mustaqil o'zgaruvchilar va xatolilarga qarab chiziqli funktsiya ekanligini taxmin qiladi.

$$Y_i = a_0 + a_1 * x_{i1} + a_2 * x_{i2} + \dots + a_k * x_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

bu yerda, Y_i - bog'liq o'zgaruvchi, $a_0 + a_1, \dots, a_k$ - chiziqli koeffitsiyentlar, $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}$ - mustaqil o'zgaruvchilar, ε_i - xatoliklar.

Regressiya tahlilini o'tkazish uchun tasodifiy kuzatish xatoliklari normal taqsimot qonuniga ega bo'lishi kerak.

$$\varepsilon_i \approx N(0, \sigma, \quad M(\varepsilon_i) = 0, \quad D(\varepsilon_i) = \sigma = const$$

(2)

kuzatish xatoliklari orasidagi o'zaro korrelyatsiya (avtokorrelyatsiyaning yo'qligi) ham zarur, ya'ni ketma-ket qiymatlar ε_i bir-biriga bog'liq emas.

$$M(\varepsilon_i \varepsilon_j) = \begin{cases} \sigma^2 & \text{da } i = j \\ 0 & \text{da } i \neq j \end{cases} \quad (3)$$

Modelning chiziqli koeffitsiyentlarini topish uchun eng kichik kvadratlar usuli (EKKU) qo'llaniladi. Birgalikda taqsimlanish qonuni noma'lum bo'lgan $x_{i0}, x_{i1}, \dots, x_{ik}$ mos qiymatlari uchun Y_i tasodifiy o'zgaruvchining n ta mustaqil kuzatuv o'tkazilsin. Hamda empirik regressiya funksiyasini baholash kerak.

$$Y_i = a_0 + a_1 * x_{i1} + \dots + a_k * x_{ik} \quad (4)$$



Eng kichik kvadratlar usuliga ko'ra, parametrlar model tomonidan hisoblangan qiymatlardan kuzatilgan qiymatlarning kvadratik og'ishlarining yig'indisini minimallashtiradigan tarzda tanlanadi.

$$F = \sum_{j=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2 = \sum_{j=1}^n (Y_i - \bar{a}_0 - \bar{a}_1 * x_{i1} - \dots - \bar{a}_k * x_{ik})^2 - \min \quad (5)$$

bu yerda, Y_i - chiqish o'zgaruvchisining kuzatilgan qiymatlari; $\bar{Y}_i$ - model tomonidan hisoblangan chiqish o'zgaruvchisining qiymatlari.

Matritsa belgilarini kiritamiz.

$$y = (y_1, y_2, \dots, y_k)^T - \text{kuzatuvlar vektori,}$$

$$a = (a_0, a_1, \dots, a_k)^T - \text{parametrlar vektori,}$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \dots & x_{k2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{kn} \end{bmatrix} - \text{o'Ichov regressiya}$$

matritsasi $(nk + 1)$.

F uchun yangi quyidagiga ega bo'lamiz:

$$F = \|y - Aa\|^2 \rightarrow \min$$

Kerakli minimal shartlardan

$$\frac{\partial F}{\partial a} = 0.$$

Normal tenglamalar sistemasi $(A^T * A) * a = A^T * y$ ko'rinishga ega. $A^T A$ yagona bo'lmagan matritsa bo'lishi sharti bilan, tizimning yechimini quyidagicha yozish mumkin:

$$a = (A^T * A)^{-1} = A^T * y.$$

Hisoblangan regressiya modelining adekvatligini baholash uchun aniqlash koeffitsiyenti hisoblanadi [6, 7].

$$R^2 = \frac{\sum_{n=1}^k (Y_n - \bar{Y})}{\sum_{n=1}^k (Y_n - \bar{Y})^2} \quad (6)$$

bu yerda, Y_n - prognoz qiymatlari, $\bar{Y}$ - Y uchun o'rtacha qiymat, $\bar{Y} = \frac{1}{k} * \sum_{n=1}^k Y_n$. Determinatsiya koeffitsiyenti to'g'ri prognoz qilingan qiymatlar nisbatini ko'rsatadi. Agar $R^2=0,75$ bo'lsa, bu modelning 75% ga ishlashini va 25% xatoliklar yoki modelda hisobga olinmagan omillar tufayli ekanligini anglatadi.

Keyinchalik, $R = \sqrt{R^2}$ qiymati hisoblanadi, bu kuzatishlar natijalari va $\bar{Y}_n$ ning hisoblangan qiymatlari o'rtasidagi ko'p korrelyatsiya koeffitsiyentini baholashdir.

Regressiya tenglamasining t -chi parametrlarining ahamiyatini tekshirish uchun t -mezoni qo'llaniladi:

$$t_l = \frac{a_l}{S(A_l)},$$

$(k - m - 1)$ erkinlik darajasi (bu yerda $m - x_{ik}$ parametrlar soni) bilan Student taqsimot qonuniga bo'ysunish. Bu ifodaning maxraji a_m regressiya tenglamasi koeffitsiyentining standart og'ishidir:

$$S(a_m) = \sqrt{(X^T * X)^{-1}_{jm} * S_{ocm}^2}.$$

Bu yerda S_{ocm} - qoldiqlar uchun standart og'ish:

$$S_{ocm}^2 = \frac{1}{k - m - 1} * \sum_{n=1}^k (Y_n - \bar{Y}_n)^2.$$

Agar t -mezoning hisoblangan qiymati ma'lum darajadagi muhimlik darajasida uning jadval qiymatidan oshib ketganda, regressiya koeffitsiyenti muhim hisoblanadi.

Barcha koeffitsiyentlar nolga teng degan gipotezani tekshirish uchun F -mezoni hisoblanadi:

$$F = \frac{\frac{1}{k-1} * \sum_{n=1}^k (Y_n - \bar{Y}_n)^2}{S_{ocm}^2} \quad (7)$$

bu yerda, $\bar{Y}_n$ Y uchun o'rtacha qiymat, F esa $(k - 1)$ va $(k - m - 1)$ erkinlik darajasi bilan Fisher taqsimotiga bo'ysunadi. Agar F -mezoning hisoblangan qiymati berilgan ahamiyatlilik darajasida uning jadval qiymatidan katta bo'lsa, regressiya tenglamasi muhim hisoblanadi.

Darbin-Uotson testi modeldagi qoldiqlarning avtokorrelyatsiyasi mavjudligini aniqlash imkonini beradi:

$$DU = \frac{\sum_{n=1}^k (d_n - d_{n-1})^2}{\sum_{n=1}^k d_n^2} \quad (9)$$

bu yerda, $d_n = Y_n - \bar{Y}_n - Y_n$ ga ma'lum bo'lgan k nuqta oralig'ida prognoz qilingan va haqiqiy qiymatlar (qoldiq) o'rtasidagi farq. Agar DU qiymati 2 ga yaqin bo'lsa, unda qoldiqlarning avtokorrelyatsiyasi mavjud emas. Korrelyatsiyasiz qoldiqlar gipotezasi qabul qilinadigan 2 dan maksimal og'ish N ga bog'liq bo'lgan jadvali qiymatdir [8].

Prognozlash algoritmlarning qiyosiy tahlili modeli quyidagicha:

Chiziqli regressiya (Linear Regression):

- ✓ Afzalliklari. Sodda va tez ishlaydi, tafsilotli tahlil uchun yaxshi.
- ✓ Kamchiliklari. Chiziqli boglanishga nisbatan ishlaydi, murakkab ma'lumotlarda kam ishlaydi.
- ✓ Ishlash tarzi. Ma'lumotlarning chiziqli boglanishini topish.

Qaror daraxti (Decision Tree):

- ✓ Afzalliklari. Ma'lumotlarning chiziklik va chiziklik bulmagan boglanishini ifodalay oladi, tafsilotli tahlil uchun yaxshi.
- ✓ Kamchiliklari. Overfitting (overfitting) muammosi bor.
- ✓ Ishlash tarzi. Ma'lumotlarni shartlarga ko'ra ajratish.

Tasodifiy o'rmon (Random Forest):

- ✓ Afzalliklari. Overfittingni kamaytiradi, yaxshi aniqlikka ega.
- ✓ Kamchiliklari. Ishlash tezligi past.
- ✓ Ishlash tarzi. Ko'p derevo resheniyalarni birlashtirish.

Gradiyentni kuchaytirish (Gradient Boosting):

- ✓ Afzalliklari. Aniqlik, murakkab ma'lumotlarda yaxshi ishlaydi.
- ✓ Kamchiliklari. Ishlash tezligi past, parametrlarni to'g'ri tanlash murakkab.
- ✓ Ishlash tarzi. Ko'plab modellarni birlashtirish.

Neyron tarmoqlar (Neural Networks):

- ✓ Afzalliklari. Murakkab ma'lumotlarda yaxshi ishlaydi, katta miqdorda ma'lumotlar uchun yaxshi.
- ✓ Kamchiliklari. Ishlash tezligi past, parametrlarni tungri tanlash murakkab.
- ✓ Ishlash tarzi. Ma'lumotlarni katta miqdorda ishlash va o'rganish.

Quyidagi jadvalda tanlangan algortimlarning natijaviy qiyosiy tahlil jadvali keltirib o'tilgan.

1-jadval

Prognozlash algoritmlarning qiyosiy tahlili

Algoritm	Ishlash tezligi	Aniqlik	Overfittingga chidamlilik	Parametrlarni to'g'ri tanlash
Chiziqli regressiya	Tez	Past	Chidamli	Oson
Qaror daraxti	Tez	Yordamchi	Chidamli emas	Oson
Tasodifiy o'rmon	Yordamchi	Yuqori	Chidamli	Yordamchi



Gradiyen tni kuchaytir ish	Sekin	Yuqori	Chidamli	Murakkab
Neyron tarmoqlar	Sekin	Yuqori	Chidamli	Murakkab

4. Xulosa

Ushbu tadqiqotda bashoratlash modellari asosida real vaqt rejimida ishlovchi monitoring tizimlarining samaradorligini oshirish imkoniyatlari o'rganildi. Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, zamonaviy mashina o'rganish va sun'iy intellektga asoslangan bashoratlash algoritmlaridan foydalanish monitoring tizimlarining aniqligi, ishonchligi hamda tezkorligi jihatidan sezilarli yutuqlarga olib keladi. Tadqiqot davomida bir nechta bashoratlash modellari, jumladan, chiziqli regressiya, qaror daraxti, tasodifiy o'rmon, gradiyentni kuchaytirish, neyron tarmoqlar hamda o'z-o'zini o'rgatuvchi modellar qiyosiy tahlil qilinib, real vaqt monitoringda ularning afzallik va kamchiliklari aniqlab berildi. Xususan, chiziqli regressiya va gradiyentni kuchaytirish kabi chuqur o'rganish modellarining vaqt ketma-ketlikdagi murakkab bog'liqliklarni samarali tahlil qilishi monitoring jarayonida aniq va barqaror bashoratlarni ta'minlashi mumkinligi ko'rsatildi. Shuningdek, monitoring tizimlariga model integratsiyasi, ma'lumotlarni oldindan tozalash, uzluksiz o'qitish (online learning) va avtomatlashtirilgan tahlil kabi texnologiyalarni joriy etish orqali tizim samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkinligi aniqlandi. Tadqiqot natijalariga asoslanib, real vaqt rejimidagi monitoring tizimlarini takomillashtirish uchun bashoratlash modellari tanlovi va ularni optimal sozlash muhim ahamiyat kasb etishi aniqlandi.

Umuman olganda, bashoratlash modellari monitoring tizimlarining keyingi rivoji uchun mustahkam ilmiy-texnik asos yaratadi hamda sanoat, tibbiyot, moliya va boshqa sohalarda xavfsizlik va samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] M.X.Xudayberdiyev, O.Z.Qoraboshev, N.M.Alimqulov, SH.I.Yuldashev. Ma'lumotlarni intellektual tahlil qilish asosida favqulodda vaziyatlarga oid axborotlarga ishlov berish. Agro Inform jurnali, №2, 2022 yil. – 86 b.
- [2] M.X.Xudayberdiyev, O.Z.Koraboshev. Задачи и алгоритмы интеллектуального анализа чрезвычайных ситуаций. «Иктисодиёт тармоқларининг инновацион ривожланишида ахбороткоммуникация технологияларининг аҳамияти» конференция. TATU, 10-11 март, 2-қисм, 2022 йил. – 445 б.

[3] Ю.И.Журавлёв, В.В.Рязанов, О.В.Сенько. Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения. Изд. ФАЗИС. Москва 2005 г. – 64 с.

[4] Воронцов К.В. О проблемно-ориентированной оптимизации базисов задач распознавания // ЖВМ и МФ. 1998 Т. 38, № 5. – 870 с.

[5] Камиллов М.М., Худайбердиев М.Х. Взаимосвязь алгоритмов частичной прецедентности//Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». -Ташкент, 2014. - №3-4. – 12 с.

[6] Xudayberdiyev M.X., Yuldashev SH.I. Yirik xajmdagi axborotlarga ishlov berishda timsollarni aniqlash algoritmlari//«Fan va ta'lim-tarbiyaning dolzarb masalalari» respublika ilmiy-nazariy anjumani. -Nukus, 2019. – 197 b.

[7] Kamilov M., Hudayberdiyev M., Khamroev A. Algorithm for the Development of a Training Set that Best Describes the Objects of Recognition// 13th International Symposium "Intelligent Systems" (INTELS'18). Procedia Computer Science 150 (2019), Pp. 116-122. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.02.024>.

[8] Kamilov M.M., Xudayberdiyev M.X., Xamroyev A.SH. Timsollarni aniqlash masalasida dekompozitsion modullar kombinatsiyasi// Innovatsion yondashuvlar ilmiy-fan taraqqiyoti kaliti sifatida: yechimlar va istiqbollar: respublika ilmiy-texnik anjumani. -Jizzax, 2020 yil 8-10 oktabr. – 183 b.

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

Nurmuxamedov Tolaniddin / Tolaniddin Nurmukhamedov Toshkent davlat transport universiteti "Transportda axborot tizimlari va texnologiyalari" kafedrası professori t.f.d. professor E-mail: ntolaniddin@mail.ru Tel.: +998909272792 <https://orcid.org/0000-0002-2507-3674>

Yuldashev Sherzod / Sherzod Yuldashev Toshkent amaliy fanlar universiteti "Informatika" kafedrası v.b. dotsent t.f.f.d. E-mail: sherzod140586@gmail.com Tel.: +998935.96936 <https://orcid.org/0009-0004-2591-5554>

Qoraboshev Oybek / Oybek Karabashev Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektni rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti tayanch doktoranti E-mail: koraboshevoybek@gmail.com Tel.: +998903562313 <https://orcid.org/0000-0002-9807-2525>



Issues of creating an intellectual transport system

J.D. Kutlumuratov¹^a, I.B. Adilbaev¹^b

¹Karakalpak State University named after Berdakh, Nukus, Uzbekistan

Abstract:

This article extensively covers the strategic role of Intelligent Transport Systems (ITS) in the effective management, planning, and sustainable development of modern urban infrastructure. The main components of ITS - including automated traffic flow management systems, information and communication tools, monitoring and analysis modules - are described in detail. Their functional tasks, namely their role in the processes of collecting, transmitting, processing data, and making informed decisions in real-time, are analyzed from a technological perspective. The article also examines, through examples, significant achievements in preventing road accidents, improving traffic safety, preventing congestion, and ensuring environmental sustainability through ITS. The positive impact of ITS on the environment is substantiated through reducing fuel consumption in transportation, controlling harmful gas emissions, and ensuring optimal vehicle movement.

Keywords:

automotive transport, transportation, intelligent transport system, information and communication technologies

Intellectual transport tizimini yaratish doirasidagi masalalar

Kutlumuratov J.D.¹^a, Adilbaev I.B.¹^b

¹Berdaq nomidagi Qoraqalpog' davlat universiteti, Nukus, O'zbekiston

Annotatsiya:

Ushbu maqolada intellektual transport tizimlari (ITT) zamonaviy shahar infratuzilmasini samarali boshqarish, rejalashtirish va barqaror rivojlantirishdagi strategik o'rni keng yoritilgan. ITTning asosiy tarkibiy qismlari – jumladan, transport oqimlarini boshqaruvchi avtomatlashtirilgan tizimlar, axborot-kommunikatsiya vositalari, monitoring va tahlil modullari – batafsil tavsiflangan. Ularning funksional vazifalari, ya'ni real vaqt rejimida ma'lumotlarni yig'ish, uzatish, qayta ishlash va asosli qarorlar qabul qilish jarayonlaridagi o'rni texnologik nuqtai nazardan tahlil qilingan. Maqolada, shuningdek, ITT orqali yo'l-transport hodisalarining oldini olish, harakat xavfsizligini oshirish, tirbandliklarning oldini olish hamda ekologik barqarorlikni ta'minlashdagi salmoqli yutuqlar misollar asosida ko'rib chiqilgan. Transportdan foydalanishda yoqilg'i sarfini kamaytirish, zararli gazlar chiqindisini nazorat qilish va avtomobillarning optimal harakatlanishini ta'minlash orqali ITTning atrof-muhitga ko'rsatuvchi ijobiy ta'siri asoslab berilgan.

Kalit so'zlar:

avtomobil transporti, tashish, intellektual transport tizimi, axborot va kommunikatsiya texnologiyalari

1. Kirish

Transportning ko'payish muammosi nafaqat tirbandlik muammolarini keltirib chiqaradi, balki shaharlar va korxonalarning iqtisodiyoti, atrof-muhiti, salomatligi va raqobatbardoshligiga ham ta'sir qiladi. Shaharda transport tizimining buzilishi iqtisodiy muammoni anglatadi, chunki transport vositalari osongina harakatlanish qobiliyatini yo'qotadi; ularning maqsadi esa tovarlar yoki odamlarni tashish bo'lib, bu transport xarajatlarning oshishiga olib keladi va alohida korxonalar iqtisodiyotiga ham, umuman shaharlar iqtisodiyotiga ham ta'sir qiladi.

Atrof-muhitga ta'siri yaqqol ko'rinib turibdi, chunki harakat jadal bo'lgan joylarda transport vositalarining kutish vaqti uzoqroq bo'ladi yoki harakatlanish pastroq tezlikda amalga oshiriladi, bu esa yoqilg'i sarfining oshishiga olib keladi, natijada CO₂ chiqindilari va ifloslanish ortadi. Bundan tashqari, tirbandlik odamlarni yanada sabrsiz qiladi

va bu shovqinli ifloslanishni keltirib chiqaradigan tovush signallaridan foydalanishda aks etadi [1].

Ushbu muammolarni hal qilish faqat zamonaviy texnologiyalar va transportni boshqarish sohasidagi ilmiy yutuqlardan foydalangan holda mumkin. Xalqaro miqyosda shaharlarda yuk tashishning salbiy ta'sirini yumshatishga qaratilgan strategiyalar mavjud bo'lib, ular shahar logistikasi yondashuvlari sifatida tanilgan.

Shahar logistikasi harakatlarni birlashtirish va shu bilan sayohatlar sonini kamaytirishga imkon beradigan yaxshi integratsiya strategiyasini qo'llab-quvvatlagan holda shaharlar bo'ylab harakatlanadigan yuk mashinalari sonini kamaytirishga asoslangan. Shahar logistikasi yuk tashish uchun ishlatiladigan transport vositalari tomonidan yuzaga keladigan salbiy oqibatlarni yumshatishga imkon beradigan bir qator tashabbuslarni hisobga olgan holda shahar hududlarida ilg'or axborot texnologiyalarini qo'llab-quvvatlash orqali transport faoliyatini optimallashtirishga qaratilgan jarayon sifatida ta'riflanadi [2,3].

^a <https://orcid.org/0000-0001-7080-4803>

^b <https://orcid.org/0009-0006-3961-8782>



Shahar logistika strategiyalari ushbu ma'lumotlarni to'plash, qayta ishlash, uzatish va boshqarishga qaratilgan samarali boshqaruv jarayonini ta'minlaydigan axborot tizimi bilan bog'liq bo'lishi kerak. Bu intellektual transport tizimlari (ITT) kabi transportni boshqarish uchun maxsus kompyuter vositalarini ishlab chiqishga va operatsiyalarni boshqarish hamda qarorlar qabul qilish uchun ma'muriy vositalarni birlashtirishga olib keldi. Biroq, shahar tashqarisidagi transport operatsiyalarini nazorat qilish zarurati sifat va mijozlarga xizmat ko'rsatishni ta'minlashning asosiy elementidir. Shuning uchun ITT tizimlari dengiz, daryo va havo transportida qo'llash uchun ham kengaytirildi.

So'nggi o'n yillikda aniqroq geografik axborot tizimlarida texnologik yutuqlarga asoslangan transport vositalarini yo'naltirishni boshqarish uchun "aqlli" axborot texnologiyalarining sezilarli rivojlanishi, kengaytirilgan ishlov berish qobiliyatiga ega bo'lgan yangi avlod kompyuterlari va yanada mukammal tizimlar va rejalashtirish usullarini ishlab chiqish paydo bo'ldi. Intellektual transport tizimlarini ijtimoiy, iqtisodiy va ekologik nuqtai nazaridan mavjud infratuzilmadan foydalanishni optimallashtirish, energiya samaradorligini oshirish va transport tizimining o'tkazuvchanlik qobiliyatini yaxshilash orqali transportning harakatchanligi, xavfsizligi va unumdorligini oshirishga mo'ljallangan axborot texnologiyalari, elektronika va aloqa sohasidagi ilg'or ilovalar to'plami sifatida ta'riflash mumkin.

2. Tadqiqot metodologiyasi

ITT ikki asosiy guruhga bo'linadi:

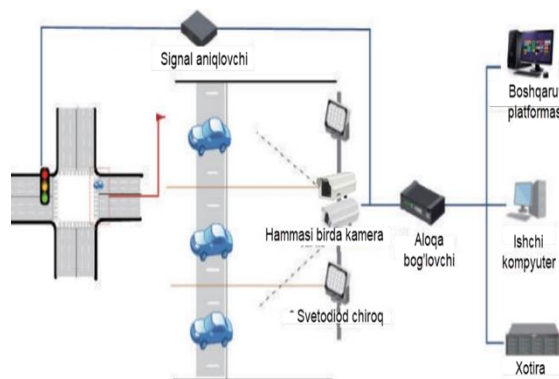
Transport vositalarida joylashtirilgan tizimlar (masalan, aqlli navigatsiya, radar va datchiklar, telemetriya).

Transport infratuzilmasida joylashtirilgan tizimlar (masalan, svetoforlarni boshqarish, video kuzatuv tizimlari, avtomatik to'lov tizimlari).

Bu tizimlar nafaqat shahar ichida, balki dengiz, daryo va havo transporti uchun ham joriy etilgan bo'lib, harakat xavfsizligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Shuningdek, shahar logistikasi yuk transport oqimlarini samarali boshqarish va ular bilan bog'liq salbiy ta'sirlarni kamaytirishga qaratilgan bo'lib, ITT bu borada axborot texnologiyalari asosida yuk va yo'lovchi tashishni boshqarish, logistikani rejalashtirish, transport vositalari va yo'llar o'rtasidagi integratsiyani ta'minlaydi.

3. Tadqiqot natijalari

Intellektual transport tizimlari axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT) ni qo'llagan holda transport ehtiyojlariga multimodal nuqtayi nazaridan javob berishga mo'ljallangan. Intellektual transport tizimlari AKTning bir qismidir, ba'zi mutaxassislar transport uchun ITT va AKT atamasini farq qilmasdan ishlatadilar. Shunday qilib, ITT dan foydalanganda transport operatsiyalari transport oqimlari nuqtai nazaridan eng maqbul tarzda amalga oshiriladi. ITT integratsiyasi axborot almashish va muvofiqlashtirish, axborot to'plash va transport vositalari va yo'l infratuzilmasi o'rtasida integratsiya, xususi sektor (logistika xizmatlarini yetkazib beruvchilar) bilan axborot almashish va elektron to'lov muassasalari kabi transport bilan bog'liq bo'lmagan tashkilotlar bilan almashish imkonini beradi.



1-rasm. Intellektual transport tizimlari

Intellektual transport tizimlari transport vositalari oqimini to'g'ri boshqarish imkonini beruvchi qarorlarni to'plash, almashish, hisoblash va qabul qilishga ko'maklashish uchun mo'ljallangan turli xil axborot tizimlarining o'zaro bog'liqligini ifodalaydi (1-rasm). Transport tizimini to'g'ri boshqarish, Internet, elektron ma'lumotlar almashinuvi, simsiz aloqa, kompyuter texnologiyalari, dasturlash va zarur ma'lumotlarni to'plash va tahlil qilish uchun mo'ljallangan texnologiyalar kabi texnologiyalarni birlashtirish uchun ITTga murojaat qilganda shuni ta'kidlash kerakki, ular ikkita keng toifaga guruhlangan: ITT transport vositalarida joylashgan (ularning ichidagi aloqa tizimlari va texnologiyalari va "aqlli transport vositalari" deb ataladigan); va infratuzilmada yoki transport rejimida joylashgan ITT (masalan, dinamik signallar, qoidabuzarliklarni nazorat qilish tizimlari va boshqalar) [3-6]. Ikkala toifada ham yo'nalishlar va transport oqimlarini optimallashtirish uchun dasturiy modellarni ishlab chiqish asosida samaradorlikni oshirish bo'yicha katta sa'y-harakatlar va ishlar amalga oshirilmaqda.

Ushbu tizimlar iqtisodiy jihatdan samarali va xavfsiz yo'nalishlarni yaratish uchun transportni boshqarishda yordam berishdan tashqari, foydalanuvchilarga tegishli ma'lumotlarni yetkazish, ortiqcha yuk va harakatni nazorat qilish, yuk parki va transport vositalarini boshqarish, infratuzilmani optimallashtirish va ushbu elementlar o'rtasidagi aloqani boshqarish imkonini beradi.

Intellektual transport tizimlari va ularning tashishni boshqarish tizimlari (TMS) bilan o'zaro ta'siri tufayli shaharlar ichida yuk tashish jarayonlarini tegishli axborot almashinuvi orqali optimallashtirish mumkin. Bu ikki ma'lumot manbaini birlashtirish, so'ngra har bir sayohat uchun reyslar soni va yuk miqdorini optimallashtirish uchun taqsimot rejalarini ishlab chiqish imkonini beradi, bu esa taqsimot tizimining minimal umumiy qiymatiga olib keladi.

Yuqoridagilarga asoslanib, shuni ta'kidlash mumkinki, intellektual axborot tizimlari yo'lovchilar uchun ham, yuklar uchun ham transport tizimlarini takomillashtirishga qaratilgan ko'plab ilovalar to'plami bulib, Bu ilovalar yanada samarali harakatni boshqarish tizimlari, yaxshilangan tovarlar va odamlarni aniqlash, yaxshilangan multimodal boshqaruv, kuchaytirilgan transport xavfsizligi va qulayligi, real vaqtdagi axborot, arzonlashtirilgan xarajatlar va boshqalarda aks etgan yaxshilanish va afzalliklarni taqdim etadi.

ITT yordamida transportni boshqarishning asosiy elementi avtomobil haqida ma'lumot to'plash bulib, uni uchta usul bilan olish mumkin:

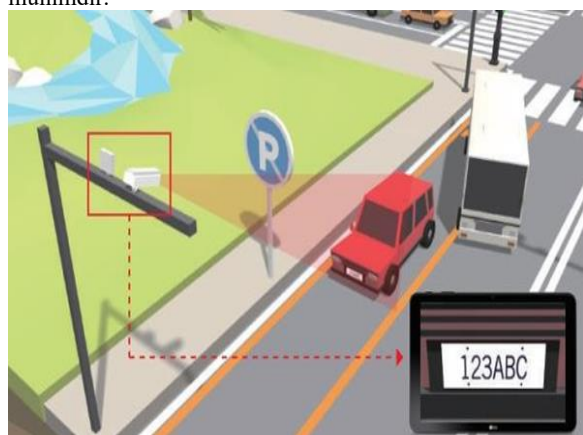
- Induktiv detektorlar. Bu detektorlar asfaltga o'rnatilgan qurilma bo'lib, transport vositalarini ro'yxatga olish



imkonini beradi. Ushbu datchiklar transport vositalari sonini, ularning tezligini va yo'ldagi harakatini aniqlay oladi.

- Ultratovushli, infraqizil va radar datchiklari: bu datchiklar minoralarga joylashtirilgan. Ular to'liqlar yordamida transport vositalarini aniqlay oladi va transport vositalari soni va ularning tezligini aniqlay oladi. Bu tizimning induktiv datchiklarga nisbatan afzalligi o'rnatish va xizmat ko'rsatishning soddaligida, ammo noqulay ob-havo sharoitida ularning unumdorligi boshqalarga nisbatan pastroq.

- Video tasvir detektorlari: bu detektorlar transport vositasining mavjudligi va uning tezligini, trassadagi bandlikni, transport oqimini, raqam belgisini va boshqalarni aniqlay oladi. Simvollarni optik tanib olish (OTO) (2-rasm) asosida tasvirlarni qayta ishlash yordamida, ushbu elementlarga qo'shimcha ravishda, shaharda harakat sharoitlarini yaxshilash bo'yicha qarorlar qabul qilish va monitoring qilish uchun boshqaruv markazini tashkil etish muhimdir.



2-rasm. Simvollarni optik tanib olish tizimi

4. Xulosa

Shunday qilib, transport vositalarini aniqlash qurilmalariga qo'shimcha ravishda yopiq televideniye (QYTV) tizimiga ega bo'lish kerak.

Yo'l harakati to'g'risidagi ma'lumotlarni olishda yana bir muhim element transport tizimi bilan bog'liq muassasalar, masalan, yo'l agentlari, yo'llarga texnik xizmat ko'rsatish tizimi, taksi kompaniyalari, meteorologiya tizimi va hatto mobil telefonlarda ishlatiladigan navigatsiya ilovalari bilan to'g'ri aloqada bo'lishdir.

Intellectual transport tizimlarida qo'llaniladigan boshqa tizimlar:

- Hodisalarni avtomatik aniqlash - HAA. Ushbu tizimlar hodisalarni aniqlash va ularga javob berish vaqtini qisqartiradi. Ular, shuningdek, yo'l harakati modellarini kuzatish orqali avariya sodir bo'lishi yoki sodir bo'lishi mumkinligi ehtimolini aniqlash imkonini beradi. Ushbu tizimlar monitoring markazlarini almashtirish uchun emas, balki ularni boshqarishda yordam berish uchun mo'ljallangan.

- Harakatdagi tarozi - HT: bu tizimlar harakatdagi transport vositalarining og'irligini aniqlash uchun mo'ljallangan. Ular yo'llarni parvarish qilishni nazorat qilishga yordam berishi mumkin, chunki transport vositasining ortiqcha og'irligi ularning erta eskirishi omili hisoblanadi. Ushbu tizimlar tenzodatchiklarning joylashuvi

tufayli ishlaydi, pezoelektrik tizimlar yoki egiluvchan tasmalar.

- Harakatni boshqarishning takomillashtirilgan tizimlari - HBTT. Ushbu tizimlar real vaqt rejimida harakat sharoitlari to'g'risida ma'lumot olish, ma'lumotlarni tahlil qilish, yo'ldagi vaqtni bashorat qilish, favqulodda vaziyatlarni boshqarish va ushbu ma'lumotlarni shahar harakatini boshqarish axborot tizimlari yoki "Ilg'or sayohatchi axborot tizimlari" (ISAT) kabi boshqa vositalar orqali foydalanuvchilarga taqdim etish uchun javobgardir. Ular foydalanuvchilar tomonidan transport rejimi, marshrutlar va umuman qarorlar qabul qilishni yaxshilash uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan trafik ma'lumotlarini taqdim etish uchun javobgardir. Ushbu tizimlar masofalarni, yoqilg'i sarfini va atrof-muhit ifloslanishini kamaytirish imkonini beradi.

Elektron to'lov va transport vositalarini avtomatik identifikatsiyalash - TVAI. Ushbu tizimlar real talabni va real vaqt rejimida aylanayotgan yuk avtomobillarining joriy sonini bilish imkonini beradi, bu esa shahardagi transport oqimini nazorat qilish imkonini beradi. - Takomillashtirilgan avtoparkni boshqarish tizimlari - TABT: bu tizimlar yukni joylashtirish va undan foydalanishni rejalashtirish imkonini beradi, bu esa tizimni optimallashtirish va uni real vaqt rejimida nazorat qilishga olib keladi. Takomillashtirilgan avtomobil parkini boshqarish tizimlari shaharlar logistika tizimlarining samaradorligi va yakuniy muvaffaqiyatiga sezilarli hissa qo'shishi mumkin [7].

Transport vositalari va infratuzilma o'rtasidagi aloqa intellektual transport tizimlarining asosiy elementidir, chunki ular transportni boshqarish va foydalanuvchilarga uzatish uchun ma'lumot olish uchun ishlatiladigan ikki tomonlama aloqani ta'minlaydi. Internet orqali istalgan joyda va istalgan vaqtda muloqot qilish imkonini beruvchi ko'plab qurilmalar mavjud. Shunday qilib, o'zining IP-manzili va Internetga ulanishi bilan jihozlangan transport vositasi boshqaruv markaziga yoki boshqa transport vositalariga ulanishi mumkin. Transport vositalari o'rtasidagi, shuningdek, havo va dengiz transportidagi aloqa to'qnashuv ehtimolini kamaytirishi va tirbandlik hamda avariya haqida ma'lumot almashish orqali trafikni yaxshilashi mumkin.

Transport vositalari kommunikatsiyasi sohasidagi tadqiqotlar yaqin atrofda transport vositalari va yo'llarda joylashgan infratuzilma o'rtasidagi o'zaro aloqani ta'minlaydigan, harakat va transportni yaxshiroq boshqarishni taklif qiladigan KTIT (Kooperativ transport-infratuzilma tizimlari) transport vositalari va infratuzilmasi o'rtasidagi qo'shma tizimlarni ishlab chiqishga olib keldi. CVIS tizimlari WLAN/Wi-Fi, uyali aloqa tarmoqlari (GPRS/UMTS), Ushbu aloqa "Bog'langan transport tizimi" deb nomlangan yangi kontseptsiyaga olib keladi, bu transport vositalarini ba'zi aloqa texnologiyalari yordamida bog'lashga urinish bo'lib, favqulodda vaziyatlarda xavfsizlik va boshqaruvni, shuningdek, transportni boshqarish va atrof-muhitga ta'siri yaxshilashga imkon beradi. Eng maqbul aloqa texnologiyasi IP asosidagi infratuzilmadir. Ushbu tizimlarni ishlab chiqish kabi tegishli ma'lumotlarni uzatish imkonini beradi: - yo'nalishlarni belgilash; - harakatni boshqarish va tirbandlikning oldini olish; - svetoforlarni muvofiqlashtirish; - yuk mashinalarini kuzatish; - to'xtash joylarini boshqarish; - xavfsizlik va ogohlantirish ma'lumotlari; - ob-havo ma'lumotlari. Yo'l harakatini boshqarish texnologiyalari shaharlarda tirbandlikni kamaytirish va yo'l harakati xavfsizligini oshirishga qaratilgan vositalar to'plamidir. Ushbu

texnologiyalar tirbandlikni taqsimlaydi va haydovchilarni yo'llarda duch kelishi mumkin bo'lgan turli muammolar haqida ogohlantiradi. Ushbu texnologiyalarning asosiy elementi harakat sharoitlariga doimiy ravishda moslashish va ushbu o'zgarishlarga samarali javob berish qobiliyatidir. Trafikni boshqarish texnologiyalari quyidagilar kabi keng ko'lamli texnologiyalardan foydalanishni ta'minlaydigan tuzilmaning bir qismidir: harakatni boshqarish, yo'l belgilari va to'xtash joylari tizimlari, elektron va interaktiv xabar tizimlari, trafikni kuzatish xizmatlari, transport vositalariga kirish va to'xtash joylari xizmatlari va boshqalar.

Ob-havo sharoitlarini hisobga olgan holda harakatni boshqarish (WRTM) - bu ob-havo sharoitlarini bashorat qiladigan, aniqlaydigan va bashorat qiladigan texnologiyalar to'plami, shuning uchun ob-havo sharoiti yo'llarga ta'sir qilishidan oldin parvarishlash va nazorat qilish harakatlarini amalga oshirish mumkin. Ushbu tizimlar iqlimga ta'sirni yumshatish bo'yicha takliflar berish va strategiyalarni ishlab chiqish imkonini beradi va ma'lumotlar menejerlar va foydalanuvchilarga transport vositalari va boshqaruv vositalari bilan aloqa tizimlari orqali uzatiladi.

Shunday qilib, yo'l harakatini boshqarish texnologiyalari ob-havoning transport jarayonlariga ta'sirini yumshatish uchun ishlatiladigan usullar, vositalar va tizimlarning kombinatsiyasidir. Ushbu texnologiyalardan birgalikda foydalanish transport tizimlarini, xususan, yo'lovchilar va yuklarning xavfsizligi va harakatchanligini yaxshilashga qaratilgan. Bu tijorat transport vositalari, tashuvchilar, yo'l inshootlari, intermodal platformalar, yig'imlar va transport tizimining boshqa elementlari o'rtasida ma'lumotlarni to'plash va almashish orqali xavfsizlikni oshirish, baxtsiz hodisalar sonini kamaytirish va tovarlar harakati samaradorligini oshirishga qaratilgan "Aqlli yo'l tashabbusi" kabi yanada murakkab strategiyalarni ishlab chiqishga olib keldi. Ushbu integratsiya uchta element: transport vositalarining aloqa tizimlari, yo'llardagi texnologiyalar va yuk tashish jarayonlarida ishlatiladigan tizimlar o'rtasida texnologiyalarning birgalikda ishlashi va ma'lumot almashinuvi orqali amalga oshiriladi. Transport kompaniyalarning raqobatbardoshligini belgilaydi va shaharlarga bir qancha salbiy ta'sir ko'rsatadi, boshqaruv jarayonlarida katta kuch sarflash zaruriyatini keltirib chiqaradi.

Tijorat va yo'lovchi transporti uchun barcha darajadagi transportni optimallashtirishga olib keladigan zamonaviy axborot tizimlarining zarurligini va intellektual transport tizimlari transportning harakatchanligi, xavfsizligi va unumdorligini oshirishga imkon beradigan vosita bo'lib, buning uchun ko'plab jihatlarni o'z ichiga oladi. Bu transport vositalaridan, davlat va xususiy tashkilotlardan keladigan ma'lumotlarga, shuningdek, kameralar, radarlar va tezlik sensorlari kabi tizimlar va axborot texnologiyalaridan olinadigan ma'lumotlarga tegishli barchasi ITning asosiy maqsadi bo'lgan tashishlarni intellektual boshqarishga erishish imkonini beradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Azizov Q.X. "Harakat xavfsizligi xizmatlari asoslari" o'quv qo'llanma. 2009 yil, Toshkent, TAYI 2009y – 90 bet.
- [2] Изюмский А.А. Системы автоматизации на автомобильном транспорте : учебное пособие / А.А. Изюмский, С.Л. Надирян; Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар : Издательство ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2015. – 263 с.
- [3] Изюмский А.А., Надирян С.Л., Сенин И.С. Применение имитационного моделирования в сфере моделирования транспортных потоков // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2016. – № 1. – С. 52–54.
- [4] Интеллектуальные транспортные системы: учеб. пособие / С.В. Жанказиев. – М: МАДИ, 2016. – 120 с.
- [5] Кодиров С.М., К.М.Назаров. Анализ дорожно-транспортных происшествий, Т., ТAYI, 2002-84 с. (Учебное пособие для высших учебных заведений)
- [6] Изюмский А.А. Применение сетевых технологий в транспортной отрасли для диспетчерского управления и сбор данных / А.А. Изюмский, С.Л. Надирян, И.С. Сенин // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 1. – С. 54–56.
- [7] Интеллектуальные транспортные системы в автомобильно-дорожном комплексе / В.М. Приходько [и др.]; под общ. ред. В.М. Приходько; МАДИ. – М. : Мэйлер, 2011. – 487 с.
- [8] O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2017 yil 23 dekabrda "Xavfsiz shahar" yagona apparat-dasturiy yaratish bo'yicha loyihasini amalga oshirishni muvofiqlashtiruvchi komissiya yig'ilishining 1-son bayoni va vazirlikning 2018 yil 16 yanvardagi 39-son buyrug'i.

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

Kutlumuratov Jumamurat Djemuratovich	Berdaq nomidagi Qoraqalpog' davlat universiteti, kata o'qituvchi t.f.f.d.,(PhD), e-mail: jumamuratqutlimuratov56@gmail.com Tel.: +998913767068 https://orcid.org/0000-0001-7080-4803
Adilbaev Ismail Bekbaylievich	Berdaq nomidagi Qoraqalpog' davlat universiteti, kata o'qituvchi, e-mail: isaadilbaev121@gmail.com Tel.: +998913991412 https://orcid.org/0009-0006-3961-8782



Selection of the sequence for railcar delivery and removal at loading and unloading fronts

A.T. Bakoyev¹^a, A.K. Yusupov¹^b, B.E. Rustamjonov¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: Optimal organization of freight transportation processes is essential for the efficient use of railway infrastructure, reduction of railcar idle time, and minimization of logistics costs. This article addresses the issue of determining the sequence of servicing loading and unloading fronts at railway stations. Using a case study of a hypothetical railway station "A", various railcar delivery options were analyzed, and the optimal sequence was identified based on railcar-hour indicators. In real-world production conditions, when there is a need to dispatch railcars to multiple cargo facilities, it is recommended to automate the process of selecting the optimal service queue for the loading and unloading fronts. The study employed combinatorial methods, analytical calculations, and visual comparison techniques. The results contribute to increasing the efficiency of freight transportation processes. The article holds both scientific and practical value for railway transport professionals, logistics managers, and researchers.

Keywords: railway station, loading and unloading front, railcar-hours, combinatorial method, logistics, railcar turnover, transport efficiency

Vagonlarni yuk ortish-tushirish frontlariga olib kirib berish va olib chiqish ketma-ketligini tanlash

Baqoyev A.T.¹^a, Yusupov A.Q.¹^b, Rustamjonov B.E.¹^c

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Yuk tashish jarayonlarining optimal tashkil etilishi temir yo'l infratuzilmasidan oqilona foydalanish, vagonlarni turib qolish vaqtini qisqartirish va logistika xarajatlarini kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu maqolada temir yo'l stansiyalarida yuk ortish-tushirish frontlariga xizmat ko'rsatish ketma-ketligini belgilash muammosi ko'rib chiqilgan. Shartli "A" temir yo'l stansiyasi misolida olib borilgan tadqiqotda vagonlarni olib kirib berish variantlari tahlil qilinib, vagon-soat ko'rsatkichlari asosida optimal ketma-ketlik aniqlangan. Ishlab chiqarish sharoitida bir nechta yuk obyektlariga vagonlarni uzatish masalasi paydo bo'lganda ortish-tushirish frontlariga xizmat ko'rsatishning optimal navbatini tanlash jarayonini avtomatlashtirish tavsiya etilgan. Tadqiqotda kombinatorika, analitik hisoblash va vizual taqqoslash usullaridan foydalanilgan. Natijalar yuk tashish jarayonlarida samaradorlikni oshirish imkonini beradi. Maqola temir yo'l transporti sohasidagi mutaxassislar, logistika menejerlari va tadqiqotchilar uchun ilmiy va amaliy ahamiyatga molikdir.

Kalit so'zlar: temir yo'l stansiyasi, ortish-tushirish fronti, vagon-soat, kombinatorika usuli, logistika, vagon aylanishi, transport samaradorligi

1. Kirish

Temir yo'l stansiyalariga bir nechta shoxobcha yo'llari va turli korxonalar tutashgan bo'lsa, ushbu infratuzilmaga xizmat ko'rsatish tartibini to'g'ri rejalashtirish alohida ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, yuk frontlariga xizmat ko'rsatish ketma-ketligini belgilash – temir yo'l transporti ishlashining samaradorligi, logistika jarayonining uzluksizligi va korxonalarning ishlab chiqarish faoliyati uchun muhim hisoblanadi. Shuningdek vagon aylanmasini minimallashtirishga erishiladi [1-4].

Vagonlarni ortish-tushirish frontlariga olib kirish tartibi noto'g'ri tanlansa, lokomotivning ortiqcha harakati, vaqt yo'qotishlar, yo'l infratuzilmasining samarasiz ishlatilishi va

ortish-tushirish ishlaridagi kechikishlar yuzaga keladi. Aksincha, xizmat ko'rsatishning to'g'ri ketma-ketligi bu kabi salbiy holatlarning oldini olib, yuk tashish jarayonini tez, aniq va uzluksiz bajarish imkonini beradi.

Vagonlarni olib kirish ketma-ketligini tanlashda yuklarning ustuvorlik darajasi (masalan, tez buziladigan mahsulotlar, xavfli yoki strategik ahamiyatga ega bo'lgan yuklar), ortish-tushirish frontlarining bandligi yoki texnik holati ham hisobga olinishi lozim. Shu bois, har bir holatda ortish-tushirish frontlariga birinchi bo'lib xizmat ko'rsatish zarurati va ketma-ketlikni belgilash masalasi alohida e'tibor bilan ko'rib chiqilishi zarur. Bu orqali nafaqat temir yo'l infratuzilmasidan samarali foydalaniladi, balki barcha ishtirokchi tomonlar – temir yo'l va unga tutashgan korxonalar manfaatlari ham muvozanatda saqlanadi [1-5, 8].

^a <https://orcid.org/0009-0003-0655-0448>

^b <https://orcid.org/0000-0002-4867-8270>

^c <https://orcid.org/0009-0007-5775-3870>



2. Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot obyekti sifatida shartli "A" temir yo'l stansiyasi tanlandi. Ushbu stansiyada 4 ta yuk fronti mavjud bo'lib, ular 2 ta asosiy bog'lovchi yo'l orqali stansiyaga ulangan (1-rasm). Barcha ortish va tushurish frontlari ulangan "A" temir yo'l stansiyasining amaldagi sxemasi 1-rasmda keltirilgan, bundan "O'zbekiston temir yo'llari" AJ tasarrufidagi va MDH vagonlariga xizmat ko'rsatuvchi ortish-tushurish frontlarini shartli ravishda 1, 2, 3 va 4-raqamlari bilan belgilandi.

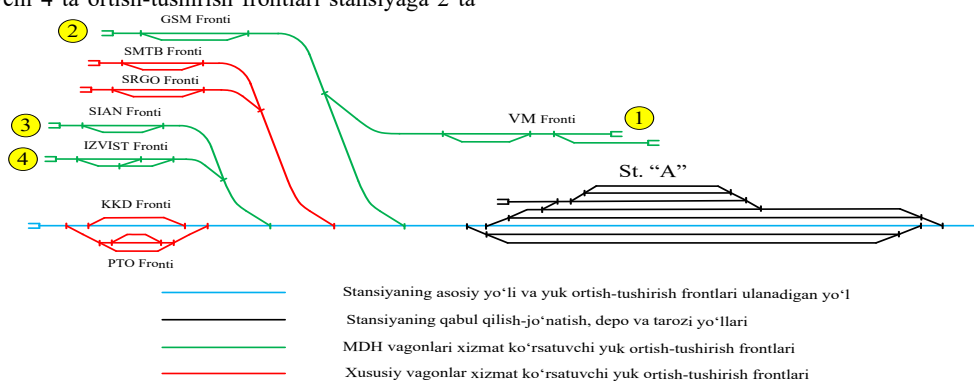
Ortish-tushurish frontlariga vagonlarni ketma-ket olib kirishning variantlar soni kombinatorika usuli bo'yicha quyidagi formula orqali aniqlanadi [6, 7]:

$$k = n! \quad (1)$$

bunda n – xizmat ko'rsatiladigan ortish-tushurish frontlari soni

Masalan 4 ta ortish-tushurish frontlari mavjud bo'lganda,
 $k = 4! = 24$

Ko'rinib turibdiki, ortish-tushurish frontlariga vagonlarni ketma-ket olib kirib berishning 24 ta varianti mavjud. Biroq, tadqiq qilayotqan "A" stansiyasidagi xizmat ko'rsatiluvchi 4 ta ortish-tushurish frontlari stansiyaga 2 ta



1-rasm. "A" temir yo'l stansiyasining sxemasi

Shunday qilib, 4 ta ortish-tushurish frontlari stansiyaga 2 ta bog'lovchi yo'l bilan ulanganligi tufayli variantlar soni 8 tani tashkil etadi. Ushbu 8 ta variant kesimida vagonlarni ortish-tushurish frontlariga olib kirib berishning ketma-ketligini ko'rib chiqamiz:

I variant:	$st"A" \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow st"A" \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow st"A"$
II variant:	$st"A" \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow st"A" \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow st"A"$
III variant:	$st"A" \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow st"A" \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow st"A"$
IV variant:	$st"A" \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow st"A" \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow st"A"$
V variant:	$st"A" \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow st"A" \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow st"A"$
VI variant:	$st"A" \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow st"A" \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow st"A"$
VII variant:	$st"A" \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow st"A" \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow st"A"$
VIII variant:	$st"A" \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow st"A" \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow st"A"$
VIII variant:	$st"A" \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow st"A" \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow st"A"$

Yuqorida keltirilgan vagonlarni ketma-ket olib kirish variantlaridan kutib qolishlarning eng kam vagon-soat tashkil etishini aniqlashning maqsadli funksiyasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$B = \sum_{i=1}^n u_i \cdot t_i \rightarrow \min \quad (4)$$

bog'lovchi yo'l bilan ulanganligi tufayli variantlar soni quyidagicha aniqlanadi [6, 7]:

$$k = \frac{n!}{(n-1)!} \quad (2)$$

yoki ketma-ket tanlov asosida:

$$k = (C_p^m)^{n-1} \quad (3)$$

bunda p – tanlanishi mumkin bo'lgan obyektlar soni;
 m – olib kirib berish amalga oshiriladigan obyektlar soni;
 n – xizmat ko'rsatiladigan ortish-tushurish frontlari soni;

Demak, (2)-formulaga muvofiq "A" stansiyasida ortish-tushurish frontlariga xizmat ko'rsatishning variantlar soni quyidagicha bo'ladi:

$$k = \frac{n!}{(n-1)!} = \frac{4!}{(4-1)!} = \frac{24}{3} = 8$$

(3)- formulaga muvofiq "A" stansiyasida ortish-tushurish frontlariga ketma-ket tanlov asosida xizmat ko'rsatishning variantlar soni quyidagicha bo'ladi:

$$k = (C_p^m)^{n-1} = (C_2^1)^{4-1} = \left(\frac{2!}{(2-1)!}\right)^3 = 2^3 = 8$$

bunda u – ortish-tushurish frontlariga olib kirib beriladigan vagonlar soni, vag.;
 t – ortish-tushurish frontlariga vagonlarni olib kirib berishdagi vaqt me'yori, soat.

Bunda quyidagi chegaralar mavjud bo'ladi:

$0 < u_i \leq u_{\max}^{fr_{\min}^{fr_{\max}}}$
 bunda $u_{\max}^{fr}$ bitta uzatishda ortish-tushurish frontlariga olib kirib berilishi mumkin bo'lgan vagonlarning maksimal soni, vagon;
 $t_{\min}^{fr}$ – mos ravishda ortish tushurish frontlarida vagonlar olib kirib berishning minimal
 $t_{\max}^{fr}$ – va maksimal vaqti, soat.

3. Tadqiqot natijalari va muhokamasi

Tadqiq qilayotqan "A" stansiyasining ortish-tushurish frontlariga vagonlarni olib kirish va olib chiqish vaqt me'yorlarini analitik hisoblash usulidan foydalanilib 1-8-jadvallarda xizmat ko'rsatish vagon-soatlarni hisoblashning matritsasi ishlab chiqildi. Shuningdek, barcha variantlar bo'yicha (4)-formulaga tegishli qiymatlar qo'yilib, har bir variant asosida ortish-tushurish frontlariga xizmat ko'rsatish vagon-soatlari aniqlandi.



1-jadval

Ortish-tushirish frontlariga xizmat ko'rsatishda vagon-soatlarni hisoblashning 1-variant matritsasi

u \ t	1,6	1,2	1,5	1,5	Uzatish ketma-ketligi
2 ta vagon	+	-	-	-	1
2 ta vagon	+	+	-	-	2
3 ta vagon	+	+	+	-	3
1 ta vagon	+	+	+	+	4

$$B_I = 2 \cdot 1,6 + 2 \cdot (1,6 + 1,2) + 3 \cdot (1,6 + 1,2 + 1,5) + 1 \cdot (1,6 + 1,2 + 1,5 + 1,5) = 27,5 \text{vag} - \text{soat},$$

2-jadval

Ortish-tushirish frontlariga xizmat ko'rsatishda vagon-soatlarni hisoblashning 2-variant matritsasi

u \ t	1,6	1,2	1,5	1,5	Uzatish ketma-ketligi
2 ta vagon	+	-	-	-	1
2 ta vagon	+	+	-	-	2
3 ta vagon	+	+	+	+	4
1 ta vagon	+	+	-	+	3

$$B_{II} = 2 \cdot 1,6 + 2 \cdot (1,6 + 1,2) + 3 \cdot (1,6 + 1,2 + 1,5 + 1,5) + 1 \cdot (1,6 + 1,2 + 1,5) = 30,5 \text{vag} - \text{soat},$$

3-jadval

Ortish-tushirish frontlariga xizmat ko'rsatishda vagon-soatlarni hisoblashning 3-variant matritsasi

u \ t	1,6 soat	1,2 soat	1,5 soat	1,5 soat	Uzatish ketma-ketligi
2 ta vagon	+	+	-	-	2
2 ta vagon	-	+	-	-	1
3 ta vagon	+	+	+	-	3
1 ta vagon	+	+	+	+	4

$$B_{III} = 2 \cdot (1,6 + 1,2) + 2 \cdot 1,2 + 3 \cdot (1,6 + 1,2 + 1,5) + 1 \cdot (1,6 + 1,2 + 1,5 + 1,5) = 26,7 \text{vag} - \text{soat},$$

4-jadval

Ortish-tushirish frontlariga xizmat ko'rsatishda vagon-soatlarni hisoblashning 4-variant matritsasi

u \ t	1,6 soat	1,2 soat	1,5 soat	1,5 soat	Uzatish ketma-ketligi
2 ta vagon	+	+	-	-	2
2 ta vagon	-	+	-	-	1
3 ta vagon	+	+	+	+	4
1 ta vagon	+	+	-	+	3

$$B_{IV} = 2 \cdot (1,6 + 1,2) + 2 \cdot 1,2 + 3 \cdot (1,6 + 1,2 + 1,5 + 1,5) + 1 \cdot (1,6 + 1,2 + 1,5) = 29,7 \text{vag} - \text{soat},$$

5-jadval

Ortish-tushirish frontlariga xizmat ko'rsatishda vagon-soatlarni hisoblashning 5-variant matritsasi

u \ t	1,6 soat	1,2 soat	1,5 soat	1,5 soat	Uzatish ketma-ketligi
2 ta vagon	+	-	+	+	3
2 ta vagon	+	+	+	+	4
3 ta vagon	-	-	+	-	1
1 ta vagon	-	-	+	+	2

$$B_V = 2 \cdot (1,6 + 1,5 + 1,5) + 2 \cdot (1,6 + 1,2 + 1,5 + 1,5) + 3 \cdot 1,5 + 1 \cdot (1,5 + 1,5) = 28,3 \text{vag} - \text{soat},$$

6-jadval

Ortish-tushirish frontlariga xizmat ko'rsatishda vagon-soatlarni hisoblashning 6-variant matritsasi

u \ t	1,6 soat	1,2 soat	1,5 soat	1,5 soat	Uzatish ketma-ketligi
2 ta vagon	+	-	+	+	3
2 ta vagon	+	+	+	+	4
3 ta vagon	-	-	+	+	2
1 ta vagon	-	-	-	+	1

$$B_{VI} = 2 \cdot (1,6 + 1,5 + 1,5) + 2 \cdot (1,6 + 1,2 + 1,5 + 1,5) + 3 \cdot (1,5 + 1,5) + 1 \cdot 1,5 = 31,3 \text{vag} - \text{soat},$$

7-jadval

Ortish-tushirish frontlariga xizmat ko'rsatishda vagon-soatlarni hisoblashning 7-variant matritsasi

u \ t	1,6 soat	1,2 soat	1,5 soat	1,5 soat	Uzatish ketma-ketligi
2 ta vagon	+	+	+	+	4
2 ta vagon	-	+	+	+	3
3 ta vagon	-	-	+	-	1
1 ta vagon	-	-	+	+	2

$$B_{VII} = 2 \cdot (1,6 + 1,2 + 1,5 + 1,5) + 2 \cdot (1,2 + 1,5 + 1,5) + 3 \cdot 1,5 + 1 \cdot (1,5 + 1,5) = 27,5 \text{vag} - \text{soat},$$

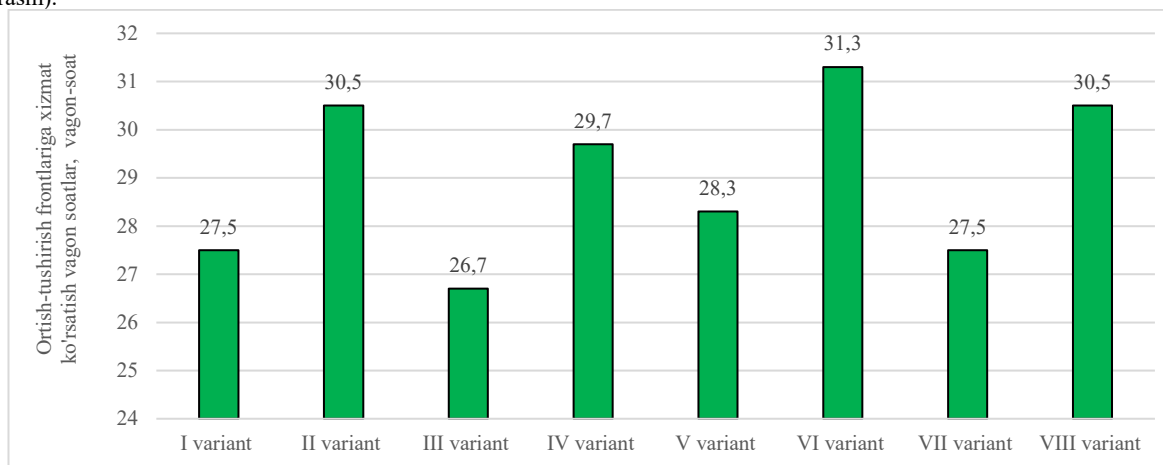


Ortish-tushirish frontlariga xizmat ko'rsatishda vagon-soatlarni hisoblashning 8-variant matritsasi

u \ t	1,6 soat	1,2 soat	1,5 soat	1,5 soat	Uzatish ketma-ketligi
2 ta vagon	+	+	+	+	4
2 ta vagon	-	+	+	+	3
3 ta vagon	-	-	+	+	2
1 ta vagon	-	-	-	+	1

$$B_{VIII} = 2 \cdot (1,6 + 1,2 + 1,5 + 1,5) + 2 \cdot (1,2 + 1,5 + 1,5) + 3 \cdot (1,5 + 1,5) + 1 \cdot 1,5 = 30,5 \text{ vag - soat,}$$

Shundan so'ng 8 ta variant bo'yicha ortish-tushirish frontlariga xizmat ko'rsatish vagon-soatlarining gistogrammasi tuzildi (2-rasm).



2-rasm. Ortish-tushirish frontlariga xizmat ko'rsatish vagon-soatlariniyu barcha variantlar bo'yicha miqdorlari

2-rasmdan ko'rish mumkinki, vagonlarni ortish-tushirish frontlariga olib kirib berishdagi vagon-soatlarning eng minimal qiymati $B_{III} = 26,7$ vagon-soatga teng, ya'ni III varianga to'g'ri keladi. Bu esa, yuk frontlariga xizmat ko'rsatishda samaradorlikni oshirish, vagonlarning stansiyada kamroq vaqt turishini ta'minlash va resurslardan oqilona foydalanish imkonini beradi.

Qo'lda hisoblash usuli (masalan, kombinatorik usullar bilan ketma-ketliklarni aniqlash) kam ortish-tushirish frontlari sonida nisbatan samarali bo'lishi mumkin. Biroq, ortish-tushirish frontlari soni oshgan sari hisoblashning murakkabligi geometrik ravishda ortadi.

Masalan, o'zaro bog'lanmagan n ta yuk frontining xizmat ko'rsatish ketma-ketligini aniqlash uchun $n!$ sonidagi kombinatsiyalarni ko'rib chiqish kerak bo'ladi. Qo'lda hisoblash amaliy jihatdan 6 tagacha yuk frontigacha samarali bajarilishi mumkin. 7 tadan ortiq bo'lganda esa hisoblash hajmi keskin oshadi va inson tomonidan bajarilishi juda ko'p vaqt va kuch talab qiladi. Shu sababli ushbu masalani hal qilish uchun algoritmi asosida dasturiy ta'minotini ishlab chiqish maqsadga muvofiq bo'ladi. Chunki raqamli dasturlar katta hajmdagi ma'lumotlarni tezkor va xatolarsiz qayta ishlashga imkon beradi. Bu yuk frontlari soni oshgan sari ayniqsa muhim bo'ladi.

Avtomatlashtirilgan dasturlar va matematik modellar asosida eng kam vagon-soatli variantlarni aniqlab, yuk frontlari bo'yicha olib kirib berishning optimal ketma-ketlikni taklif qilinadi.

4. Xulosa

Bir nechta shoxobcha yo'llari tutashgan temir yo'l stansiyasida yuk frontlariga xizmat ko'rsatish ketma-ketligini aniqlash masalasi kutub qolishlarning eng kam

vagon-soatlari usuli asosida kompleks tarzda tadqiq etildi. Tadqiqot davomida yuk operatsiyalarining texnologik tavsifi, stansiya infratuzilmasining tashkiliy-texnik imkoniyatlari va vagon oqimlarining intensivligi ortish-tushirish frontlariga xizmat ko'rsatish ketma-ketligini belgilashning muhim omillari ekanligi qayd etildi. Amalga oshirilgan hisob-kitoblar natijasida yuk frontlarining o'zaro joylashuvi va xizmat ko'rsatish muddatidan kelib chiqqan holda yuklash-tushirish ishlarining optimal ketma-ketligini belgilash mumkin. Tanlangan ketma-ketlik asosida vagonlarning stansiyada ortiqcha turib qolish ehtimoli sezilarli darajada kamaytiriladi, bu esa butun transport jarayonining samarali tashkil etilishini ta'minlaydi.

Taklif etilayotgan usulning qo'llanilishi yuk tashish jarayonlarida vagon-soat yo'qotishlarini minimallashtirish, ishchi kuchi va texnik vositalardan maksimal foydalanish hamda transport tizimining umumiy xizmat ko'rsatish darajasini optimallashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, optimal xizmat ko'rsatish ketma-ketligi stansiya faoliyatining uzluksizligini ta'minlaydi, yuk oqimlarining oqilona boshqarilishini tashkil etadi hamda kesishuvchi marshrutlar paydo bo'lishining oldini olishga xizmat qiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Серазетдинова А.Д. Методика управления вагонопотоками на путях необщего пользования, учитывающая оперативную загруженность станций: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Екатеринбург: УрГУПС, 2010. – 19 с.



[2] Еловой И.А., Потылкин Е.Н. Расчет оптимальных интервалов для выбора режимов взаимодействия станций и путей необщего пользования // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта, 2016. – №5 (65). – С. 30-42.

[3] Григорюк В.Ф. Оптимизация взаимодействия пунктов погрузки и выгрузки вагонов. Москва: Транспорт, 1986. – 79 с.

[4] Garey M., & Johnson D. Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness. USA: Bell Telephone Laboratories. – 1979. – P. 339.

[5] Aripov Nazirjon & Arpabekov Muratbek & Shinpolat Suyunbaev & Masharipov Masud & Khusenov Utkir. (2024). Development of a Mathematical Model of Sequential Arrangement of a Group of Wagons Along Station Tracks. https://doi.org/10.1007/978-3-031-53488-1_2.

[6] Lusby R.M., Larsen J., Ehrgott M., & Ryan D. (2011). Railway Track Allocation: Models and Methods // EURO Journal on Transportation and Logistics, №1(1-2). – P. 71–106.

[7] Yan S., & Lin B. (2019). A Combinatorial Optimization Model for Freight Car Scheduling in Rail Transport // Journal of Advanced Transportation, №1. – P. 15-25.

[8] www.transport-logistics.org

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

Baqoyev Alisher Tel'mon o'g'li / Bakoyev Alisher	Toshkent davlat transport universiteti "Transport tizimlari boshqaruvi" fakulteti 4-bosqich talabasi E-mail: Baqoyeva08@gmail.com Tel.: +998 94 006 62 00 https://orcid.org/0009-0003-0655-0448
Yusupov Azizjon Qaxramonovich/ Yusupov Azizjon	Toshkent davlat transport universiteti "Temir yo'ldan foydalanish ishlarini boshqarish" kafedrası dotsenti, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) E-mail: yusupovaziztosh@gmail.com Tel.: +998 99 043 97 37 https://orcid.org/0000-0002-0662-4610
Rustamjonov Boburjon Erkinjon o'g'li / Rustamjonov Boburjon	Toshkent davlat transport universiteti "Temir yo'ldan foydalanish ishlarini boshqarish" kafedrası tayanch doktoranti E-mail: rustamjonov27071996@gmail.com Tel.: +998 97 708 23 27 https://orcid.org/0009-0007-5775-3870



Evaluation of the influence of the catalyst on the quantity of exhaust gases

A.A. Mukhitdinov¹^a, D.Sh. Turgunov¹^b, M.Z. Numanov¹^c, J.A. Ravshanbekov¹^d

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

It has been proven in many scientific studies that the role of the catalytic converter in reducing the harmful gases emitted by cars is incomparable. Today, in many developed countries, practical results are being achieved to increase the indicators of environmental pollution of automobile transport. In this article, the function of the catalyst contributing to the chemical reaction in reducing the amount of harmful gases emitted from the passenger car was evaluated, and calculations were made through experiments. A passenger car equipped with a gasoline internal combustion engine was used. It was 1.5 liters in volume, and the car was studied in the idling mode. It was studied that it had a significant effect on the amount of CO, CH, NOx and CO₂ gases. Methods of calculation of influence on several parameters of the engine (we, Me, Qy, Qh, Kn, etc.) have been developed. Our scientific research will serve as a basis for developing new software models through future testing and computational methods.

Keywords:

electronic control unit (ECU), Scanmatik device, Infracar gas analyzer, air-fuel ratio, air and fuel consumption

Katalizatorning chiqindi gazlar miqdoriga ta'sirini baholash

Muxitdinov A.A.¹^a, Turgunov D.Sh.¹^b, Numanov M.Z.¹^c, Ravshanbekov J.A.¹^d

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Avtomobillardan chiqayotgan zararli gazlarni kamaytirishda katalitik-neytralizatorning ro'li beqiyos ekanligi ko'plab ilmiy tadqiqotlarda isbotlangan. Bugungi kunda ko'plab rivojlangan mamlakatlarda, avtomobil transportini ekologik bezararlik ko'rsatkichlarini oshirishga doir amaliy natijalarga erishib kelmoqda. Ushbu maqolada ham yengil avtomobildan chiqayotgan zararli gazlar miqdorini kamaytirishda, kimyoviy reaksiya orqali o'z xissasini qo'shgan katalizatorning vazifasi baholangan bo'lib, eksperimentlar orqali hisob ishlari olib borilgan. Benzinli ichki yonuv dvigateli bilan jihozlangan yengil avtomobil qo'llanilgan. 1.5 litrajli hajmda bo'lib, avtomobil salt ishlash rejimida tadqiqot qilingan. CO, CH, NOx va CO₂ gazlarining miqdoriga sezilarli darajada ta'sir qilganligi tadqiqot qilingan. Dvigatelning bir nechta ko'rsatkichlariga (we, Me, Qy, Qh, Kn va boshqalar) ta'siri hisob uslublari ishlab chiqilgan. Olib borilgan ilmiy tadqiqotlarimiz, kelajakdagi sinov va hisob uslublari orqali yangi dastur modellarini ishlab chiqishga asos sifatida xizmat qiladi.

Kalit so'zlar:

elektron boshqaruv blogi(EBB), Scanmatik qurilmasi, Infrakar gazanalizatori, havo-yonilg'i nisbati, havo va yonilg'i sarfi

1. Kirish

Transport vositalarini ekologik ko'rsatkichlarini baxolashda ko'plab sinov va xisob uslublari ishlab chiqilgan. Bugungi kunga qadar davom etib kelmoqda. Sinov uslublarining bir qancha turlari mavjud bo'lib, hisob uslublari bilan ekologik baholash uslubi keng ommalashmoqda. Hisob uslublari ko'plab omillarga bog'liq, dvigatel parametrlarini takomillashishi, yonilg'i turini qo'llanilishi, atrof-muhitning ta'siri kabilar. Hisob uslublari sinov uslublariga nisbatan bir qancha yengilliklar beradi, aloxida laboratoriya sharoiti, maxsus jihozlar, belgilangan vaqt meyorlari, mutaxassislar jamoasi. Har bir hisob uslubi ma'lum qonuniyatga asoslanib, sinov uslublaridan foydalangan ma'lum dastur ishlab chiqiladi. Bu dasturga kerakli parametrlar kiritish orqali hisob uslubi yoziladi hamda tadqiqot ishlari olib boriladi. Biz ham kelajakdagi hisob dasturimizga kiritiladi parametrlarni tadqiq

qilmoqdamiz. Bir qancha sinov va hisob uslublari tahlili oqrali o'zimizning hisob uslubimizga asos solish asosiy maqsadlarimizdan biridir.

Adabiyot tahlili. Transport vositalarining chiqindi gazlari miqdor bo'yicha ko'plab soha mutaxassislar ilmiy tadqiqotlar olib borishgan. Maxsus dasturlardan foydalangan holda chorxadagi chiqindi gazlarni hisoblash[1] ishlari olib borilgan. Avtomobilning xarakat jarayonidagi dvigatelning asosiy parametrlari hisobi [2, 3, 4] dan foydalanamiz, sababi chiqindi gazlar miqdori, turi, hajmi ko'rsatkichlar bevosita dvigatelga bog'liq. Chiqindi gazlarni hisob uslublari bilan baholash[5], [6] hamda katalizator ishini baholash [7] [8] kabi ko'plab ilmiy tadqiqotlar soha mutaxassislari tomonidan olib borilgan.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Avtomobilni chiqindi gazlari miqdorini tadqiqot qilishda dastlab sinov hamda hisob uslublarini qo'lladik. Sinovdan

^a <https://orcid.org/0000-0001-5360-8624>

^b <https://orcid.org/0009-0005-5856-0830>

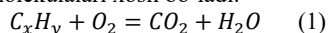
^c <https://orcid.org/0000-0002-7580-5968>

^d <https://orcid.org/0009-0009-8234-3974>



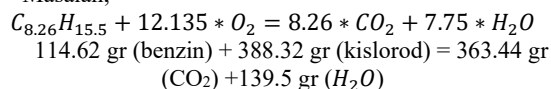
olingan natijalar, matematik taxlil qilindi hamda hisob uslulari ishlab chiqildi.

Benzin bilan kislorod reaksiyaga kirishishi natijasida CO₂ va H₂O molekullari xosil bo'ladi.



Bu tenglamada kimyoviy reaksiya to'liq amalga oshirilganda, miqdor jixatdan tenglashadi. 1 gr benzin to'liq reaksiyaga kirib yonishi uchun deyarli 3 gr kislorod kerak bo'lsa, 3 gr CO₂ va 1 gr H₂O gazlari ajralib chiqadi (benzin markasiga ko'ra).

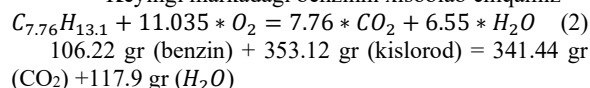
Masalan,



Тенгламани хар иккила томонини 114.62 га бўламиз
1 gr (benzin) + 3.38 gr (kislorod) = 3.17 gr (CO₂) + 1.22 gr (H₂O)

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, 1 gr benzin to'liq yonishi uchun 3.38 gr O₂ kerak bo'ladi, undan 3.17 gr CO₂ va 1.22 gr H₂O ajralib chiqadi. Benzinning massasi H₂O ga, O₂ ning massasi CO₂ ga yaqin ekanligi isbotlandi. CO₂ ning massasi O₂ massasining 93.78 % tashkil etadi.

Keyingi markadagi benzinni xisoblab chiqamiz

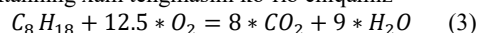


Tenglamani xar ikkila tomonini 106.22 ga bo'lamiz

1 gr (benzin) + 3.32 gr (kislorod) = 3.21 gr (CO₂) + 1.11 gr (H₂O)

Bu tenglamada, 1 gr benzin to'liq yonishi uchun 3.32 gr O₂ kerak bo'ldi, undan 3.21 gr CO₂ va 1.11 gr H₂O ajralib chiqdi. CO₂ ning massasi O₂ massasining 96.68 % tashkil etdi.

Oktanning xam tengmasini ko'rib chiqamiz



114 gr (benzin) + 400 gr (kislorod) = 352 gr (CO₂) + 162 gr (H₂O)

Tenglamani xar ikkila tomonini 114 ga bo'lamiz

1 gr (benzin) + 3.51 gr (kislorod) = 3.09 gr (CO₂) + 1.42 gr (H₂O)

Demak, 1 gr benzin to'liq yonishi uchun 3.51 gr O₂ kerak bo'ldi, undan 3.09 gr CO₂ va 1.42 gr H₂O ajralib chiqdi. CO₂ ning massasi O₂ massasining 88.03 % tashkil etdi.

3. Tahlil va natijalar

Engil avtomobillarning dvigatellarida bunday kimyoviy reaksiya qanday amalga oshirilishi xamda massa jixatidan qiymatlarini qo'rib chiqamiz.

Tajribada engil avtomobilning chiqindi gazlari miqdori ikki usulda o'lchandi. Katalitik-neytralizator ko'llanilgan xolda xamda ko'llanilmagan xolda o'tkazildi. Avtomobil salt ishlash rejimida, maxsus laboratoriya sharoitida sinov ishlari olib borildi. Skanmatik diagnostik kurilmasi dvigatel parametrlarini, Infrakar gazanalizator chiqindi gazlar miqdorini o'lchab beradi. 1 – jadvalda katalizator ko'llanilishi xamda qo'llanilmagan xoldagi sinov natijalari berilgan.

1-jadval

Katalizator qo'llanilishi xamda qo'llanilmagan xoldagi sinov natijalari

T/r	Katalizatorning mavjudligi	EBB dagi ko'rsatkichlar				Hisoblangan parametrlar			
		Dvigatel tirsakli val aylanishlari soni, ayl/min	Injector sepish vaqti, ms	Havo sarfi, g/s	Dvigatel burovchi momenti, Nm	Yonilg'i sarfi, g/s	λ(EBB)	Kn	Umumiy gazlar massasi, gr
1	Бор	800	1,562	1,996	1,4	0,136	0,9999	0,184	2,13
	Йўқ		1,46	1,82	1	0,127	0,973	0,168	1,94
2	Бор	1000	1,302	2,528	1,2	0,141	1,2155	0,183	2,66
	Йўқ		1,32	2,39	1	0,156	1,0389	0,161	2,54
3	Бор	2000	1,3	4,258	2,4	0,283	1,0252	0,157	4,54
	Йўқ		1,38	4,64	3	0,323	0,9758	0,159	4,96
4	Бор	3000	1,428	7,11	4,4	0,466	1,039	0,174	7,57
	Йўқ		1,35	6,5	3	0,431	1,0252	0,163	6,93

Jadvalning yashil ustuni katalizator ko'llanilgan xoldagi, sariq ustuni katalizator qo'llanilmagan xoldagi olingan parametrlar. Chiqindi gazlarning umumiy massasi katalizator yuk bo'lganda ishlab chiqiriladi, lekin zararlilik darajasi yuqori bo'ladi, buni 2 – jadval misolida ko'rish

mumkin. Dvigatel tirsakli val aylanishlari soni 2 xil vaziyat uchun bir xil qiymatda o'lchandi. Mavjud standartlarga asosan salt ishlash rejimida minimal 800 ayl/min, maksimal 3000 ayl/min gacha olinadi.

2-jadval

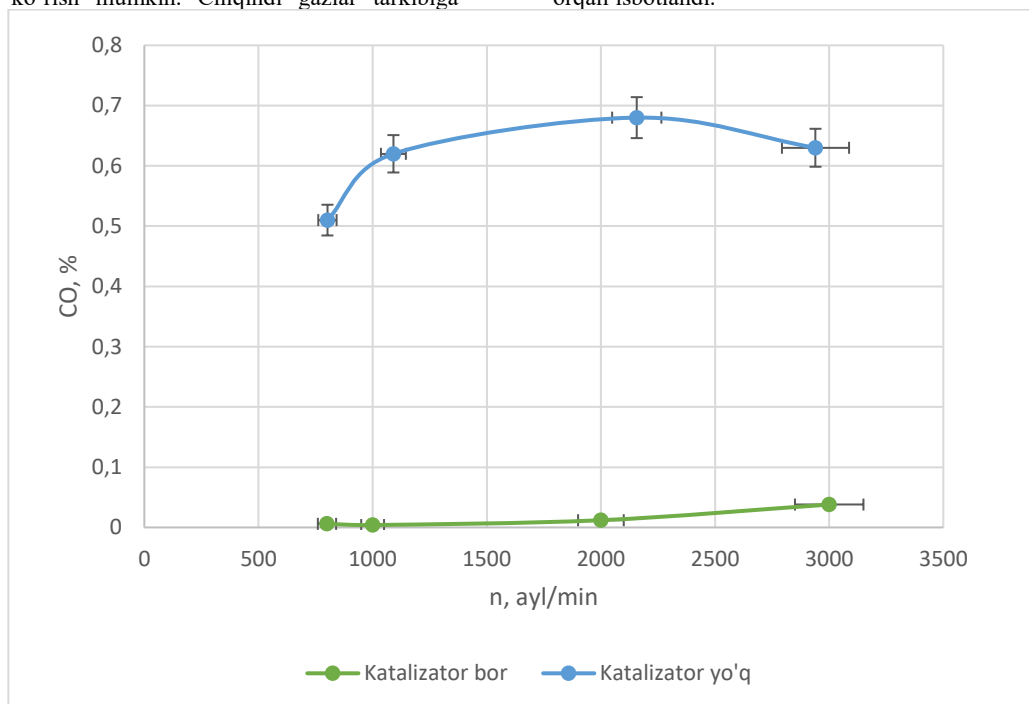
Katalizator qo'llanilishi xamda qo'llanilmagan xoldagi gazanalizator ko'rsatkichlari

T/r	Dvigatel tirsakli val aylanishlari soni, ayl/min	Katalizatorning mavjudligi	Gazanalizator ko'rsatkichi				
			CO, %	CH ₄ , ml·l ⁻¹	CO ₂ , %	NOx, ml·l ⁻¹	λ
1	800	Бор	0,006	16,2	16,15	0,062	1,0078
		Йўқ	0,51	270	14,03	1,1	1,03
2	1000	Бор	0,004	25,8	15,64	0,028	1,0058
		Йўқ	0,62	197	13,75	0,94	1,02
3	2000	Бор	0,012	0	16,36	0,07	1,0084
		Йўқ	0,68	146	13,42	0,87	1,02
4	3000	Бор	0,038	0	16,77	0,052	1,0068
		Йўқ	0,63	119	13,61	0,67	1,01

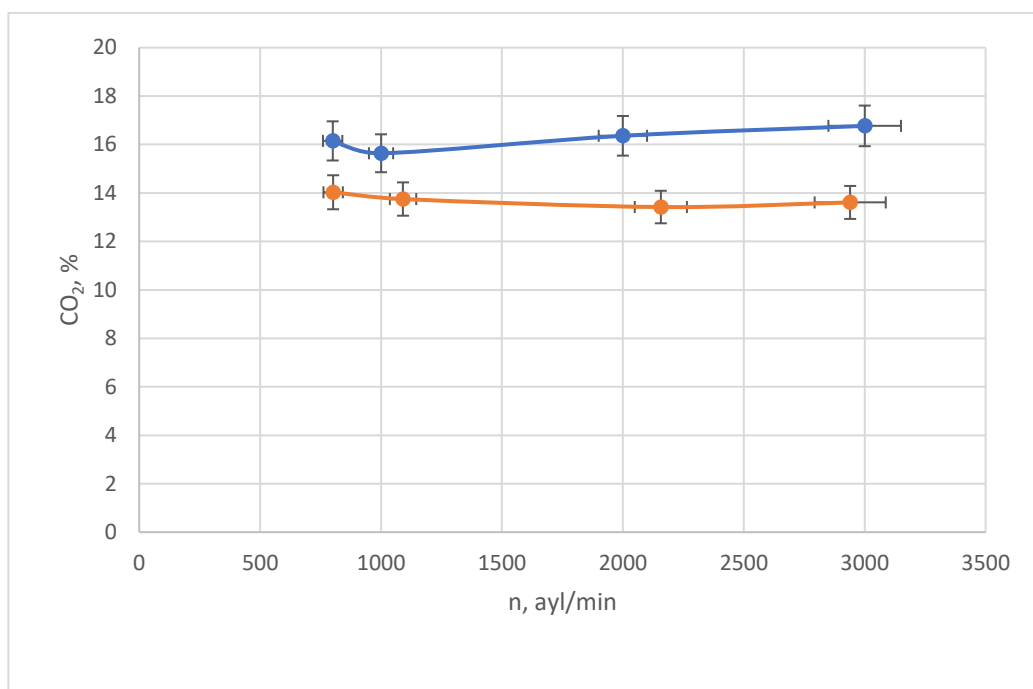


Quyidagi 1-2-3-4- rasmlar orqali katalizatorning axamiyatini ko'rish mumkin. Chiqindi gazlar tarkibiga

xamda miqdoriga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatishi sinov orqali isbotlandi.

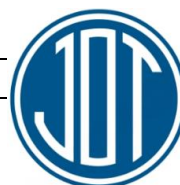


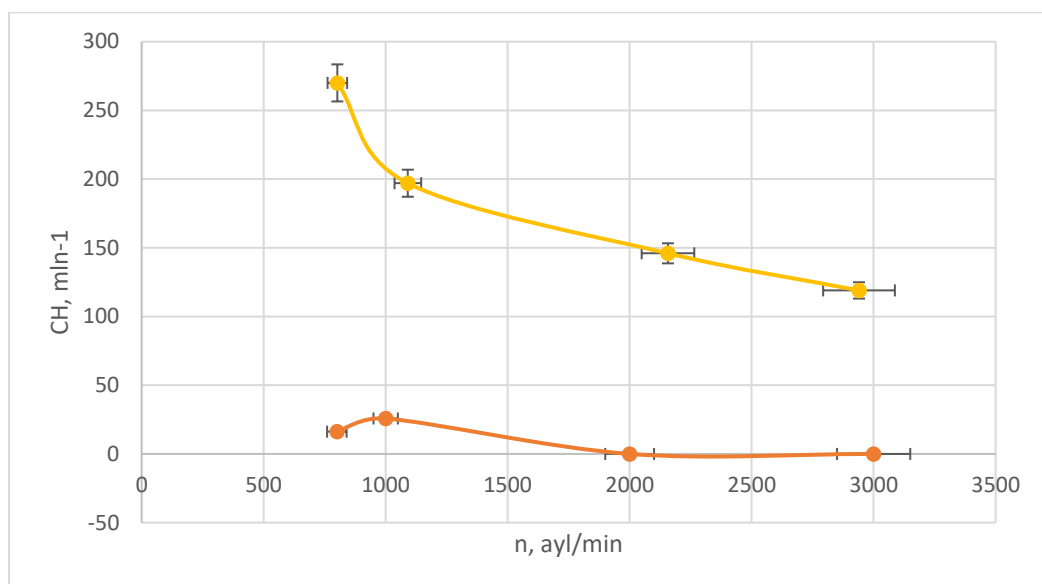
1 – rasm. CO va dvigatel tirsakli vali aylanishlari soni bog'liqligi



2 – rasm. CO₂ va dvigatel tirsakli vali aylanishlari soni bog'liqligi.

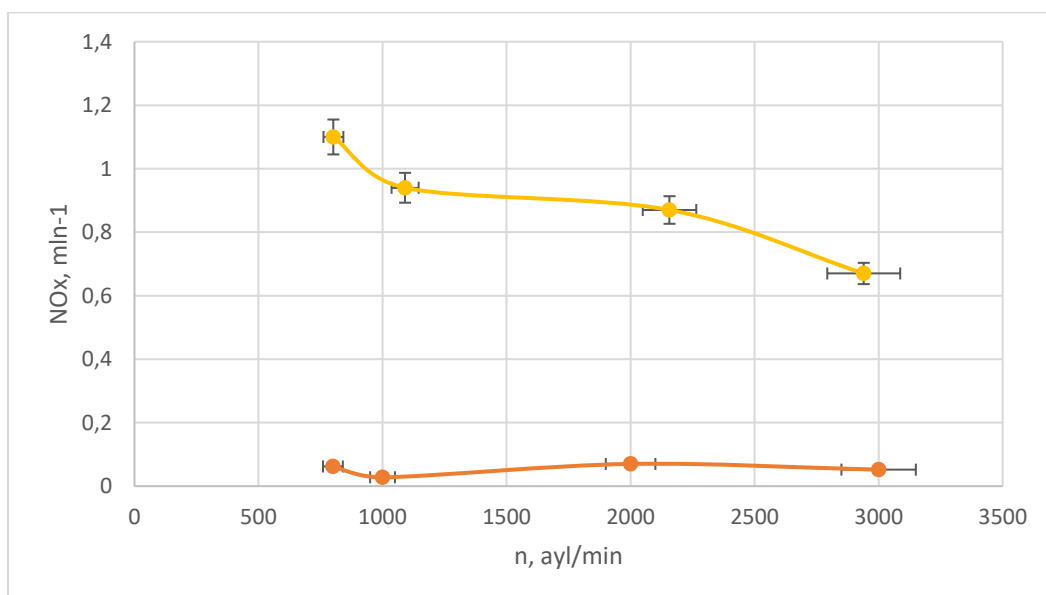
■ Katalizator bor ■ Katalizator yo'q





3 – rasm. CH va dvigatel tirsakli vali aylanishlari soni bog'liqligi

■ Katalizator bor
 ■ Katalizator yo'q



4 – rasm. NOx va dvigatel tirsakli vali aylanishlari soni bog'liqligi

■ Katalizator bor
 ■ Katalizator yo'q

Sarflangan xavo miqdori orqali O₂ ni massasini aniqlab
olamiz, xavo tarkibida 21% O₂ borligini inobatga olsak

quyidagi jadval ko'rinishida bo'ladi. (1) tenglamaga
muvofiq SO₂ ning massasini xam xisoblaymiz.

3-jadval

Katalizator qo'llanilishi xamda qo'llanilmagan xoldagi gazanalizator ko'rsatkichlari

T/r	Dvigatel tirsakli val aylanishlari soni, ayl/min	Katalizatorning mavjudligi	21% O ₂	CO ₂ , %	A* CO ₂ g/s	B* CO ₂ g/s	Δ
1	800	Bor	0,41916	16,15	0,344284		
		Yo'q	0,3822	14,03	0,273198	0,314479	82,28133
2	1000	Bor	0,53088	15,64	0,417507		
		Yo'q	0,5019	13,75	0,350143	0,398272	79,35276
3	2000	Bor	0,89418	16,36	0,742831		
		Yo'q	0,9744	13,42	0,666097	0,812023	83,33566
4	3000	Bor	1,4931	16,77	1,270416		
		Yo'q	1,365	13,61	0,94335	1,162379	85,15595

A*CO₂ ning belgilangan % dagi massasi
 B*Katalizator bor, CO₂ ning ko'rsatkichi 16 % atrofida bo'lgandagi massasi
 Δ – xatolik darajasi, O₂ ga nisbatan xisoblaganda



(1) Tenglama orqali kimyoviy reaksiya natijasida CO₂ ning massasi O₂ massasining 93.78 % tashkil etsa, katalizator qo'llanilishi natijasida CO₂ massasini (dvigatel tirsakli vali, yuklamasi inobatga olinadi) 85.155 % ga yaqinlashtirib beradi. Agarda CO₂ 13.61 % emas, 16.77 % ni tashkil etsa xamda qolgan parametrlar o'zgarmagan xolda bo'lsa. O₂ miqdori 1.365 gr, CO₂ 1.16 gr, oraliq farq 85.155 % ekanligi kelib chiqadi. Bashorat qilingan qiymat bo'ladi.

4. Xulosa va takliflar

Yuqoridagi (1), (2) va (3) tenglamalardan ko'rinish turibdiki, CO₂ ning massasi benzin tarkibidagi C va H ning miqdori bog'liq. O₂ ning miqdori xam mutanosib ravishda oshib boradi. Kislorod oshishi xavoning oshishiga sabab bo'ladi, bu esa yana ko'shimcha benzin sarfiga olib keladi.

Olib borilgan tadqiqotdan shunday xulosa qilish mumkinki, avtomobillarga qo'llanilgan katalizatorlar xamisha yonilg'i va xavo o'rtasida mutanosiblikni ushlab turishga intiladi. CO₂ massasi misolida ko'rib chiqdik, kimyoviy reaksiya orqali CO₂ ning qiymatini O₂ qiymatiga yaqinlashtirib beradi. 3 xil markadagi benzinning CO₂ massalarini O₂ ga nisbatan taqqoslab chiqdik. Oktan ayrim manbalar Ai-92 benzin deb yuritiladi. Biz xam tajriba-sinov ishlarini tijorat benzini Ai-92 dan foydalandik. Kimyoviy reaksiya natijasida CO₂ ning massasi O₂ massasining 88.03 % tashkil etsa, bashorat qilingan qiymatlarning % ko'rsatkichlari 82,28-79.35-83.33-85.15 bo'ladi. Katalizatorning axamiyati shundaki, CO₂ massasini kimyoviy reaksiyadagi massaga yaqin qilib berishga intiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Kutlimuratov, K., Khakimov, S., Mukhitdinov, A., & Samatov, R. (2021). Modelling traffic flow emissions at signalized intersection with PTV vissim. E3S Web of Conferences, 264, 02051. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126402051>
- [2] 2. Mukhitdinov, A., Abdurazzokov, U., Ziyaev, K., & Makhmudov, G. (2023). Method for assessing the vehicle energy efficiency on a driving cycle. 060028. <https://doi.org/10.1063/5.0114531>
- [3] 3. Mukhitdinov, A., Ziyaev, K., Abdurazzokov, U., & Omarov, J. (2023). Creation of the driving cycle of the city of Tashkent by the synthesis method. 060029. <https://doi.org/10.1063/5.0126363>
- [4] 4. Mukhitdinov, A., Ziyaev, K., Omarov, J., & Ismoilova, S. (2021). Methodology of constructing driving cycles by the synthesis. E3S Web of Conferences, 264, 01033. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126401033>

[5] 5. Turgunov D., Numanov M., Muxitdinov A. The issue of determining the composition of exhaust gases by calculation methods // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2024. 3(120). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/17049>

[6] 6. Zacharof, N., Broekaert, S., Grigoratos, T., Bitsanis, E., Fontaras, G., A real world assessment of Medium Duty Vehicle emissions and fuel consumption, Atmospheric Environment: X, <https://doi.org/10.1016/j.aecoa.2024.100307>

[7] 7. Marcin Noga A three-way catalyst system for a five-stroke engine. Technical transactions 3/2019 mechanics. DOI: 10.4467/2353737XCT.19.039.10213

[8] 8. S. Dey, N.S. Mehta Automobile pollution control using catalysis <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2020.100006>

[9] <https://x-engineer.org/air-fuel-ratio>

[10] <https://infotables.ru/avtomobili/1214-yekologicheskij-klass-avtomobilya>

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

Muxitdinov Akmal Toshkent davlat transport universiteti
"Transport vositalari muhandisligi"
Anvarovich / kafedra professori. t.f.d (DSc),
Mukhitdinov E-mail: akmalmukhitdinov@gmail.com
Akmal <https://orcid.org/0000-0001-5360-8624>

Turgunov Diyor Toshkent davlat transport universiteti
Sherbekovich / "Transport vositalari muhandisligi"
Turgunov Diyor kafedraasi tayanch doktranti.
E-mail: turgunovdiyor90@gmail.com
Tel: +998974142416
<https://orcid.org/0009-0005-5856-0830>

Numanov Toshkent davlat transport universiteti
Muxammadali-shoxruxbek "Transport vositalari muhandisligi"
Zokirjon o'g'li / kafedraasi tayanch doktranti.
Numanov E-mail: numanovshox@mail.ru
Tel: +998993264992
Mukhammadali-shokhruxbek <https://orcid.org/0000-0002-7580-5968>

Ravshanbekov Toshkent davlat transport universiteti
Jaxongir Alisher "Transport vositalari muhandisligi"
o'g'li / kafedraasi assistenti.
Ravshanbekov E-mail: mrridjohn@gmail.com
Jakhongir Tel: +998936449423
<https://orcid.org/0009-0009-8234-3974>



Research on the operation of technical maintenance points at railway marshalling yards

D.T. Dulobov¹ ^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The main objective of this study is to investigate the operations of technical service points at railway marshalling stations. This article analyzes how technical maintenance of wagons contributes to ensuring safety conditions during transportation. Additionally, it considers the variation in inspection time depending on the type of train. The increasing volume of freight transportation necessitates a rise in the number of personnel responsible for conducting technical and commercial inspections of wagons at railway stations. Therefore, accurately determining the number of inspection teams at the stations is of great importance. By identifying the required number of personnel, it becomes possible to manage wagon flows more efficiently and increase labor productivity. Effective organization of this process contributes to improving the safety of transport vehicles and reducing operational costs. Optimizing the number of employees not only enhances work efficiency but also helps accelerate transportation processes.

Keywords: Sorting station, technical inspection, safety requirements, technical malfunction, rolling stock, service points, inspection

Temir yo'l saralash stansiyalarida texnik xizmat ko'rsatish punktlari ishini tadqiq qilish

Do'lobov D.T.¹ ^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ishdan asosiy maqsad temir yo'l saralash stansiyalarida texnik xizmat ko'rsatish punktlari ishini tadqiq qilishdan iborat. Ushbu maqolada vagonlarga texnik xizmat ko'rsatish orqali tashishlarda xavfsizlik shartlarini ta'minlash tahlillari olib borilgan. Bundan tashqari maqolada poyezd turiga qarab vagonlarni ko'rikdan o'tkazish vaqt miqdorlari turlicha bo'lishi hisoblandi. Yuk tashish hajmining ortib borishi temir yo'l stansiyalarida vagonlarni texnik va tijorat ko'rigidan o'tkazadigan xodimlar sonini oshirish zaruratini keltirib chiqaradi. Shuning uchun, stansiyalarda ko'rik ishlari bilan shug'ullanuvchi brigadalar sonini to'g'ri belgilash muhim ahamiyatga ega. Zarur xodimlar sonini aniqlash orqali vagonlar oqimini samarali boshqarish va ish unumdorligini oshirish mumkin. Bu jarayonning samarali tashkil etilishi transport vositalarining xavfsizligi va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishga xizmat qiladi. Xodimlar sonining optimal darajada belgilanishi mehnat unumdorligini oshirish bilan birga, transport jarayonlarini tezlashtirishga ham yordam beradi.

Kalit so'zlar: Saralash stansiyasi, texnik ko'rik, xavfsizlik talablari, texnik nosozlik, harakat tarkibi, xizmat ko'rsatish punktlari, tekshirish

1. Kirish

2030 yilgacha temir yo'l transportini rivojlantirish bo'yicha belgilangan strategik ustuvor yo'nalishlar qatoriga temir yo'l uchastkalarini elektrlashtirish, harakat tarkibini yuqori samarali zamonaviy lokomotivlar hamda yo'lovchi va yuk tashishga mo'ljallangan vagonlar bilan yangilash kiradi. Shu sababli temir yo'l infratuzilmasini rivojlantirish va takomillashtirishga alohida e'tibor qaratilmoqda hamda yirik miqdorda investitsiyalar ajratilmoqda. Harakat tarkibining uzluksiz ishlashi va uning yaxshi holatda saqlanishini ta'minlash uchun harakat tarkibiga texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlashning sifatini yaxshilash talab etiladi. Tashilayotgan yuklarning uchastkalar bo'ylab xavfsiz va uzluksiz harakatlanishini ta'minlash uchun

vagonlarga texnik xizmat ko'rsatish xodimlari tomonidan texnik xizmat ko'rsatish punktlarida vagonlarga yuk yuklashdan oldin hamda stansiyada tuzilgan, qayta ishlanadigan va tranzit poyezdlarda texnik nosozliklarni aniqlashi va bartaraf etishi kerak. Temir yo'l transportida yuk tashish hajmi oshishi stansiyalarda vagonlarga texnik va tijorat ko'rigidan o'tkazuvchi xodimlar soni ham ko'paytirishni talab etadi. Bu esa o'z navbatida, temir yo'l stansiyalarida poyezdlarni ko'rikdan o'tkazuvchi brigadalar sonini to'g'ri tanlash zarurligini ko'rsatadi.

Temir yo'l transporti tizimida yuk va yo'lovchi vagonlarini texnik va tijorat ko'rigidan o'tkazish muhim jarayonlardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayonning samarali tashkil etilishi transport vositalarining xavfsizligi va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishga xizmat qiladi. Xodimlar sonining optimal darajada belgilanishi mehnat

 <https://orcid.org/0009-0005-7757-0874>



umumdorligini oshirish bilan birga, transport jarayonlarini tezlashtirishga ham yordam beradi.

2. Adabiyotlar tahlili va metodologiyasi

Hozirgi kunda transport sohasida avtomatlashtirish jarayonlari keng joriy qilinmoqda. Xususan, vagonlarga texnik va tijorat ko'rigini tezkor va aniq amalga oshirish uchun zamonaviy texnologiyalardan foydalanish masalasi dolzarb hisoblanadi.

Vagonlarning texnik va tijorat ko'rigi yuk va yo'lovchi vagonlarining harakat xavfsizligi, mustahkamligi hamda yuklarning to'g'ri joylashtirilganligini ta'minlash maqsadida amalga oshiriladi. Bu jarayon quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

- Texnik ko'rik: g'ildirak juftliklari, tormoz tizimi, muftalar, ramalar va boshqa muhim qismlarning tekshirilishi.

- Tijorat ko'rigi: yuklarning joylashuvi, plombalarning yaxlitligi, yuklash va tushirish qoidalariga rioya qilinganligini tekshirish, hujjatlarining muvofiqligini nazorat qilish.

Tarkiblarning texnik ko'rigi vagonlarning texnik holatini baholash va ularning avtotormoz tizimidagi muammolarni aniqlash maqsadida amalga oshiriladi. Aniqlangan nosozliklar joyida bartaraf etiladi yoki vagonlar maxsus ta'mirlash yo'llariga yoki vagon depolariga yuborilib, zarur ta'mir ishlari bajariladi [1,2,3].



1-rasm. Vagonlarni tarkibdan ajratmasdan texnik ko'rikdan o'tkazish jarayoni

Tarkiblarning tijorat ko'rigi jarayoniga vagonlarga yuklarning to'g'ri joylashtirilganligi va mahkamlanganligi, vagon eshiklari va lyuklarining yopilganligi hamda plombalarning butunligi, sisternalarda yuk oqishining mavjud emasligi va vagonlarning umumiy holati kabi jihatlarni tekshirish kiradi. Texnik va tijorat ko'riklarini vagonlarni tarkibdan ajratmasdan ta'mirlash ishlarini texnik xizmat ko'rsatish xodimlari amalga oshiradi.

3. Tadqiqot natijalari

Bundan tashqari yuk vagonlarini texnik ko'rikdan o'tkazish bir necha turga bo'linadi:

- stansiya qabul qilish parkida vagonlarni tarkibdan ajratish yoki ajratmasdan ta'mirlashni talab etadigan barcha nosozliklar aniqlanadi;

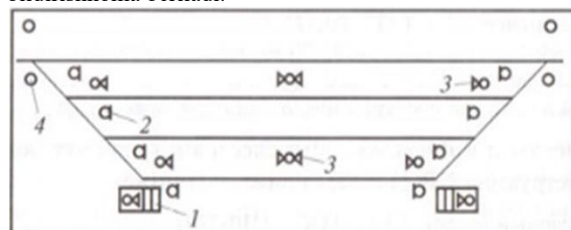
- saralash parkida poyezd tuzish jarayonida vagonlarning texnik holati tekshiriladi va aniqlangan nosoz vagonlarni

jo'natish parkiga yubormasdan shu yerning o'zida maxsus ajratilgan yo'llarda joriy ta'mirdan o'tkaziladi;

- jo'natish parkida vagonlarni tarkibdan ajratmagan holda umumiy holda qabul qilish, saralash parlarida aniqlangan nosozliklar poyezd jo'natish oldidan bartaraf etiladi.

Qabul qilish parkida stansiya navbatchisi poyezdlarga texnik xizmat ko'rsatish xodimlarini poyezdning kelishi haqida xabardor qiladi. Texnik xizmat ko'rsatish xodimlari poyezd yaqinlashayotgani to'g'risidagi xabarni olib, uni bajarish uchun bir guruhi poyezdning oxirgi vagoni to'xtagan joyda, ikkinchisi esa poyezdning boshi to'xtagan joyda kutishadi. Harakatdagi poyezdni kutib olishda vagon nazoratchilari g'ildirak juftliklari, avtomatik tormozlarning noto'g'ri ishlash belgilariga hamda vagon qismlarini mahkamlanishiga alohida e'tibor beradilar. Har bir poyezdni qabul qilish parkida tekshirish davomiyligi 15 daqiqadan oshmasligi kerak. Vagonlarni tekshirish poyezdning ikkala tomonidan, odatda ikkita vagon nazoratchilari guruhi tomonidan amalga oshiriladi. Tekshiruv tugagandan so'ng vagon nazoratchilari guruhi boshlig'i operatorga nosozliklar aniqlangan vagonlarning raqamlari va vagon turi haqida xabar beradi. Vagonlarni tarkibdan ajratib ta'mirlash talab etilganda VU-23 shaklidagi bildirishnoma 2 nusxada yoziladi. Undan bir nusxasi stansiya navbatchisiga, ikkinchisi esa vagon deposiga topshiriladi [4,5,6].

Saralash parkida vagonlarga texnik xizmat ko'rsatish maxsus yo'llarda amalga oshiriladi. Shuningdek, ular manevrlar va vagonlarni tarqatish paytida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan nosozliklarni aniqlash uchun tekshiriladi. Nosozliklar bo'r belgilari bilan belgilanadi. Agar tekshiruvdan so'ng tarkibdan ajratib ta'mirlash lozim bo'lsa, bunday vagonlar uchun ham VU-23 shaklidagi bildirishnoma beriladi.



2-rasm. Qabul qilish parkida texnologik qurilmalarning joylashuvi

1 – vagonlarni texnik ko'rikdan o'tkazuvchi xodimlar uchun xona; 2 - yo'llarni chegaralovchi signallar; 3 - so'zlashish uchun kuchaytirgichlar; 4 - yo'l yoritgichlari.

Stansiyada tuzilgan poyezd jo'natish parkiga yuborilayotgan vaqtda saralash parki vagon nazoratchilari jo'natish parki vagon nazoratchilarini poyezdda ta'mirlashni talab qiluvchi vagonlar mavjudligi to'g'risida oldindan xabardor qilishlari shart. Ushbu xabarda vagonlarning raqamlari, ularning poyezddagi joylashuvi, nosozliklar va almashtirishni talab qiladigan qismlarning nomlari ko'rsatilgan bo'lishi kerak. Ko'p vaqt talab qiladigan vagonlarni muntazam ta'mirlash stansiyaning texnik - boshqaruv aktida ko'rsatilgan, saralash parkida maxsus ajratilgan yo'llarda amalga oshiriladi. Ushbu yo'llar saralash tepaligi va tortuv yo'llari bilan o'zaro bog'lanadi. Ushbu yo'llar o'qlari orasidagi masofa ehtiyot qismlar va uskunalarini joylashtirish, shuningdek, tashish ishlari uchun etarli bo'lishi kerak. Vagon deposi boshlig'i vagonlarni maxsus ajratilgan yo'llarga jo'natilishi kerak bo'lgan nosozliklar ro'yxatini belgilaydi.



Poyezd stansiyaga qabul qilingandan so'ng unga ishlov berish uchun bir nechta texnologik ishlar amalga oshiriladi.

Bu jarayonlarni amalga oshirish vaqti poyezd turiga qarab turlicha bo'ladi.

1-jadval

Vagonlarning asosiy nosozlik turlari

№	Nosozlik nomi	Tavsifi	Xavflilik darajasi	Bartaraf etish chorolari
1	G'ildirak yoriqlari	G'ildirak disklari yoki bandajlarida yoriqlar paydo bo'lishi	Yuqori	G'ildirakni almashtirish yoki ta'mirlash
2	Tormoz tizimi nosozligi	Tormozlar ishlamasligi yoki sekin javob berishi	Yuqori	Tormoz kolodkalarini va pnevmatik tizimni tekshirish
3	Avtomatik ulamaning ishlamasligi	Vagonlarni ulovchi qurilma ishlamaydi yoki mahkamlovchi bo'sh	O'rta	Ulamani sozlash, bo'sh qismlarni almashtirish
4	Amortizator (ressora) sinishi	Ressor yoki prujinalar singan yoki cho'zilib ketgan	Yuqori	Ressorni almashtirish yoki mustahkamlash
5	Kuzov deformatsiyasi	Korpus egilgan, bukilgan yoki yoriqlar paydo bo'lgan	O'rta-yuqori	Kuzovni tekislash, kuchaytirish yoki almashtirish
6	Tirsakli burchak yoki ramaning shikasti	Vagon karkasining konstruktiv qismlari darz ketgan yoki singan	Yuqori	Payvandlash, kuchaytirish, kerak bo'lsa almashtirish
7	Signal/yoritish tizimi nosozligi	Orqa chiroqlar, signal tizimi ishlamasligi	O'rta	Elektr tizimni tekshirish va elektr qismlarni almashtirish
8	Muhrlanishning buzilishi	Yuk bo'limi yopilmaydi yoki kimyoviy moddalar sizib chiqadi	Yuqori	Esiklarni muhrlash, rezina qoplamalarni almashtirish
9	Yuk joylash joyining yomon holati	Polning cho'kkan yoki yoriq joylari, yuk mahkamlagichlar ishlamasligi	O'rta	Polni ta'mirlash, mahkamlagichlarni almashtirish
10	O'qlarining deformatsiyasi	O'q egilgan, yoriqlar bor yoki balans buzilgan	Yuqori	Zudlik bilan almashtirish, texnik ekspertiza o'tkazish

Qayta ishlanadigan poyezdlar uchun sarflanadigan vaqt miqdori quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$T_q = \frac{\tau_q \cdot m_c}{K_{gr}}, \text{ daq} \quad (1)$$

bunda m_c – stansiyada qayta tuziladigan poyezd tarkibidagi vagonlar soni, vag;

τ_q – stansiyada qayta tuziladigan poyezd arkibidagi har bir vagonni texnik-tijorat ko'rikdan o'tkazishga sarflanadigan o'rtacha vaqt, daq;

K_{gr} – texnik-tijorat nazoratini bajaruvchi brigadalar soni.

Tranzit poyezdlar uchun:

$$T_{tr} = \frac{\tau_{tr} \cdot m_o}{K_{gr}} + a + a \cdot t_{tam}, \text{ daq} \quad (2)$$

bunda a – jarayonni boshlash va tugatish uchun zarur bo'lgan vaqt miqdori, daq.;

m_o – tarkibda mavjud bo'lgan vagonlar soni, vag.;

τ_{tr} – tranzit vagonni ko'rikdan o'tkazish jarayoniga sarflanadigan o'rtacha vaqt, daq;

t_{tam} – o'rtacha ta'mirlash vaqti ($t_{tam} = 10 - 15 \text{ min}$);

a – tarkibdan ajratilmasdan ta'mirlanadigan poyezdlar nisbati ($a = 0.2$).

Stansiyada tuziladigan poyezdlar uchun:

$$T_o = \frac{\tau_o \cdot m_o}{K_{gr}} + a + a \cdot t_{tam}, \text{ daq} \quad (3)$$

bunda τ_{tr} , τ_o – tranzit va stansiyada tuzilgan tuzilgan poyezdlar vagonini ko'rikdan o'tkazish jarayoniga sarflanadigan o'rtacha vaqt (0.9-1.6 gacha) [7,8].

Texnik ko'rikdan o'tkazuvchi brigadalar soni kuniga parkda qayta ishlanadigan poyezdlar soniga bog'liq. Stansiyada brigada guruhlar sonini ko'paytirish orqali poyezdlarni qayta ishlash vaqti qisqaradi. Biroq, brigadani kamroq ishchilarga ega bo'lgan bir nechta brigadalarga taqsimlash ham mumkin.

Texnik ko'rikdan o'tkazuvchi brigadalar sonini aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$K_{gr} = \frac{(N_q \cdot T_q + N_{tr} \cdot T_{tr} + N_o \cdot T_o)}{1440 \cdot \varphi_{br}} \quad (4)$$

bunda φ_{br} – poyezdlarni texnik ko'rikdan o'tkazuvchi brigadalarga tushadigan kuchlanish nisbati;

N_q – stansiyada qayta ishlanadigan poyezdlar soni;

N_{tr} – stansiyaga kelgan tranzit poyezdlar soni;

N_o – stansiyada tuziladigan poyezdlar soni

$$\varphi_{br} = \frac{(N_q \cdot T_q + N_{tr} \cdot T_{tr} + N_o \cdot T_o)}{1440 \cdot K_{gr}} \quad (5)$$

Keltirilgan ma'lumotlardan foydalanib Qarshi temir yo'l stansiyasidagi poyezdni qayta ishlash vaqt me'yorlari hamda texnik ko'rikdan o'tkazuvchi brigadalar sonini aniqlaymiz.

poyezdlar tarkibidagi o'rtacha vagonlar soni, m_o , $m_c = 60$;

tranzit vagonlar soni, $N_{tr} = 31$

qayta ishlanadigan poyezdlar soni, $N_q = 16$

stansiyada tuziladigan poyezdlar soni, $N_o = 16$

texnik ko'rik ishlarini bajaruvchi brigadalar soni, $K_{gr} = 2$ vagonni texnik ko'rikdan o'tkazish uchun ketadigan vaqt, τ_q , $\tau_{tr} = 1 \text{ min}$, $\tau_o = 1,2 \text{ min}$;

a – ishni boshlash va tugallash amallarni bajarishga sarflanadigan vaqt, 5 min.

$$T_q = \frac{\tau_q \cdot m_c}{K_{gr}} = \frac{1 \cdot 60}{2} = 30 \text{ min},$$

$$T_{tr} = \frac{\tau_{tr} \cdot m_o}{K_{gr}} + a + a \cdot t_{tam} = \frac{1 \cdot 60}{2} + 5 + 0,2 \cdot 12 = 37,4 \text{ min},$$

$$T_o = \frac{\tau_o \cdot m_o}{K_{gr}} + a + a \cdot t_{tam} = \frac{1,2 \cdot 60}{2} + 5 + 0,2 \cdot 12 = 43,4 \text{ min},$$



$$\varphi_{br} = \frac{(16 \cdot 30 + 31 \cdot 37,4 + 16 \cdot 43,4)}{1440 \cdot 2} = 0,9$$

Poyezdlarni texnik ko'rikdan o'tkazuvchi brigadalar sonini aniqlaymiz:

$$K_{gr} = \frac{(N_q \cdot T_q + N_{tr} \cdot T_{tr} + N_o \cdot T_o)}{1440 \cdot K_{gr}} = \frac{(16 \cdot 30 + 31 \cdot 37,4 + 16 \cdot 43,4)}{1440 \cdot 0,9} = 1,8 = 2 \text{ ta}$$

brigada.

Bundan tashqari poyezdni qayta ishlashga ketadigan vaqt kutilmaganda o'zgarishi ya'ni, belgilangandan miqdoridan ko'payishi mumkin. Bunga bir qancha omillar sabab bo'lishi mumkin:

- ta'mirlash uchun zarur bo'lgan ehtiyot qismlarining yetishmay qolishi;
- vagonni ko'rikdan o'tkazish uchun kerakli asbob uskunalarning ishdan chiqib qolishi;
- ob-havo sharoitlari yomon bo'lgan vaqtda ochiq maydonda bajariladigan ko'rik ishlari sekin bajarilishi [9,10].

Bu omillarni hisobga olgan holda poyezdlarni qayta ishlash vaqtlarni hisoblash formulasiga qo'shimcha vaqt ya'ni, kutilmaganda sodir bo'ladigan omillar vaqti t_{kut} birligini qo'shamiz. Hisoblash formulalari ham quyidagicha bo'ladi:

Qayta ishlanadigan poyezdlar uchun:

$$T_q = \frac{\tau_q \cdot m_c}{K_{gr}} + t_{kut}, \text{ daq} \quad (6)$$

Tranzit poyezdlar uchun:

$$T_{tr} = \frac{\tau_{tr} \cdot m_o}{K_{gr}} + a + a \cdot t_{tam} + t_{kut}, \text{ daq} \quad (7)$$

Stansiyada tuziladigan poyezdlar uchun:

$$T_o = \frac{\tau_o \cdot m_o}{K_{gr}} + a + a \cdot t_{tam} + t_{kut}, \text{ daq} \quad (8)$$

4. Xulosa

Vagonlarning texnik ko'rikdan o'tishini ta'minlash uchun malakali ishchi xodimlarning yetarli soni va to'g'ri taqsimoti muhim ahamiyatga ega. Xodimlarning optimal sonini aniqlash texnik jarayonlarning samaradorligini oshirishga, shuningdek, harakat tarkibining xavfsizligini ta'minlashga yordam beradi. Maqolada tranzit, qayta ishlanadigan va stansiyada tuziladigan poyezdlarga ishlov berishga sarflanadigan vaqt me'yori hamda vagonlarning texnik va tijorat ko'rigini amalga oshirish uchun zarur bo'lgan xodimlar sonini aniqlash usuli taklif qilindi. Bundan tashqari texnik ko'rik uchun sarflanadigan vaqt miqdorlari formulasiga kutilmaganda turli xil omillar ta'sirida o'zgarishi natijasida hisoblash qo'shimcha birlik kiritilgan holda taklif etildi. Hisob-kitoblarga asoslanib, xodimlar sonini aniqlashda vagonlar oqimi, sмена davomiyligi va samaradorlik koeffitsiyenti muhim ahamiyat kasb etadi. Zarur xodimlar sonini aniqlash orqali vagonlar oqimini samarali boshqarish va ish unumdorligini oshirish mumkin. Bundan tashqari turli xil vagonlar uchun moslashtirilgan ko'rik metodlarini ishlab chiqish lozim.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Саидивалиев Ш.У. Об отсутствии теоретической базы формулы для определения высоты первого профильного участка сортировочного горба / Ш.У. Саидивалиев, Ш.Б. Джаббаров, Н.Б. Адиллов, Н.К. Хожиев, Р.Ш. Бозоров // Инновации. Наука. Образование. 2021, №34. С. 1467-1481.

[2] Саидивалиев Ш.У. Новая методика расчёта времени и скорости вагона при его движении на участке первой тормозной позиции сортировочной горки при воздействии встречного ветра / Ш.У. Саидивалиев, Р.Ш. Бозоров, Э.С. Шерматов // Вопросы Устойчивого Развития Общества. 2021, №6. С. 575-586.

[3] Saidivaliev Sh.U., A new method of calculating time and speed of a carriage during its movement on the section of the first brake position of a marshaling hump when exposed headwind / Sh.U. Saidivaliev, R.Sh. Bozorov, E.S. Shermatov // STUDENT eISSN: 2658-4964. 2021, №9.

[4] Туранов Х.Т. О вычислении профильной высоты головного участка сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.У. Саидивалиев, Ш.Б. Джаббаров // Бюллетень транспортной информации. 2019. №12 (294). С. 15- 20. ISSN 2072-8115.

[5] Сотников, И.Б. Методы расчета числа путей в приемоотправочных парках станций [Текст] / И.Б. Сотников // Вестник ЦНИИ. — 1968. №7. — С. 19-24.

[6] Сотников, И.Б. Особенности расчета числа и длины путей на сортировочных станциях [Текст] / И.Б. Сотников // Ж.д. транспорт. — 1972. — №9.-С. 32-35.

[7] Саидивалиев Ш.У. История поэтапного развития железнодорожной сети и создания сортировочных станций в республике Узбекистан / Ш.У. Саидивалиев, С.Б. Сатторов // Universum: технические науки 3 (3 (120)), 18-22

[8] Muhamedova Z.G., Boboyev D.Sh. Yuklarni yetkazib berish jarayonida zamonaviy tashish tizimini takomillashtirishni tadqiq qilish // Railway transport: topical issues and innovations, №3(1), 2022/3/28, 15–24.

[9] P.B. Romanova, Improving the efficiency of the export of tanks from filling stations [Text]: dis... candidate of Technical Sciences: 05.22.08 – (Moscow, 2004)

[10] Sh.M. Suyunbaev, Regularities of train formation at technical stations when trains depart on the lines of a fixed schedule: Dis. ... Cand. tech. sciences. (SPb.: PGUPS. – 2011).

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

Do'lobov Doston Toshkent davlat transport universiteti
Tojiyevich / "Yuk transport tizimlari" kafedrası
Dulobov tayanch doktoranti
Doston E-mail:
doston.dolobov1994@gmail.com
Tel.: +99890 985 06 94
<https://orcid.org/0009-0005-7757-0874>



Analysis of occupational diseases associated with noise pressure levels in workplaces of railway enterprise employees

S.S. Sulaymanov¹^a, Sh.G. Musayev¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article analyzes the noise pressure levels at workplaces in machine-building enterprises within the railway sector, which exceed established permissible limits, and examines the resulting occupational diseases, particularly those affecting the auditory system. The study presents data on the adverse effects of industrial noise on workers' health and the increased risk of occupational diseases development due to elevated noise levels. Additionally, the article reviews and critically assesses various researchers' studies related to noise-induced occupational illnesses and health issues. Medical records of employees registered at the central railway polyclinic were examined to evaluate the incidence of diseases linked to noise exposure. Furthermore, the importance of regular medical examinations and auditory function assessments for preventing the adverse effects of noise on workers is emphasized. The necessity of developing technical and organizational solutions aimed at reducing noise levels in the workplace to mitigate noise-related problems and improve labor conditions is highlighted. Such measures contribute to preserving workers' health, preventing occupational diseases, and enhancing production efficiency. This research provides a foundation for future scientific investigations in the field of occupational safety and health within railway enterprises.

Keywords: noise, impact of noise on human health, occupational safety, workplace noise, industrial noise pollution, hearing ability, hearing loss, sanitary and hygienic standards

Temir yoʻl korxonalaridagi ishchi xodimlar ish oʻrinlarida ishlab chiqarishdagi shovqin bosimi darajasini bilan bogʻliq kasb kasalliklarini tahlili

Sulaymanov S.S.¹^a, Musayev Sh.G.¹^b

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, Oʻzbekiston

Annotatsiya: Maqolada temir yoʻl sohasidagi mashinasozlik korxonalarida faoliyat yuritayotgan ishchi xodimlarning ish oʻrinlaridagi shovqin bosimi darajasi belgilangan chegaraviy meʼyorlardan yuqori ekanligi sababli, kasb kasalliklari, xususan, eshitish organlari bilan bogʻliq muammolar yuzaga kelishi tahlil qilingan. Tadqiqotda ishlab chiqarishdagi shovqinning ishchilar sogʻligʻiga qanday salbiy taʼsir koʻrsatishi, shuningdek, shovqin darajasining oshishi natijasida kasbiy kasalliklarning rivojlanish xavfi haqida maʼlumotlar keltirilgan. Maqolada shuningdek, turli olimlarning shovqin taʼsiri bilan bogʻliq kasbiy kasalliklar va sogʻliq muammolariga oid tadqiqotlari ham oʻrganilib, ularning yondashuvlari tahlil qilingan. Temir yoʻl markaziy poliklinikasi roʻyhatidagi ishchi xodimlarning tibbiy kartalari orqali kasallik holatlari oʻrganilib, shovqinning kasb kasalliklari yuzaga kelishidagi taʼsiri tahlil qilingan. Shu bilan birga, ishchilar orasida shovqin taʼsirining oldini olish uchun muntazam tibbiy koʻriklar va eshitish funksiyasini baholash choralari ham muhim ahamiyatga ega ekanligi qayd etilgan. Ish joylaridagi shovqin muammosini bartaraf etish va mehnat sharoitlarini yaxshilash maqsadida ish oʻrinlaridagi shovqin darajasini kamaytirishga qaratilgan texnik va tashkiliy yechimlarni ishlab chiqish zarurligi taʼkidlangan. Bu esa ishchi sogʻligʻini saqlash, kasb kasalliklarini oldini olish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Mazkur tadqiqot temir yoʻl korxonalarida mehnat muhofazasi sohasida kelgusida olib borilishi kerak boʻlgan ilmiy-tadqiqot ishlari uchun asos boʻlib xizmat qilishi mumkin.

Kalit soʻzlar: shovqin, shovqinning inson organizmiga taʼsiri, mehnat muhofazasi, ish joyidagi shovqin, eshitish qobiliyati, eshitish yoʻqotilishi, sanitariya-gigiyena meʼyorlari

1. Kirish

Soʻnggi yillarda temir yoʻl infratuzimasiga qarashli mashinasozlik korxonalaridagi ish oʻrinlari mehnat

sharoitlarini attestatsiya natijalaridan maʼlumki, ishlab chiqarishdagi shovqin darajasi sanitar-gigienik meʼyorlarda yoʻl qoʻyilgan chegaraviy qiymatlardan yuqoridir. Turli dastgohlarda faoliyat yurituvchi ishchi xodimlar bosim darajasi meʼyoridan yuqori shovqin taʼsirida kasb kasalliklariga uchrash holatlari koʻpaymoqda.

^a <https://orcid.org/0000-0001-5275-5200>

^b <https://orcid.org/0009-0004-5339-2180>



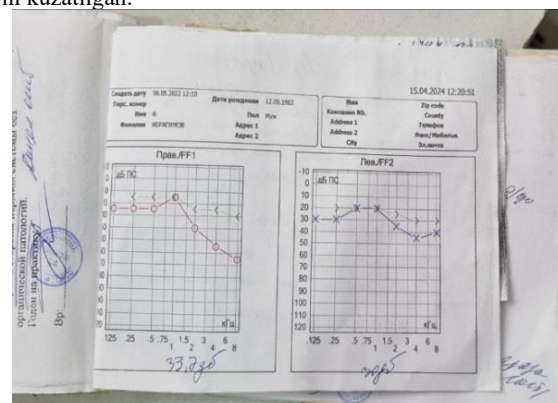
Bosim darajasi me'yoridan yuqori shovqinning ishlab chiqarish korxonalari ishchilarning sog'lig'iga ta'siri bo'yicha tadqiqotlar dunyoning turli mintaqalarida keng olib borilgan. O'tkazilgan tadqiqotlar shovqinning nafaqat eshitish organlariga, balki yurak-qon tomir, asab, ovqat hazm qilish tizimlari va boshqa hayotiy muhim organlarga salbiy ta'sir ko'rsatishini tasdiqlagan.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Shovqinning inson salomatligiga ta'siri bo'yicha Mathias Basner Suter, A. H. Franks, J. R. Morata, T. C. (AQSH), Wolfgang Babisch, Clark, C., Martin, R., Stephen A. Stansfeld, Charlotte Clark, Lex Brown (Yevropa), Liu, J. Kumar, R. (Xitoy, Xindiston), Vladimir Kozlov, Sergey Stepanov, Aleksandr S. Karpov (Rossiya), Sunatulla Sulaymanov, Shavkat Qurbonov, Sarvar Ashurmahmatov, Ergash Kobilov, Shavkat Qambarov, Dilshodbek Ismoilov (O'zbekiston) va boshqalar tomonida ilmiy izlanishlar olib borilgan [4-21]. Ushbu tadqiqotchilar ilmiy izlanishlari natijalariga ko'ra shovqinning uyqu sifati va kognitiv funksiyalariga ta'sir etishi, insonning uzoq muddatli shovqin ta'sirida nevrologik buzilishlarga uchrashi mumkinligini ko'rsatilgan[4]. Ish joyidagi shovqin va uning eshitish qobiliyatiga ta'sirini o'rganilgan, yuqori shovqin bosimi darajasi eshitish qobiliyatining yo'qolishiga olib keladi, ayniqsa qurilish va sanoat sohaslarida[5], sanoat shovqini va eshitish qobiliyatining yo'qolishi o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlangan, shovqin darajasi 85 dB dan oshganda eshitish qobiliyatining yo'qolishi xavfi sezilarli darajada oshadi[6], kimyoviy moddalar bilan birgalikda shovqinning eshitish qobiliyatiga ta'sirini o'rganilgan, shovqin va kimyoviy moddalarning birgalikdagi ta'siri eshitish qobiliyatini tezroq yo'qotishiga olib kelishi aniqlangan[7]. Yurak-qon tomir kasalliklari va shovqin o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganilgan. yuqori shovqin darajasi yurak xastaliklarining ko'payishiga sabab bo'ladi[8], ish joyidagi shovqin va uyqu buzilishi o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganilgan, shovqin uyquni buzadi, surunkali charchoq va stressga olib keladi[9], tadqiqotlar shovqinning inson ruhiy salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatishini isbotlangan[10], bolalar rivojlanishiga shovqinning diqqat, xotira va ta'lim jarayoniga to'sqinlik qilishi mumkinligini aniqlangan atrof-muhit shovqinining inson hayot sifati va umumiy farovonligiga ta'siri o'rganilgan[11,12]. Xitoyda sanoat shovqini va uning ishchilarning sog'lig'iga ta'sirini o'rganilgan, shovqin darajasi yuqori bo'lgan korxonalarda ishchilarda eshitish qobiliyatining yo'qolishi va yurak-qon tomir kasalliklarining ko'payishi kuzatilgan[13]. Hindistonda sanoat shovqini va eshitish qobiliyatining yo'qolishi o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganilgan, shovqin darajasi yuqori bo'lgan korxonalarda ishchilarning 60% dan ortig'i eshitish qobiliyatining yo'qolishi bilan og'riqligi qayt etilgan[14]. Rossiyada shovqinning inson organizmiga ta'siri yuzasidan olib borilgan tadqiqotlar tibbiyot, sanitariya-gigiyena va mehnat muhofazasi yo'nalishlariga qaratilgan, olib borilgan izlanishlar shovqinning asab tizimiga ta'sirini o'rganishga qaratilgan bo'lib, u uzoq muddat shovqinda ishlovchi kishilarda nevrologik buzilishlar yuzaga kelishini aniqlagan[15], sanoat korxonalarida shovqinning inson salomatligiga umumiy ta'sirini oqibatida ishlab chiqarish unumdorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi[16]. Yurak-qon tomir kasalliklari va shovqin o'rtasidagi bog'liqlikni chuqur o'rganilgan, shovqinning bolalar salomatligiga ta'siri,

yuqori shovqin darajasi bolalar orasida stress, asabiylashish va diqqat yetishmovchiligi sindromiga olib kelishi aniqlangan[17]. Ishlab chiqarishdagi shovqin va mehnat muhofazasi bo'yicha tadqiqotlar orqali, ish joylarida shovqin darajasini kamaytirish usullarini ishlab chiqilgan. Sanoat shovqini va uning immunitet tizimiga ta'sirini o'rganilgan, shovqin stressni keltirib chiqarish oqibatida immunitet tizimini zaiflashtirishi qayt etilgan, sanoat shovqini va yurak-qon tomir kasalliklari o'rtasidagi bog'liqlik o'rganilgan, shovqin darajasi yuqori bo'lgan korxonalarda ishchilarda yuqori qon bosimi va yurak xastaliklarining ko'payishi kuzatilgan[18]. O'zbekiston olimlari ham sanoat korxonalarida shovqin va tebranishning inson organizmiga ta'sirini o'rganishga katta hissa qo'shgan, olib borilgan tadqiqotlar sanoat sharoitida shovqinning inson organizmiga ta'sirini eksperimental o'rganishga qaratilgan bo'lib, uning ishlari kasbiy eshitish yo'qotilishi va yurak-qon tomir kasalliklari bilan bog'liq muammolari yoritilgan[19], shovqinning inson organizmiga fiziologik ta'sirini o'rganishga qaratilgan bo'lib, mehnat muhofazasi choralari ishlab chiqilgan[20], shovqinning asab tizimiga salbiy ta'sirini tahlil qilib, nevrologik kasalliklarning rivojlanishiga sabab bo'lishi mumkinligini aniqlangan, shovqinning yurak-qon tomir tizimiga salbiy ta'siri va gipertoniya rivojlanishiga olib kelishini ilmiy asoslab berilgan, bolalar organizmiga shovqinning ta'sirini o'rganilgan, uning rivojlanish jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatishini aniqlangan. O'zbekistonda sanoat shovqini va uning eshitish qobiliyatiga ta'sirini o'rganilgan. yog'ochni qayta ishlash korxonalarida ishlaydigan ishchilarda eshitish qobiliyatining yo'qolishi kuzatilgan, sanoat shovqini va uning yurak-qon tomir kasalliklariga ta'sirini o'rganilgan, shovqin bosimi darajasi yuqori bo'lgan korxonalarda ishchilarda yuqori qon bosimi va yurak xastaliklarining ko'payishi kuzatilgan[21].

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlarga tayangan holda, shovqin bosimi darajasi yuqori bo'lgan ishlab chiqarish korxonalarida va transport sohasida ishlovchi ishchilar orasida ushbu masala muhim va yanada dolzarbdir. Shuning uchun, temir yo'l transporti sohasi xodimlari orasida eshitish qobiliyatining pasayishi darajasini o'rganish maqsadida "O'zbekiston temir yo'llari" aksiyadorlik jamiyatining Markaziy poliklinikasida turli kasb egalari ambulator kartalaridagi kasallik tarixi va davriy tibbiy ko'rik natijalari tahlil qilindi. Tahlil natijalariga ko'ra, temirchilar orasida eshitish qobiliyatining sezilarli darajada pasayishi holatlari hi kuzatilgan.



1-rasm. Ishchi xodimlar audiogramma o'tkazilish jarayoni va audiogramma natijalari

Ma'lumki, temir yo'l korxonalarida shovqin ta'sirida ishlovchi kasb egalari davriy tibbiy ko'rikdan o'tishda,



majburiy ravishda audiogramma tekshiruvlaridan o'tishi lozim, uning natijalari tibbiy ambulatoriya kartalarida qayd etiladi (1-rasm).

O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, temirchilarning 40 foizi davriy tibbiy ko'rikdan o'ta olmagan. Ushbu holat ularning eshitish qobiliyati pasayishi sababli qayd etilgan bo'lib, natijada bu ishchilar boshqa lavozimga o'tkazilgan yoki davolanish uchun ma'lum muddat berilgan.

3. Xulosa

Ushbu tahlillar temir yo'l sohasidagi mashinasozlik korxonalarda ishlovchi ishchi xodimlarning, ish o'rinlaridagi shovqin belgilangan chegaraviy me'yoridan yuqori ekanligi tufayli, kasb kasalliklariga uchrash holatlarini keltirib chiqarmoqda.

Ishlab chiqarishdagi shovqinning ishchilar salomatligiga salbiy ta'sirini bartaraf etish orqali mehnat sharoitlarini xavfsizligini oshirish ularni ish o'rinlaridagi shovqin darajasini pasaytirish bo'yicha innovatsion texnik yechimlar ishlab chiqish lozim va ushbu masala dolzarb ahamiyatga ega.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Kholikov A. I., Azizov K. Kh. Traffic noise forecasting on Tashkent city main streets // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. – 2022. – T. 15, № 2. – S. 248–260. – DOI: 10.17516/1999-494X-0388.
- [2] Münzel T., Schmidt F. P., Steven S., Herzog J., Daiber A., Sørensen M. Environmental Noise and the Cardiovascular System // Journal of the American College of Cardiology. – 2018. – T. 71, № 6. – S. 688–697. – DOI: 10.1016/j.jacc.2017.12.015.
- [3] Thurston F. E. The worker's ear: A history of noise-induced hearing loss // American journal of industrial medicine. – 2013. – T. 56. – № 3. – C. 367-377.
- [4] Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. The Lancet, 383(9925), 1325-1332. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61613-X
- [5] Suter, A. H. (1992). "Noise and its effects on human health in industrial settings."
- [6] Franks, J. R., et al. (1996). "Occupational noise exposure and hearing loss in industrial workers."
- [7] Morata, T. C., et al. (2002). "Combined effects of noise and chemicals on hearing."
- [8] Babisch, W. (2008). Road traffic noise and cardiovascular risk. Noise and Health, 10(38), 27-33. DOI: 10.4103/1463-1741.39005

[9] Clark, C., & Martin, R. (2013). "Noise and sleep disturbance in industrial workers."

[10] Stansfeld, S. A., & Matheson, M. P. (2003). Noise pollution: non-auditory effects on health. British Medical Bulletin, 68(1), 243-257. DOI: 10.1093/bmb/ldg033

[11] Clark, C., & Paunovic, K. (2018). WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and cognition. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(2), 285. DOI: 10.3390/ijerph15020285

[12] Brown, A. L., & van Kamp, I. (2017). WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review of transport noise interventions and their impacts on health. International Journal of Environmental Research and Public Health, 14(8), 873. DOI: 10.3390/ijerph14080873

[13] Liu, J., et al. (2014). "Occupational noise exposure and health effects in Chinese industrial workers."

[14] Kumar, R., et al. (2018). "Occupational noise-induced hearing loss in Indian industrial workers."

[15] Kozlov, V. A. (2011). Influence of industrial noise on human health. Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology, 12, 34-41.

[16] Stepanov, S. V. (2015). Noise pollution and its impact on occupational health. Hygiene and Sanitation, 94(4), 45-50.

[17] Frolova, Y. V. (2016). Noise exposure and child development. Russian Journal of Public Health, 90(3), 67-72.

[18] Zaitseva, I., et al. (2012). "Occupational noise and cardiovascular diseases in Russian workers."

[19] Ashurmahmatov, S. I., & Kobilov, E. (2021). Industrial noise and its physiological impact on workers. Journal of Uzbek Environmental Studies, 5(2), 112-118.

[20] Qambarov, Sh., & Ismoilov, D. (2019). Cardiovascular risks associated with occupational noise exposure. Bukhara Medical Journal, 17(4), 76-83.

[21] Xudoyberdieva, D., et al. (2017). "Occupational noise and cardiovascular health in Uzbekistan."

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

Sulaymanov Sunnatulla	Toshkent davlat transport universiteti
Sulaymanovich / Sulaymanov Sunnatulla	"Texnosfera xavfsizligi" kafedrası professori, t.f.d., professor
Musayev Shakhridin	Tel.: +998977755179
Gulomovich / Musayev Shakhridin	https://orcid.org/0000-0001-5275-5200
	Toshkent davlat transport universiteti
	tayanch doktoranti
	E-mail: musa.shakhridin@mail.ru
	Tel.: +998332519119
	https://orcid.org/0009-0004-5339-2180



Sanitary and hygienic evaluation of working conditions and noise characteristics of equipment in the metalworking shop of the Tashkent passenger railcar construction and repair plant

S.S. Sulaymanov¹^a, Sh.G. Musayev¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The article evaluates noise pressure levels at workplaces in the forging shop of the Tashkent Passenger Railcar Construction and Repair Plant in accordance with the requirements of GOST 12.1.050–86. Measurements were conducted using “Assistent” and “Octava–110A” noise meters, both certified and compliant with GOST 17187–81. The noise pressure levels emitted from the equipment were measured after identifying the background noise from adjacent shops. Background noise levels were recorded at three key points: the geometric center of the shop, opposite the open door of the adjacent mechanical shop, and 1 meter inside the entrance gate. Based on the collected data, tables, graphs, and diagrams were analyzed. The analysis revealed that the background noise from the mechanical shop exceeds sanitary norms by 1–12 dB in the 125–8000 Hz frequency range. At low frequencies, the noise pressure from the forging hammer was relatively evenly distributed, while at medium and high frequencies, it was predominantly directed toward the operator's position and the rear side of the equipment. Due to the rear side's proximity to a wall, sound waves reflected from the surface combined with direct noise, resulting in increased pressure levels. In such cases, to effectively reduce noise, it is recommended to use acoustic barriers and sound-absorbing screens. Placement of these elements should be based on the analysis of noise propagation directions, particularly in areas where high-frequency noise is concentrated—such as around the operator and near the rear wall of the equipment.

Keywords:

sound pressure level, noise level, working conditions, forge shop, octave bands, geometric mean frequencies, machine noise characteristics, noise measurement methods

Toshkent yo‘lovchi vagonlarni qurish va ta‘mirlash zavodi temirchilik sexi dastgohlari shovqin darajasi tavsiflari va ish o‘rinlaridagi mehnat sharoitini sanitar gigiyenik baholash

Sulaymanov S.S.¹^a, Musayev Sh.G.¹^b

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya:

Maqolada Toshkent yo‘lovchi vagonlarni qurish va ta‘mirlash zavodining temirchilik sexidagi ish o‘rinlarida shovqin bosimi darajalari GOST 12.1.050–86 talablariga muvofiq baholangan. O‘lchovlar GOST 17187–81 standartiga javob beradigan, davlat guvohnomasiga ega “Assistent” va “Oktava–110A” shovqin o‘lchash asboblari yordamida amalga oshirilgan. Dastgohlardan tarqalayotgan shovqin bosimi darajalari boshqa sexlardan kelayotgan fon shovqini aniqlangandan so‘ng o‘lchangan. Fon shovqin bosim darajalari sexning markaziy qismida, yondosh mashinasozlik sexining ochiq eshigi qarshisida va kirish darvozasidan 1 metr ichkaridagi nuqtalarda aniqlangan. Olingan natijalarga asoslangan jadvallar, grafiklar va diagrammalar tahlil qilingan. Tahlilga ko‘ra, mashinasozlik sexidan fon shovqini bosim darajalari 125–8000 Hz chastotalarda sanitariya me‘yorlaridan 1–12 dB ortiqligi aniqlangan. Temirchilik bolg‘asidan tarqalayotgan shovqin bosimi darajasining past chastotalarida uning tarqalishi nisbatan teng taqsimlangan, o‘rta va yuqori chastotalarda esa shovqin bosimi darajasining asosiy tarqalish yo‘nalishlari operator o‘rni va dastgohning orqa tomoniga qaratilgan. Orqa tomonning devorga yaqinligi sababli, aynan shu yo‘nalishda yuqori chastotalarda tarqalayotgan hamda devordan qaytgan shovqin bosimlari darajalari o‘zaro qo‘shilishi tufayli ortishi qayd etilgan. Bunday hollarda shovqinni samarali pasaytirish maqsadida akustik to‘siqlar va shovqin yutuvchi ekranlardan foydalanish tavsiya etiladi. Ularni joylashtirishda shovqin bosimi darajasi tarqalayotgan yo‘nalishlarning tahliliga asoslanish, ya‘ni ekranlarni ayniqsa operator o‘rni va orqa devor yo‘nalishida yuqori chastotali shovqinlar intensiv qayd etilgan hududlarda o‘rnatish maqsadga muvofiqdir.

Kalit so‘zlar:

tovush bosimi darajasi, shovqin darajasi, ish sharoitlari, temirchilik sexi, oktava diapazonlari, o‘rtacha geometrik chastotalar, stanoklar shovqinining xususiyatlari, shovqinni o‘lchash usullari

^a <https://orcid.org/0000-0001-5275-5200>

^b <https://orcid.org/0009-0004-5339-2180>



1. Kirish

Toshkent yo'lovchi vagonlarni qurish hamda ta'mirlash zavodi ishlab chiqarish sexlarida foydalaniladigan texnologiyalar va texnik jixozlar, o'z navbatida ishlab chiqariladigan mahsulotlarni sifatli bo'lishini ta'minlaydi, ish unimini oshiradi, shu bilan bir vaqtni o'zida ular(texnologiyalar va texnik jixozlar) xavfli (zararli va jarohatlovchi) ishlab chiqarish omillarini manbasidir[1]. Ishlab chiqarishdagi xavfli (zararli va jarohatlovchi) omillarning ish o'rinlaridagi qiymatlarini sanitar-gigienik qoidalar talablariga ko'ra o'rnatilgan chegaraviy qiymatlardan ortiq bo'lishi, zavodda faoliyat yuritadigan jami 705 nafar muxandis-texnik xodimlarni, jumladan sexlarni 478 nafar ishchi xodimlarini kasb kasalliklariga chalinish ehtimolini kechinib o'tirishiga olib keladi.

So'ngi yillarda o'tkazilgan ish o'rinlaridagi mehnat sharoitlari zavoddagi ish o'rinlaridagi mehnat sharoitini sanitar gigiyenik baholash bo'yicha o'tkazilgan attestatsiya natijalariga ko'ra aksariyat ish o'rinlari 3 ya'ni zararli 3.4 sinfga tegishli ekanligi qayd etilgan. Ayniqsa temirchilik sexida shovqin darajasi ruxsat etilgan me'yorlardan 20-25 dB yuqori ekanligi, sexda o'zidan issiqlik energiyasini ajratib chiqaradigan dastgohlari mazkur sexdagi ish o'rinlaridagi mehnat sharoitlarini yanada yomonlashishiga olib kelishi ko'rsatilgan[1].

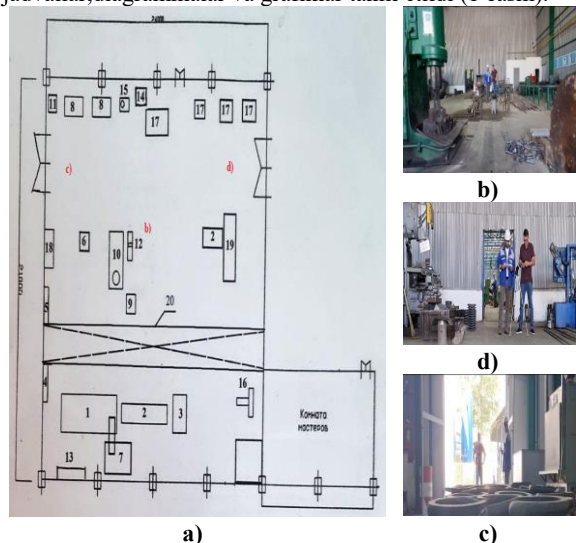
Temirchilik va presslash ustaxonalarida noqulay va zararli mehnat sharoiti, jumladan, ish joylaridagi shovqin darajasi bosimining 100 dB va undan yuqoriligi ushbu sexda muntazam faoliyat yuritadigan xodimlarni kasb kasalliklariga chalinish ehtimolini yanada oshiradi[6].

Yuqoridagilarni hisobga olib, temirchilik sexidagi ish o'rinlarida shovqin darajasini pasaytirish imkonini beradigan innovatsion yechimlar ishlab chiqish lozim. Innovatsion yechimlarni ishlab chiqish sexdagi ish o'rinlaridagi dastgohlarni shovqinini tasniflarini o'rganishni taqozo etadi. Buni hisobga olgan holda, sexdagi ish o'rinlari shovqin bosimi darajasini shakllanishiga olib keladigan dastgohlarni shovqinlarini tasniflari aniqlandi. Ya'ni shovqin bosimining umumiy darajasi, me'yorlanadigan oktava diapozoni polosalaridagi shovqin bosimi darajalari, dastgohlardan chiqayotgan shovqinning tarqalish yo'nalishlari, shovqin quvvatining darajasi aniqlandi va o'lchangan shovqin bosimi darajalari bo'yicha ish o'rinlaridagi shovqin bosimi darajasini sanitar gigiyenik baholash amalga oshirildi[2].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Tanlab olingan sexda joylashgan dastgohlarning hosil qilayotgan (tarqatayotgan) shovqin bosimi darajalari qiymatlarini o'lchash (1-rasm) GOST 12.1.050 – 86 standart talablari bo'yicha amalga oshirildi, shovqinni o'lchashda GOST 17187-81 standarti talablariga to'liq javob beradigan, davlat guvohnomasiga ega, "Assistent" hamda "Oktava-110A" shovqin o'lchash asbobidan foydalanildi va qayd qilingan natijalar "microsoft excel" amaliy dasturi vositasida qayta ishlandi va olingan natijalar asosida diagrammalar hamda grafiklar ishlab chiqildi[2]. Dastgohlardan tarqalayotgan shovqin bosimi darajasi ko'rsatgichlarini o'lchash, boshqa yondosh sexlar dastgohlaridan temirchilik sexiga kirib kelayotgan shovqinlar emissiyasini foni aniqlangandan so'ng amalga oshirildi. Boshqa yondosh sexlar dastgohlaridan temirchilik sexida hosil bo'ladiga fon

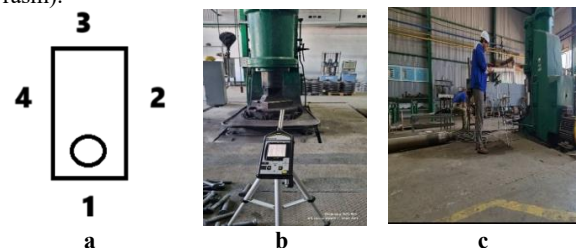
shovqinining umumiy va oktava diapazolari o'rtageometrik chastotalaridagi bosimi darajalari sexni ishlab chiqarish maydonini geometrik markazida (b), unga yondosh bo'lgan mashinasozlik sexini ochiq xolatdagi eshigidan (d), sexga kirish-chiqish darvozasidan (c) 1 m ichkaridagi nuqtalarda o'lchandi[3]. Olingan natijalar asosida ishlab chiqilgan jadvallar, diagrammalar va grafiklar tahlil etildi (1-rasm).



1-rasm. Temirchilik sexidagi fon shovqini o'lchangan joylar tarxi:

a-temirchilik sexi tarxi (1-gaz pechi; 2-harakatlanuvchi konveyer; 3-prujinalar o'rash uchun stanok; 4-shkaf; 5-stellaj; 6-yog' vannasi; 7- shkaf; 8-elektr pech; 9-sandon; 10-temirchilik bolg'asi; 11-suv vannasi; 12-gidravlik press; 13-asboblari uchun stellaj; 14-tekshirish plitasi; 15-sinov stendi; 16-prujinalar o'rash uchun opravka; 17-frezer stanogi; 18-temirchilik pechi, 19-mexanik arra; 20-kran-balka; b, c, d -fon shovqinini bosimi darajasi o'lchash joylari va ishlari.

Sexda joylashgan dastgohlarni shovqin bosimi darajalarini va uning shovqin tasniflarini o'rganishda ISO 3745, ISO 11201 kabi xalqaro standartlarda ko'rsatilgan "erkin maydon usulidan" foydalanilgan holda, belgilangan nuqtalarda dastgohlarning umumiy shovqin bosim darajasi, oktava diapazoni polosasining o'rtageometrik chastotalaridagi shovqin bosimi darajalari o'lchandi (2-rasm).



2-rasm. Temirchilik bolg'asining shovqin bosimi darajasini o'lchashni tarxi:

a-temirchilik bolg'asi; 1,2,3,4- temirchilik bolg'asini ish o'rmi, o'ng tomoni, orqa tomoni, chap tomoni; b, c-shovqin darajasini o'lchash jarayonlari

3. Tadqiqot natijalari

Sexdagi dastgohlar ishlaymay turgan holatdagi shovqin darajasini o'lchov natijalari qayta ishlanib (1,2-jadvallar,

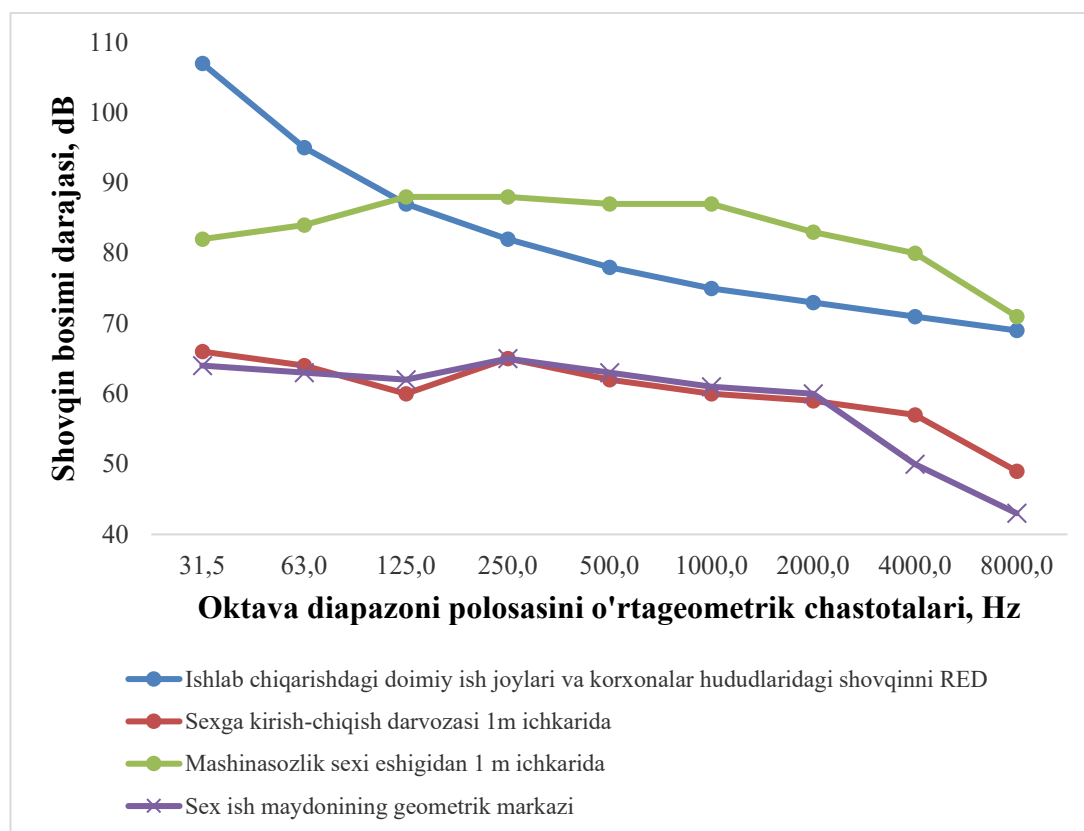
3,4-rasmlar) ko'rinishida tartibga solindi va olingan natijalar bo'yicha sexga tutash sexlar va hovlidan kirib keladigan fon shovqini bosimi darajasi sanitar gigiyenik baholandi.

Shovqin bosimi darajalarini dastgoh atrofida tarqalishini tahlil qilish uchun xar bir oktava diapazoni polosasi

o'rtageometrik chastotalari diapazonidagi shovqin bosimi darajalarining qiymatlari o'lchandi va olingan natijalar bo'yicha diagrammalar qurildi (3,4 jadvallar, 5-rasm).

1-jadval

Temirchilik sexidagi fon shovqini bosimi darajalari natijalari (o'lchash asbobini "slow" rejimida)											
T/r	O'lchash joyi nomi	Tovush darajasi, dB (A)	Oktava polosalarini o'rtageometrik chastotalarida, Hz shovqin bosimi darajalari, dB								
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	Sex ish maydonining geometrik markazi	56,5	61,5	61,6	60,9	60,3	58,3	54,3	54,0	48,4	43,3
2	Sexga kirish-chiqish darvozasidan 1 m ichkarida	60,3	64,5	63,3	57,2	59,5	59,1	60,2	58,0	56,4	48,9
3	Mashinasozlik sexi eshigidan 1 m ichkarida	84,5	82	84	86	85	85	84	81	78	68

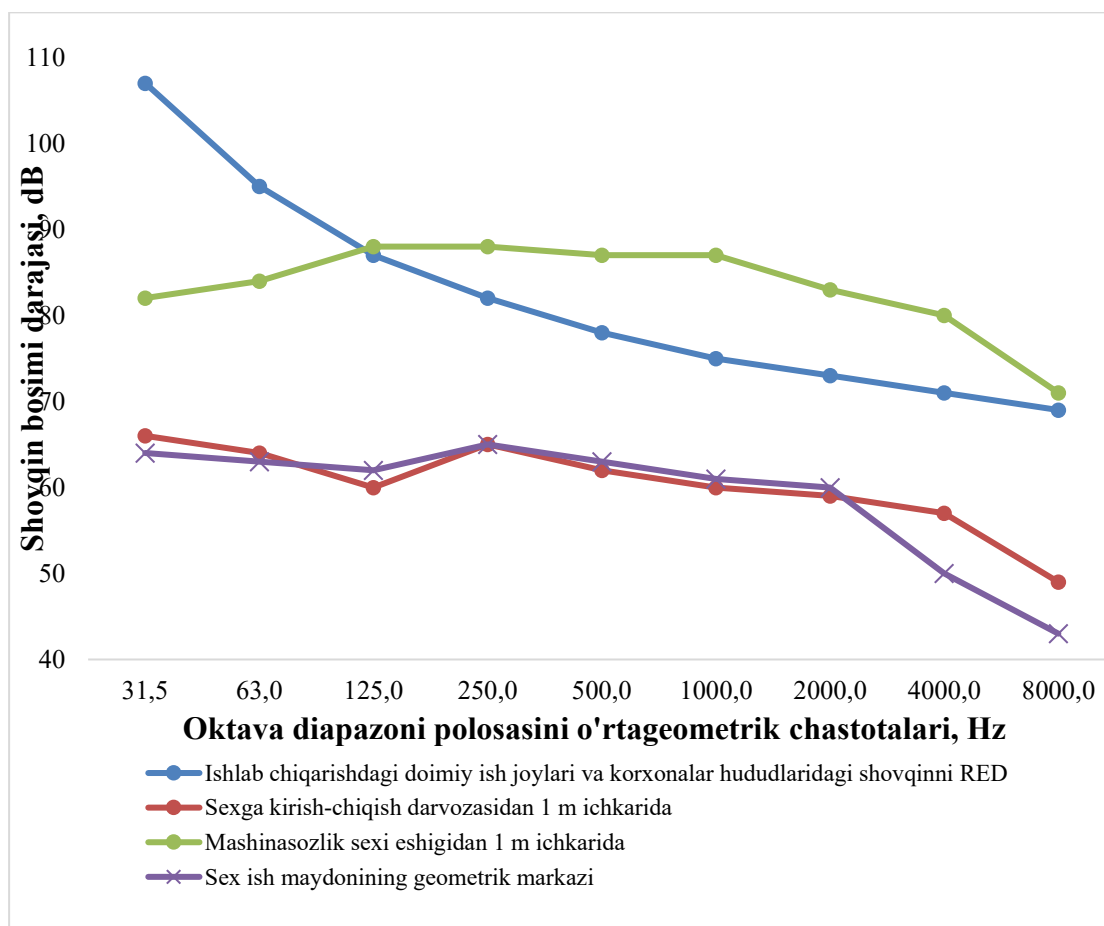


3-rasm. Temirchilik sexidagi fon shovqini bosimi darajalari (o'lchash asbobini "slow" rejimida)

2-jadval

Temirchilik sexidagi fon shovqini bosimi darajalari (o'lchash asbobini "max" rejimida)											
T/r	O'lchash joyi	Tovush darajasi, dB (A)	Oktava polosalarini o'rtageometrik chastotalarida, Hz shovqin bosimi darajalari, dB								
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	Sex ish maydonining geometrik markazi	59,8	64	63	62	65	63	61	60	50	43
2	Sexga kirish-chiqish darvozasi 1m ichkarida	59,7	66	64	60	65	62	60	59	57	49
3	Mashinasozlik sexi eshigidan 1 m ichkarida	86,8	82	84	88	88	87	87	83	80	71





4-rasm. Temirchilik sexidagi fon shovqini bosimi darajalar (o'lchash asbobini "max" rejimida)

Grafikdan (3,4-rasmlar) ko'rinib turibdiki, temirchilik sexdagi fon shovqin bosim darajasi sexning ish maydonining geometrik markazi va sexga kirish-chiqish darvozasi oldida fon shovqini bosimi darajalari o'lchanganda, sexdagi dastgohlar ishlamay turgan holatda, sanitar gigiyenik me'yorlarda o'rnatilgan qiymatlardan shovqin darajalaridan ortiq emas.

3.4-rasmlardagi grafiklarni tahlili shuni ko'rsatadiki, temirchilik sexida texnologik uskunar ishlamayotgan holatda, sex ish maydonining geometrik markazidagi va sexga kirish-chiqish darvozasi oldidagi, fon shovqini bosimini oktava diapozolari polosasini o'rtageometrik

chastotalaridagi darajalari amaldagi sanitariya-gigiyena me'yorlarida ruxsat etilgan chegaralardan oshiq emas.

Sexga tutash joylashgan mashinasozlik sexiga o'tish joyidagi fon shovqini bosimi darajasi, oktava diapazoni polosalarining 125-8000 Hz o'rtageometrik chastotalarda, me'yorlarda ruxsat etilgan shovqin bosim darajalaridan, mos ravishda 125Hzda - 1dB, 250Hzda - 6dB, 500Hzda - 9dB, 1000Hzda - 12, 2000Hzda - 10dB, 4000Hzda - 9dB, 8000Hzda - 2dB ortiq. Ushbu holat temirchilik sexidagi ish o'rinlaridagi shovqinni pasaytishda, mashinasozlik sexiga o'tish joyidagi fon shovqini bosimi darajasini pasaytirish bo'yicha qo'shimcha texnik yechimlar ishlab chiqishni va amaliyotga joriy etishni talab qiladi.

3-jadval

Temirchilik bolg'asining shovqin bosimi darajalari (o'lchov asbobining "slow" rejimida)

O'lchash joyi	Oktava polosalarini o'rtageometrik chastotalarida, Hz shovqin bosimi darajalari, dB								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	87,8	88,2	89,7	90,4	90,2	90,7	87,9	87,4	82
2	83,7	83,4	84,6	83,7	84,4	89,4	80	77,2	77,5
3	93	91,1	89,9	89,3	86,6	88,2	86,2	79,7	85,3
4	87,1	85,9	88,5	86,9	87,1	83,8	80,8	77,9	70,9

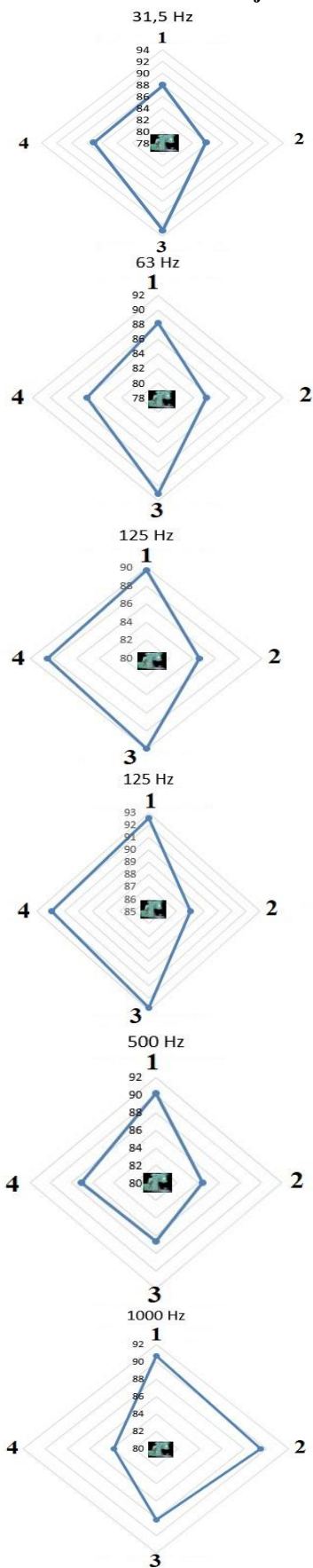
4-jadval

Temirchilik bolg'asining shovqin bosimi darajalari (o'lchov asbobining "max" rejimida)

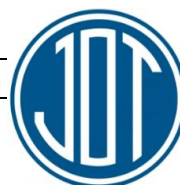
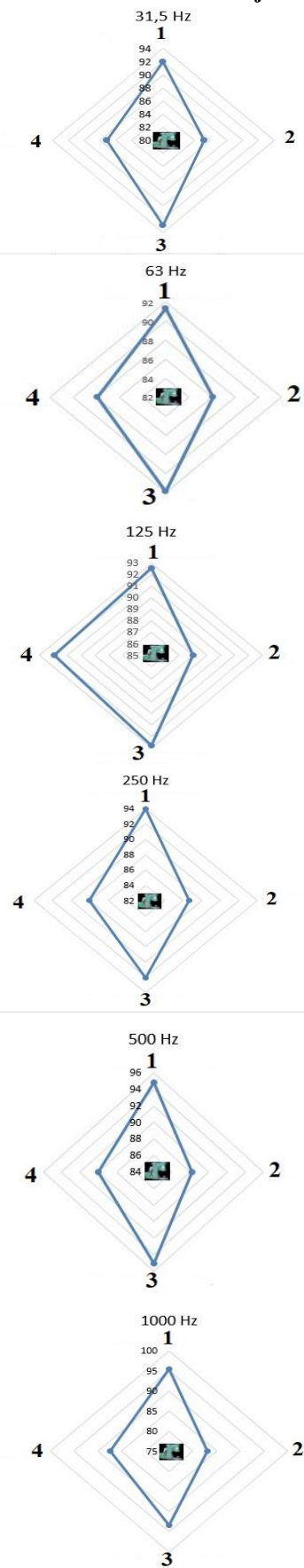
O'lchash joyi	Oktava polosalarini o'rtageometrik chastotalarida, Hz shovqin bosimi darajalari, dB								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	92	91,3	92,6	94	94,8	95,4	93,3	94,4	89,2
2	85,2	86,1	88	86,7	88,2	83,1	85,8	83	71,1
3	93	91,9	92,8	92,1	95,1	93,4	92	84,6	90,6
4	87,1	87,9	91,9	88	90	87,4	84	81,8	74,1

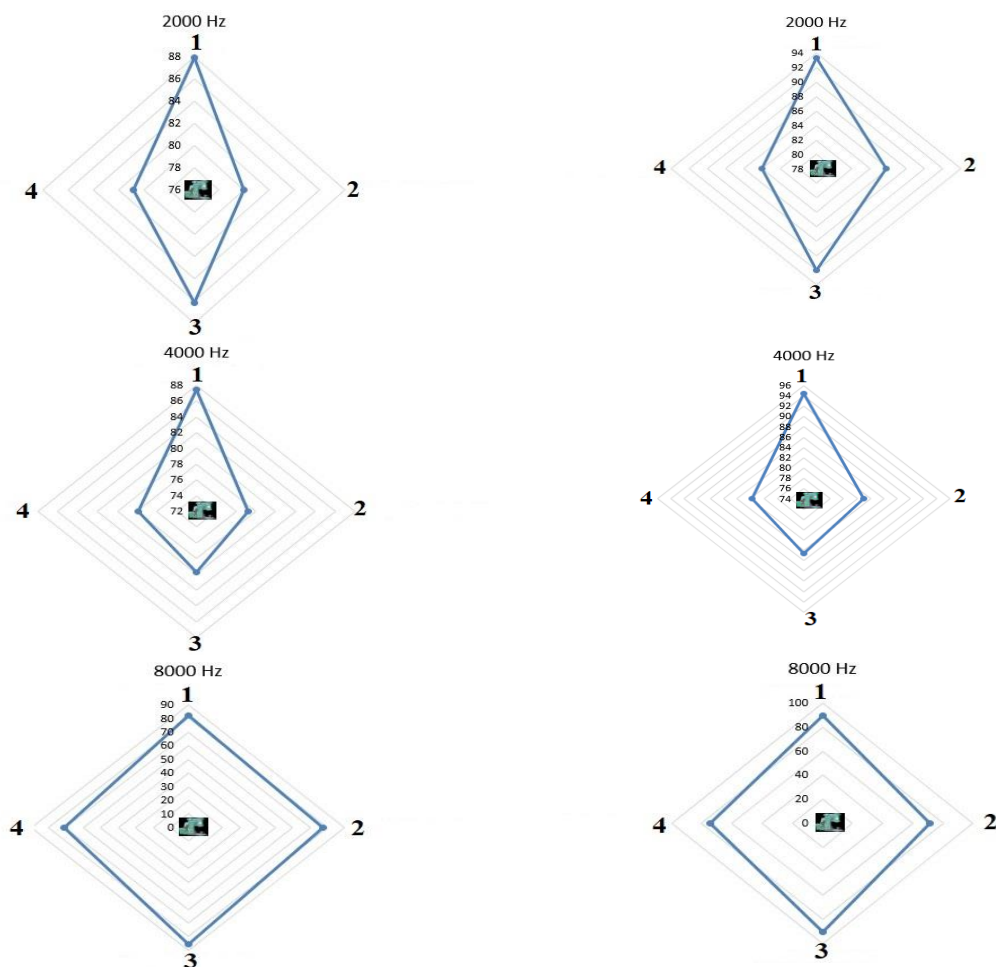


O'lchov asbobini "slow" rejimida



O'lchov asbobini "max" rejimida





5-rasm. Temirchilik bolg'asining shovqin bosimi darajasini atrofga tarqalish yo'nalishining xususiyatlari (o'lchov asbobining "slow" va "max" rejimida): 1,2,3,4- temirchilik bolg'asini ish o'rni, o'ng tomoni, orqa tomoni, chap tomoni

4. Muhokama

Temirchilik bolg'asining shovqin bosimi darajasini atrofga tarqalish yo'nalishining xususiyatlari (o'lchov asbobining "slow" va "max" rejimida) diagrammalaridan ko'rinib turibdiki (5-rasm), temirchilik bolg'asining shovqin bosimi darajasini atrofga tarqalish yo'nalishlari, o'lchov asbobining "slow" va "max" rejimlarida, 31,5-8000 Hz o'rta geometrik chastotalarda bir-biriga o'xshash tavsivga ega[4].

31,5 Hz chastotada shovqin keng maydonga tarqalgan bo'lib, "max" rejimida orqa tomonga tarqalayotgan shovqinni bosim darajasi ortgan. 63 Hz chastotada shovqin bosimi darajasi ikki yo'nalishda – operator tomoni va uning qarama-qarshi yo'nalishida tarqalgan, "max" rejimda operator tomoni bo'yicha ortganligi aniqlangan. 125 Hz chastotada shovqin eng avvalo operator o'rni, undan keyin esa chap va orqa tomonga faol yo'nalgan bo'lib, aynan shu zonalarida maksimal darajalar qayd etilgan[5].

250–1000 Hz shovqinning tarqalish yo'nalishi yanada aniq nomoyon bo'lgan. 250 Hz da shovqin bosimi darajasi operator tomoni bo'yicha yuqori bo'lib, "max" rejimda aynan shu nuqtada intensivlik ortgan. 500 Hz da shovqin bosimi darajasi asosan ish o'rni yon tomonlariga – chap va o'ngga tarqalgan. 1000 Hz chastotada esa shovqin bosimi darajasi eng ko'p operator o'rni va o'ng tomonga yo'nalgan[4].

2000–8000 Hz esa shovqin bosimi darajasi operator o'rni, orqa va o'ng tomonga faol tarqalgan. 2000 Hz da shovqin bosimi darajasi aynan orqa tomonda yuqori qayd etilgan bo'lib, bu yerda shovqin bosimi darajasi devor bilan to'qnashib qaytgan. 4000 Hz chastotada shovqin bosimi darajasi operator o'rni yo'nalgan. 8000 Hz da esa shovqin bosimi darajasi eng yuqori darajada orqa tomonda qayd etildi, bu zona yopiq va devorga yaqin bo'lganligi sababli aks etuvchi shovqin bosimi darajasi kuchaygan.

5. Xulosa

Tahlil natijalariga ko'ra, sexga tutash joylashgan mashinasozlik sexiga o'tish joyidagi fon shovqini bosimi darajasi, oktava diapazoni polosolarining 125-8000 Hz o'rta geometrik chastotalarda, me'yorlarda ruxsat etilgan shovqin bosim darajalaridan, mos ravishda 1-12dB ortiq. Ushbu holat temirchilik sexidagi ish o'rinlaridagi shovqin bosimi darajasini pasaytirishda, mashinasozlik sexiga o'tish joyidagi fon shovqini bosimi darajasini pasaytirish bo'yicha qo'shimcha texnik yechimlar ishlab chiqishni va amaliyotga joriy etishni talab qiladi.

Shuningdek temirchilik bolg'asi atrofida shovqin bosimi darajasini tarqalishi o'lchov asbobini "slow" hamda "max" rejimida aniqlangan bo'lib, "slow" rejimi sexdagi barqaror shovqin bosimi darajasi tarqalishini ko'rsatgan bo'lsa, "max" rejimi sexda eng yuqori bosimlar qayerda yuzaga

kelayotganini aniq ko'rsatib berdi. Shovqin bosimi darajasi past chastotalarda teng tarqalgan, o'rta va yuqori chastotalarda esa asosiy tarqalish operator o'rni, chap, o'ng va ayniqsa orqa tomon yo'nalishida aniqlangan. Orqa tomonning devorga yaqinligi sababli, aynan shu yo'nalishda yuqori chastotalarda tarqalayotgan hamda devordan qaytgan shovqin bosimlari darajalari o'zaro qo'shilishi tufayli ortishi qayd etilgan.

Sexdagi shovqin bosimi darajasini samarali pasaytirish uchun shovqin yutuvchi ekranlar va akustik to'siqlarni joylashtirishda, temirchi salomatligini muhofaza qilish, uni ish unumdorligini oshirish va mehnat sharoitini sanitariya-gigiyena talablariga mosligini ta'minlashda, temirchilik bolg'asi ish o'rni va dastgohni orqa tomonida shovqin bosimi darajasini pasaytirishga qaratilgan innovatsion texnik echimlar ishlab chiqish lozim.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Toshkent yo'lovchi vagonlarini qurish va ta'mirlash zavodi [Elektron resurs] // REMPASSVAGON. – URL: <https://rempassvagon.uz/uz>

[2] ГОСТ 12.1.050–86. Межгосударственный стандарт. ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах. – Москва: Изд-во стандартов, 1986. – 11 с.

[3] ГОСТ 17187–81. Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний. – Москва: Изд-во стандартов, 1982. – 12 с.

[4] ISO 3745:2012. Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure — Precision methods for anechoic and hemi-anechoic rooms. – Geneva: International Organization for Standardization, 2012. – 34 p.

[5] ISO 11201:2010. Acoustics — Noise emitted by machinery and equipment — Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified

positions — Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane. – Geneva: ISO, 2010. – 38 p.

[6] O'zR SanQvaN 0267:2021. Ishlab chiqarish korxonalaridagi shovqin. Gigiyenik me'yorlar va o'lchash usullari. – Toshkent: SSV Respublika sanitariya-epidemiologik osoyishtalik va jamoat salomatligi qo'mitasi, 2021. – 24 b.

[7] Sunnatulla Sulaymanov. Criterion For Vibroacoustic Activity of The Main Sources of Cotton Machines //Fifteen International Conference on Thermal Engineering: Theory and Applications May 28-June 1, 2024 Tashkent, Uzbekistan.

[8] Sulaymanov S. Improving conditions and labor protection of operators by improving the vibroacoustic parameters of mobile cotton machines. dissertation of Doctor of Engineering. Sciences-St. Petersburg, 1992.-250 p.

[9] Nikiforov A.S. Acoustic design of ship structures: Handbook. - L.: Shipbuilding, 1990. - 220 p.

[10] Nikiforov A.S. Acoustic design of ship structures: Handbook. - L.: Shipbuilding, 1990. - 220 p.

[11] Pobol O.N. Noise in the textile industry and methods to reduce it. U.; Legprombytizdat, 1987. – 144.

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

Sulaymanov Sunnatulla	Toshkent davlat transport universiteti "Texnosfera xavfsizligi" kafedrası
Sulaymanovich / Sulaymanov Sunnatulla	professori, t.f.d., professor Tel.: +998977755179 https://orcid.org/0000-0001-5275-5200
Musayev Shakhridin Gulomovich / Musayev Shakhridin	Toshkent davlat transport universiteti tayanch doktoranti E-mail: musa.shakhridin@mail.ru Tel.: +998332519119 https://orcid.org/0009-0004-5339-2180



Flow of automobile transport vehicles and the laws of time distribution of service

A.Kh. Muratov¹ 

¹Termez State University, Termez, Uzbekistan

Abstract: This article examines the flow of automobile transport vehicles and the laws of time distribution for service. Automobile transport plays a crucial role in the modern economy, being essential for the efficient organization of cargo and passenger transportation processes in urban and rural areas. The research explores the dynamics of transport flow, the time distribution in service processes, and strategies aimed at improving the efficiency of the transport system.

The flow of automobile transport vehicles and the distribution of service time are significant in addressing issues related to enhancing the efficiency of transport infrastructure and improving transport systems both intercity and within cities. This article identifies situations in loading points where multiple transport vehicles may simultaneously enter service or where certain transport vehicles may be temporarily unavailable for service, resulting in idle (unproductive) time. The focus is on reducing the service time for vehicle flow and minimizing idle time.

Keywords: automobile transport, cargo flow, time, service to transport vehicle flow, distribution, efficiency, idle time, freight transportation

Avtomobil transporti vositalari oqimi va xizmat ko'rsatish vaqtining taqsimlanish qonunlari

Muratov A.X.¹ 

¹Termiz davlat universiteti, Termiz, O'zbekiston

Annotatsiya: Mazkur maqolada avtomobil transporti vositalarining oqimi va xizmat ko'rsatish vaqtining taqsimlanish qonunlari o'rganilgan. Avtomobil transporti, zamonaviy iqtisodiyotda muhim rol o'ynab, shahar va qishloq joylarida yuk va yo'lovchi tashish jarayonlarini samarali tashkil etish uchun zarurdir. Tadqiqot davomida transport oqimining dinamikasi, xizmat ko'rsatish jarayonidagi vaqt taqsimoti, shuningdek, transport tizimining samaradorligini oshirishga qaratilgan strategiyalar ko'rib chiqiladi. Avtomobil transporti vositalarining oqimi va xizmat ko'rsatish vaqtining taqsimlanishi, transport infratuzilmasining samaradorligini oshirish, shaharlararo va shahar ichidagi transport tizimlarini yaxshilash kabi masalalarni hal qilishda muhim ahamiyatga ega.

Ushbu maqola, yuklash punktidagi ish jarayonlarida bir vaqtning o'zida bir necha transport vositasi xizmat ko'rsatishga kirib kelishi yoki ayrim muddat transport vositalari xizmat ko'rsatishda bo'lmashligi, ya'ni yuklash vositasi bekor (unumsiz) turib qolish holatlari aniqlangan. Avtotransport vositalari oqimiga xizmat ko'rsatish va unumsiz turish vaqtlarini kamaytirilishga qaratilgan.

Kalit so'zlar: avtomobil transporti, yuk oqimi, vaqt, transport vositalari oqimiga xizmat ko'rsatish, taqsimlanish, samadorlik, unumsiz vaqt, yuk tashish

1. Kirish

Jahon miqyosi transport tizimlarida avtomobil transporti vositalarining oqimi va xizmat ko'rsatish vaqtining taqsimlanishi muhim ahamiyatga ega. Ushbu mavzu transport iqtisodiyoti, logistika va transport menejmenti sohalarida tadqiqotlar va amaliyotlar uchun asosiy yo'nalishlardan biridir. Avtomobil transporti, o'zining harakatlilik va moslashuvchanligi bilan, shaharlararo va shahar ichidagi yuk va yo'lovchi tashish jarayonlarini samarali ravishda tashkil etishga imkon beradi. Biroq, transport oqimining samaradorligi ko'plab omillarga bog'liq bo'lib, xizmat ko'rsatish vaqtining taqsimlanishi va yuklash punktlaridagi jarayonlar bu omillar orasida muhim o'rin

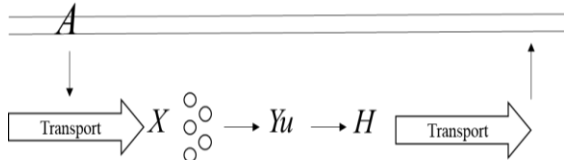
tutadi. Ushbu mavzuni o'rganish orqali, transport oqimining dinamikasi, vaqt taqsimoti va xizmat ko'rsatish jarayonlarining samaradorligini oshirishga qaratilgan strategiyalarni ishlab chiqish mumkin. Shuningdek, transport infratuzilmasining samaradorligini oshirish, yuk tashish jarayonlarini optimallashtirish va ekologik ta'sirni kamaytirish kabi masalalarni hal qilishda muhim yondashuvlar aniqlanadi. Natijada, avtomobil transporti vositalarining oqimi va xizmat ko'rsatish vaqtining taqsimlanish qonunlarini chuqur o'rganish, transport tizimlarining rivojlanishi va kelajakdagi muammolarni hal qilishda muhim rol o'ynaydi. Maqolaning maqsadi, avtomobil transporti vositalarining oqimi va xizmat ko'rsatish vaqtining taqsimlanishini chuqur tahlil qilish orqali, transport sohasidagi muammolarni hal qilishga yordam berishdir.

 <https://orcid.org/0000-0002-4450-2892>



2. Tadqiqot metodologiyasi

Avtotransport vositalarining yuklash punktiga kirib kelish jarayonini ko'rib chiqamiz. Avtotransport korxonasi (A) bilan yuklarni tashish uchun tuzilgan shartnomalarga muvofiq va avtotransport korxonasi (ATK)ga tushgan yuk buyurtmalar asosida ATK ekspluatatsiya bo'limi avtotransport vositalarini ta'minot ombori (X)ga jo'natadi (1-rasm).

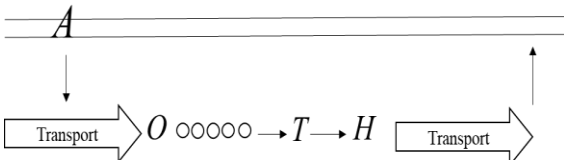


1-rasm. Avtotransport vositalarining yuklash punktiga kirib kelish va chiqib ketishi harakat sxemasi

Bu jarayonda ta'minot omborida ma'lum miqdordagi transport vositalarining mavjudligi ehtimolini hisobga olish muhimdir. Avtotransport vositalari tartib bilan yuklash (Yu) punktiga yuboriladi. Yuklash texnologiyasiga mos ravishda yuklangan avtotransport vositalari yuk tashishdagi me'yoriy hujjat (H)larni rasmiylashtirish jarayoniga yo'naltiriladi va belgilangan marshrut (yunalish)ga harakatlanish uchun ta'minot omboridan chiqib ketadi. Yuk ortish punktidagi ish sikli shu tarzda uzluksiz vaqt davomida diskret holatlarda davom etadi.

Yuklash punktidagi ish jarayonlarini amaliy kuzatish davomida bir vaqtda bir nechta avtotransport vositasi xizmat ko'rsatishga kirib kelishi yoki ayrim avtotransport vositalarining xizmat ko'rsatmasligi, ya'ni yuklash vositalarining bekor (unumsiz) turishi mumkinligi aniqlandi. Bu holat yuklash-tushirish jarayonlarini murakkablashtiradi.

Avtotransport vositalarining yuk qabul qilish punkt ob'ektlariga kirib kelish sxemasi. Xizmat ko'rsatish punktida yuklangan avtotransport vositasi (A)ni buyurtmalar asosida belgilangan yuk qabul qiluvchi ob'yektiga (O)ga jo'natadi (2-rasm).



2-rasm. Avtotransport vositalarining yuk qabul qilish punk ob'yektiga kirib kelishi, yuk tushirishi va chiqib ketishi harakat sxemasi

Bunda buyurtmachining yuk qabul qilish punkt ob'ektlaridagi o'tish yo'llari orqali yuk tushiriladigan manzil (T)ga uzatiladi. Tushirish ishlari bajarilgach, avtotransport vositalari yuk to'g'risidagi hujjat (H)larni rasmiylashtirish jarayoniga yo'naltiriladi hamda belgilangan marshrut bo'yicha yukni yetkazish uchun yana yuk junatish punkt omboriga qaytadi. Yuk qabul qiluvchining ob'yektidagi yukni tushirish jarayoni ish sikli shu tarzda uzluksiz vaqt davomida diskret holatlarda davom etadi.

Yuk tushirish punktidagi ish jarayonlarini kuzatish natijalari shuni ko'rsatdiki bir vaqtda bir nechta avtotransport vositasi qabul qiluvchi ob'yektida yuklarini tushirish joyga kelishi kuzatilmadi. Shu sababli avtotransport oqimlarining xizmat ko'rsatish tizimiga kirib kelishi va xizmat ko'rsatish punktidagi yuklash mexanizmlarini o'zaro muvofiq ishlashning tezkor rejalarini ishlab chiqish masalasini yechimiga e'tibor qaratildi.

Transport oqimlarning xizmat ko'rsatish tizimiga kirib kelishi, ya'ni avtotransporti vositalarining yuklash punktiga kelishining oddiy oqimi Puasson qonuniga bo'ysunishi matematik jihatdan asoslangan [1, 2, 3].

Avtotransport vositalari oqimi harakati bilan bog'liq bo'lgan masalani yechishda Puasson oqimi holatlaridan foydalanilgan. Yalpi xizmat ko'rsatishning istalgan tizimi elementlari asosiy strukturasi buyurtma va xizmat ko'rsatish kanallari hisoblanadi.

"Xizmat ko'rsatishga buyurtma" – xizmat ko'rsatishga bo'lgan zarurat, ya'ni qandaydir xizmat ko'rsatilishini anglatadi.

"Xizmat ko'rsatuvchi kanal" – aniq bir ob'yekt yoki ob'ektlari xizmat ko'rsatish borasida bajariladigan ishlarni bildiradi.

Buyurtmachilar tomonidan berilgan buyurtma asosida xizmat ko'rsatilishida oqim hosil bo'ladi, bu oqim xizmat ko'rsatilgunicha kiruvchi oqim deyiladi, keyin mumkin bo'lgan kutishdan keyin xizmat ko'rsatishning boshlanishi bilan xizmat ko'rsatuvchi punktida oqim hosil bo'ladi, keyinchalik esa buyurtmalarining chiqish oqimi shakllanadi. Yalpi xizmat ko'rsatish nazariyasida buyurtmalar oqimiga xizmat ko'rsatishda oqim jadalligi uning asosiy xarakteristikasi hisoblanadi.

Yalpi xizmat ko'rsatish nazariyasi avtotransport vositalari oqimini rejalashtirish masalalarida ham tadbqiq etilgan [2, 6]. Xizmat ko'rsatishga kiruvchi talabgarlar oqimi va xizmat ko'rsatish vaqtining taqsimlanish qonunlarining umumiy holatlari [2, 5] manbada o'z aksini topgan bo'lib, quyidagi 1-jadvalda hisoblash formulalari va tavsiflari keltirilgan.

1-jadval

Xizmat ko'rsatishga kiruvchi talabgarlar oqimi va xizmat ko'rsatish vaqtining taqsimlanish holatlari		
Tavsifi	Hisoblash formulasi	Izoh
Istalgan avtotransport vositasining tizimga kirib kelishi ehtimoli	$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}$	t – vaqt oralig'i k – avtotransport vositalari soni
Yuklash punktiga avtotransport vositasi kirib kelgandan keyingi t vaqt oralig'ida bironta ham avtotransport vositasi kirib kelmasligi ehtimoli	$P(t) = e^{-\lambda t}$	tasodifiy u kattalik t kattalikdan kichik bo'lmisligi ehtimoliga tengdir, ya'ni: $P(u \geq t) = e^{-\lambda t}$
Avtotransport vositalarining kirish paytlari orasidagi vaqt intervali	$\bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i t_i}{\sum_{i=1}^N m_i}$	$\bar{u}$ – ketma-ket xizmat ko'rsatishga kiruvchi avtotransport vositalarining kirish paytlari orasidagi vaqt intervalining o'rtacha qiymati
Xizmatga kirib keluvchi avtotransport vositalari oqim jadalligi	$\lambda = \frac{1}{\bar{u}}$	ketma-ket xizmat ko'rsatishga kiruvchi avtotransport vositalarining kirish paytlari orasidagi vaqt intervalining o'rtacha qiymatiga teskari kattalik



Olib borilgan tadqiqotlar natijasida olingan oqim oddiy bo'lganligi sababli, unda uning parametri λ asosida mazkur oqimni to'la-to'kis ravishda Puasson funksiyasini taqsimlanishi yordamida formatlashtirish mumkin. Qo'yilgan masalani yalpi xizmat ko'rsatish (YaXK) tizimi sifatida qarash va uni yaxshilash yo'llari haqida ma'lum xulosalar chiqarish mumkin bo'ladi.

Kuzatishlar natijasida avtotransport vositasining yuk jo'natish manzillariga kirib kelish vaqtlari aniqlangan. Shu tarzda, bu vaqtlar oralig'idagi interval va ularning amplitudasi belgilandi. Amplituda oralig'i sakkizta oraliqqa bo'lingan bo'lib, ushbu oraliqlarga tushadigan kirish paytlaridagi intervallarning optimal soni Sterdjes formulasi yordamida hisoblangan (1). Aniqlangan oraliqlarning qaytarilish chastotalari taqsimlanishi ko'rsatkichli qonun bilan ifodalanganligi uchun unda tahlil etilayotgan kiruvchi oqimni oddiy oqim deb hisoblash mumkin.

Kuzatishlar asosida avtomobil transporti vositasining yuk jo'natish manzillariga kirib kelish vaqtlari belgilangan va shu tarzda bu paytlar oralig'idagi vaqt intervallari, ular qiymatlarining amplitudasi aniqlandi. Amplituda oralig'i sakkizta oraliqqa bo'lindi va bu oraliqchalarga tushadigan kirish paytlaridagi intervallarning optimal soni Sterdjes formulasi orqali hisoblendi (1). Aniqlangan oraliqlarning qaytarilish chastotalari taqsimlanishi ko'rsatkichli qonun bilan ifodalanganligi uchun unda tahlil etilayotgan kiruvchi oqimni oddiy oqim deb hisoblash mumkin.

Xizmat ko'rsatuvchi punktga kirib keluvchi transport oqimi vaqt oraliqlari guruhlashtirish intervallarining optimal sonini Sterdjes formulasi orqali quydagicha aniqlanadi:

$$k = 1 + 3,332 \lg \sum m_i \quad (1)$$

bu yerda k –optimal intervallar soni; $\lg$ –o'nlik logarifm; $\sum m_i$ –umumiy kuzashilar soni.

$$k = 1 + 3,332 \lg \sum m_i = 1 + 3,332 \lg 225 = 8$$

Oraliq vaqt intervallarini quydagicha aniqlaymiz:

$$\Delta t = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{k} = \frac{64 - 2}{8} = 8 \quad (2)$$

bu yerda t_i –oraliq vaqt intervali; $t_{\max} - t_{\min}$ xizmatga kirib kelgan transport vositasi xizmat ko'rsatilishini kutishining mos ravishda maksimal va minimal vaqti, daq.

3. Natija

Olib borilgan kuzatish natijalari avtomobil transporti vositalarining yuklash punktida xizmat ko'rsatishni kutib turish vaqtlari 2-jadvalga keltirilgan.

2-jadval

Avtomobil transporti vositalarining yuklash punktida xizmat ko'rsatishni kutib turish vaqtlari (kuzatish natijalari)

Avtomobil transporti vositalarining yuklash punktida yuklash uchun navbatda turib qolish vaqti, daq.								
2	33	2	27	4	24	12	2	12
8	7	9	7	8	32	20	8	18
16	12	8	12	10	4	16	16	10
24	8	18	8	16	9	10	24	4
32	18	12	18	25	16	7	32	7
40	14	6	14	32	24	17	40	15
48	12	16	12	40	6	25	48	23
56	3	18	6	48	20	14	3	34
64	22	4	22	4	28	31	8	5
28	8	6	8	12	36	3	15	15
12	22	14	16	4	57	14	12	14
16	30	22	4	10	16	34	24	24
2	38	28	20	5	25	21	16	15
14	46	40	15	3	33	8	19	4
22	2	48	6	10	12	10	32	9
2	10	56	20	16	20	2	16	16
8	4	64	7	20	32	8	24	9
16	12	4	11	32	17	16	4	8
24	4	10	16	43	20	24	9	15
32	15	15	25	18	34	32	16	2
40	23	12	12	26	20	4	10	9
48	31	14	18	38	8	6	18	32
52	39	22	26	49	7	16	20	6
4	47	33	34	33	6	11	4	12
8	48	2	6	26	4	7	5	33

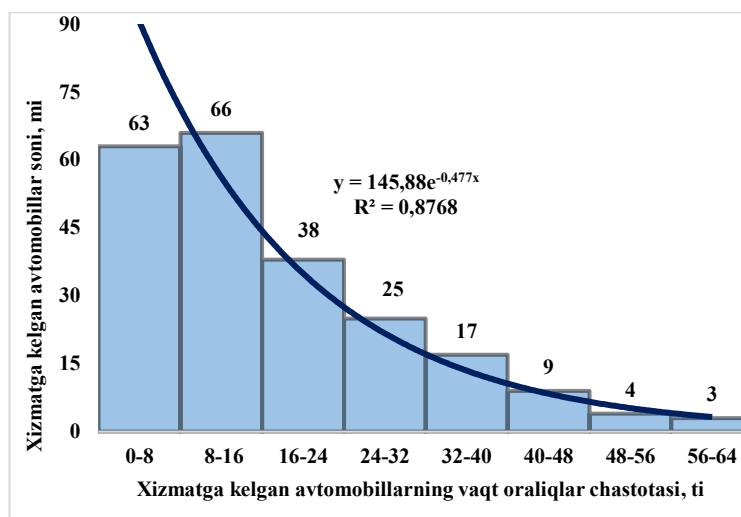
Avtotransport vositalarining yuk jo'natish punktiga kirib kelish oralig'idagi vaqt intervallari 3-jadvalga keltirilgan va 3-rasmda guruhlashtirish bo'yicha taqsimlanish gistogrammasi qurilgan.

3-jadval

Avtotransport vositasining yuk jo'natish manziliga ketma-ket kirib kelish paytlari orasidagi vaqt intervallarining taqsimlanishi ko'rsatkichli qonun asosida amalga oshiriladi

Oraliq vaqt intervali, i	1	2	3	4	5	6	7	8	
Guruhlashtirilgan vaqt oraliqlari, daq. t_i	0-8	8-16	16-24	24-32	32-40	40-48	48-56	56-64	$\Delta t = 8$
Intervallardan guruhlashtirilgan vaqt oraliqlariga tushadigan soni, m_i	63	66	38	25	17	9	4	3	$\sum m_i = 225$
Guruhlashtirilgan vaqt oraliqlarini o'rtasi, daq. $\bar{t}_i$	4	12	20	28	36	44	52	60	
$m_i \bar{t}_i$	252	792	760	700	612	396	208	180	3900
$\lambda \bar{t}_i$	0,231	0,692	1,154	1,615	2,077	2,538	3,000	3,462	
$e^{-\lambda \bar{t}_i}$	0,7939	0,5004	0,3154	0,1988	0,1253	0,0709	0,0498	0,0314	
$m_{ix} = \sum m_i \lambda \Delta t e^{-\lambda \bar{t}_i}$	82,45	51,97	32,76	20,65	13,01	8,20	5,17	3,26	$\chi^2 = 11,72$
$\left(\frac{(m_i - m_{ix})^2}{m_{ix}} \right)$	4,587	3,790	0,840	0,918	1,221	0,078	0,265	0,021	





3-rasm. Yuklash manziliga avtomobillar kirib kelish paytlari oralig'idagi vaqt intervalining taqsimlanish gistogrammasi va qonuni

Yuqorida tuzilgan gistogramma asosida mazkur taqsimlanishning ko'rsatkichli qonunga mos kelishi haqida dastlabki gipotezani qabul qilish mumkin. Endi esa, ushbu qonunning parametrlarini hisoblab, gipotezaning ishonchlilik darajasini tahlil qilamiz.

Xizmat ko'rsatuvchi yuklash punktiga ketma-ket yoki izma-iz kirib keluvchi avtomobil transporti vositalarining kirish paytlari orasidagi vaqt intervalining o'rtacha qiymati ($\bar{u}$) aniqlanadi [2, 4]:

$$\bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i t_i}{\sum_{i=1}^N m_i} = \frac{3900}{225} = 17,33 \quad (3)$$

Yuklash uchun kirib keluvchi avtotransport vositalari oqim jadalligi λ quyidagicha aniqlanadi [2]:

$$\lambda = \frac{1}{\bar{u}} = \frac{1}{17,666} = 0,0577 \approx 3,5 \text{ avt/daq.} \quad (4)$$

Natijada interval λ parametrli $\lambda = 0,0577$ bo'lgan ko'rsatkichli qonun bilan ifodalanadi. Bunda vaqt intervali u ning nazariy hisobdagi chastotasi m_{ix} har bir guruhlashtirilgan vaqt oraliqlari uchun (2) ifodaga muvofiq hisoblanadi [2, 3], ya'ni

$$m_{ix} = \sum m_i \lambda \Delta t e^{-\lambda t_i}$$

$$m_1 = 255 \cdot 0,0577 \cdot 8 \cdot 2,716^{-0,231} = 82,45 \text{ vah.k.}$$

bu yerda $\sum m_i$ – kuzatilgan tasodifiy kattalikning umumiy soni; t_i – guruhlashtirilgan i -chi oraliq vaqt boshlang'ich qiymati; Δt – tasodifiy sonni guruhlashtirish oraliq vaqt intervali.

Hisoblangan nazariy taqsimlanishning empirik taqsimlanishga qanchalik mos kelishini – XI kvadrat (Pirson) mezonini yordamida baholaymiz. Bizning misolimizda Pirson mezonini $\chi^2 = 11,72$ ga teng (3-jadval).

3-jadvaldan olingan ma'lumotlar asosida xizmatga kirib keluvchi avtomobil transporti vositalari oqim ko'rsatkichlar quyidagi tavsifi aniqlandi: $\sum m_i = 225$ ta, $R = 8 - 2 = 6$, $\chi^2 = 11,72$, $P(\chi^2) = 0,95$.

Aniqlangan natijani XI kvadrat (Pirson) mezonini asosida nazariy va eksperimental taqsimlanishlarining o'zaro yaqinligini yetarli darajada deb hisoblash uchun quyidagi shart bajarilishi zarur:

$$\chi^2 < \chi^2_{0,05} \quad (5)$$

$\alpha = 0,05$, $\chi^2_{0,05} = 12,59$ qiymatlarda quyidagi $\chi^2 < \chi^2_{0,05}$ shart bajarildi. Natijada, kuzatilgan xizmat

ko'rsatishga kiruvchi oqimni $\lambda = 0,0577$ parametrli Puasson oqim deb hisoblashimiz mumkin.

4. Xulosa

Olingan tadqiqot natijalari quyidagi xulosalarni chiqarishga imkon beradi:

– oldindan ishlab chiqilgan reja vazifalarida avtomobilning yuk ko'tarish qobiliyatining oshishi real ish sharoitlarida avtomobil transporti vositalarining tonna va tonna kilometrdagi ishi natijalarining oshishiga olib kelmaydi;

– oldindan rejalashtirilmagan holatlarda qy miqdorining oshishi yuk ko'tarish qobiliyatining to'liq ishlatilmasligiga olib keladi;

– oldindan ishlab chiqilgan jadval bo'yicha avtomobil transporti vositasining orttirilgan yuk ko'tarish hajmidan to'liq foydalanish mumkin emas, chunki tashish smena davomida rejalashtirilgan tashish ishlari avtomobil transporti vositalari o'rtasida taqsimlangan. Bunda har bir qatnov uchun yuk miqdori oldindan rejalashtirilgan bo'ladi. Uzlukli va uzluksiz holatlarda yalpi xizmat ko'rsatish tizimiga kirib kelayotgan avtotransport vositalarining ishini tezkor rejalar asosida ishlab chiqish zarur hisoblanadi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Butayev Sh.A. va boshqalar. Tashish jarayonlarini modellashtirish va optimallashtirish. – Toshkent: O'zR FA "Fan" nashriyoti, 2009. – 268 b.

[2] Butayev Sh.A., Sidiknazarov K.M., Murodov A.S., Kuziyev A.U. Logistika (Yetkazib berish zanjirida oqimlarni boshqarish). – Toshkent: "Ekstremum Press", 2012. – 577 b.

[3] Muratov A.Kh. Increasing The Efficiency of Cargo Delivery to Consumers. Eurasian Journal of Engineering and Technology, 12, 20–23. Retrieved from <https://www.geniusjournals.org/index.php/ejet/article/view/2688>

[4] Muratov A.X. Statement and Mathematical Model of the Problem of General Service in the Transportation of



Cargo by Motor Vehicle. European Multidisciplinary Journal of Modern Science, 6, 288–291. Retrieved from <https://emjms.academicjournal.io/index.php/emjms/article/view/392>

[5] Umarova D.M., Bo'ronova M.A. Logistika / D. Umarova va boshq. o'quv qo'llanma. –Toshkent: “Cho'lpon nomidagi NMJU”, 2016. – 252 b.

[6] Muratov A., Kuziev A. Improving the efficiency of cargo delivery by automobile vehicles. AIP Conference ProceedingsТом 3268, Выпуск 124 February 2025 Номер статьи 0500174th International Conference on Advances in Science, Engineering, and Digital Education, ASEDU 2024, Navoi, 29 May 2024 до 31 May 2024 Код 207140. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-86000803753&origin=recordpage>.

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

Muratov
Abobakr
Xolikberdiyevich
/
Muratov
Abobakr

Termiz davlat universiteti
“Texnologik ta'lim kafedrası
dotsenti, t.f.f.d. (PhD);
E-mail: muratov@tersu.uz
Tel.: +998915743399
<https://orcid.org/0000-0002-4450-2892>



Systematic analysis and improvement of the information flow operating model in electronic learning systems

B. Kodirov¹ 

¹Information technologies and management university, Karshi, Uzbekistan

Abstract: The article addresses the systematic analysis of the efficient organization of information flow in electronic learning systems and the implementation of an improved operational model. The authors identify key issues such as disruptions in information flow, lack of modular compatibility, and security challenges. A new model is proposed, integrating artificial intelligence, automated analysis, and adaptive feedback mechanisms. The model components—data collection, intelligent analytics, personalized recommendations, and security algorithms—are aimed at enhancing the quality of e-learning. The proposed approach contributes to increasing the effectiveness of modern digital learning environments.

Keywords: E-learning system, information flow, system analysis, artificial intelligence, automated assessment, adaptive feedback, data security, algorithmic management, digital education, intelligent analysis

Elektron ta'lim tizimlarida axborot oqimining ishlash modelini tizimli tahlil qilish va takomillashtirish

Qodirov B.¹ 

¹Axborot texnologiyalari va menejment universiteti, Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada elektron ta'lim tizimlarida axborot oqimining samarali tashkil etilishi va takomillashtirilgan model asosida ishlashini tizimli tahlil qilish masalalari yoritilgan. Mualliflar axborot oqimidagi uzilishlar, modullararo nomuvofiqlik va xavfsizlik muammolarini aniqlab, sun'iy intellekt, avtomatik tahlil va moslashtirilgan feedback tizimlari integratsiyalangan yangi model taklif etilgan. Model komponentlari – ma'lumotlar yig'ish, intellektual tahlil, individual tavsiyalar va xavfsizlik algoritmlari – elektron ta'lim sifatini oshirishga yo'naltirilgan. Taklif etilgan yondashuv zamonaviy raqamli ta'lim muhitining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Elektron ta'lim tizimi, axborot oqimi, tizimli tahlil, sun'iy intellekt, avtomatlashtirilgan baholash, moslashtirilgan feedback, ma'lumotlar xavfsizligi, algoritmik boshqaruv, raqamli ta'lim, intellektual tahlil

1. Kirish

Zamonaviy ta'lim tizimlarida raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi bilan bir qatorda, ularning ta'lim jarayoniga integratsiyalashuvi ham tobora kengayib bormoqda. Ayniqsa, global pandemiya davrida masofaviy ta'limga bo'lgan ehtiyoj keskin oshgani sababli, onlayn o'quv platformalari, virtual laboratoriyalar va raqamli kutubxonalar kabi elektron vositalarning ahamiyati yanada ortdi. Bunday vositalar orqali nafaqat o'quv resurslaridan foydalanish imkoniyati yaratilmoqda, balki talaba va o'qituvchi o'rtasida interaktiv aloqa, real vaqtda baholash, avtomatlashtirilgan tahlil va qayta aloqa (ing. feedback) tizimlari ham faol qo'llanilmoqda.

Elektron ta'lim tizimlarining asosiy ustunliklaridan biri bu – ta'lim olishning joy va vaqt chegaralaridan xoli bo'lishidir. Shu bilan birga, ularning samarali ishlashi ko'plab texnik va texnologik omillarga, xususan, axborot oqimining uzluksizligi, barqarorligi va optimalligiga bog'liqdir. Axborot oqimi bu yerda keng tushunchani anglatib, o'quvchi va o'qituvchi o'rtasidagi ma'lumot almashinuvi, foydalanuvchi so'rovlariga javob beruvchi

tizimlarning ishlashi, tahlil modullari orqali natijalarni qayta ishlash va ularni taqdim etish kabi jarayonlarni o'z ichiga oladi.

S. M. Hizam, H. Akter, I. Sentosa, W. Ahmed tomonidan olib borilgan tadqiqotda o'qituvchilarning raqamli kompetensiyasi (ing. digital competency) Moodle platformasida o'qitish vazifalari bilan mosligini o'rganish uchun Strukturaviy tenglama modellashirish (SEM) usuli qo'llanilgan. Tadqiqot natijalari, raqamli kompetensiyaning barcha komponentlari (texnologik savodxonlik, bilimni chuqurlashtirish, taqdimot ko'nikmalari va professional ko'nikmalar) Moodle platformasidan foydalanish va o'qituvchilarning ish faoliyatiga ijobiy ta'sir ko'rsatishini belgilab bergan [1].

Bugungi kunda oliy ta'lim muassasalarida blended learning (aralash ta'lim) modelini ishlab chiqish va uni fan doirasida moslashtirish ishlari rivojlanmoqda [2,7]. Andrii M. Striuk, Serhiy O. Semerikov tavsiya etgan model, o'qitish boshqaruv tizimidan foydalanishni o'z ichiga oladi va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining (AKT) qo'llanilishi nazariyasi va metodologiyasiga asoslanadi.

Anastasia Revyithi, Nikolaos Tselios larning ilmiy tadqiqotlarida texnologiya qabul qilish modeli (ing.

 <https://orcid.org/0009-0003-1914-5410>



Technology Acceptance Model) kengaytirilgan bo'lib, Tizimning qulaylik darajasini baholash shkalasi (ing. System Usability Scale) yordamida e-learning tizimlaridan foydalanishga bo'lgan xohishni baholashga qaratilgan [3]. Tadqiqot natijalari, ijtimoiy norma, tizimga kirish imkoniyati va o'z-o'ziga ishonch kabi omillar, LMS tizimlaridan foydalanishga bo'lgan hatti-harakatlarga sezilarli ta'sir ko'rsatilgan.

Sh.B.Yusupova, B.Y.Ishmetov, S.Z. Davletboyev larning maqolasida talabalar bilimni baholashda adaptiv tizimdan foydalanish muhimligi yoritilgan [4]. An'anaviy baholashda o'qituvchining subyektiv yondashuvi tufayli aniqlik past bo'lishi mumkinligi ta'kidlanadi. Tadqiqotda KNIME Analytics Platformasi yordamida adaptiv testlar asosida noravshan model qurilib, uning ustida tajribalar o'tkazilgan. Moodle platformasida moslashtirilgan kurslar yaratish va talaba bilim darajasini neyron tarmoq modeli orqali aniqlash imkoniyati ko'rib chiqilgan. Shuningdek, joriy baholash usulining afzallik va kamchiliklari tahlil qilingan.

T.M.Hakimovichning ilmiy maqolasidagi pedagogik tahlil umumiy ta'lim tashkilotini boshqarish funktsiyasi sifatida ko'rib chiqilgan [5]. Menajment sohasidagi tizimli va vaziyatli ishlar tahlil qilingan, so'ngra pedagogik tahlil turlari ko'rib chiqilgan: maqsadli, joriy, uzoq muddatli, dastlabki, operativ, tematik, yakuniy. Yakuniy pedagogik tahlil maktab ichidagi jarayonlarni boshqarishda muhim rol o'ynaydi, uning sifatiga bevosita ta'sir qiladi. Maqolada umumta'lim tashkiloti faoliyatini yakuniy pedagogik tahlil qilishning blok sxemasi tuzilishi batafsil ko'rib chiqilgan, yakuniy pedagogik tahlilning manbalari aniqlangan va unga qo'yiladigan muayyan talablar ko'rsatilgan.

O'zbekiston Respublikasida ham HEMIS onlayn ta'lim platformasining joriy etilishi, amaliy imkoniyatlari hamda duch kelinayotgan muammolar tizimli tahlil qilinib kelinmoqda [6]. Tahlil natijalariga ko'ra, HEMIS tizimi

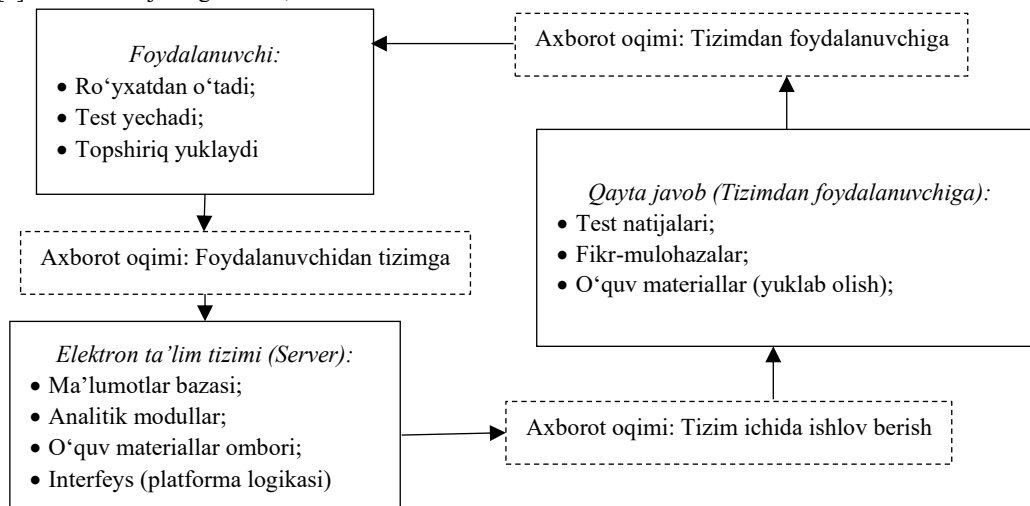
raqamli boshqaruvning muhim vositasi bo'lib, ta'lim jarayonini optimallashtirish, talabalar faoliyati va baholash jarayonlarini avtomatlashtirishda muhim rol o'ynaydi. Biroq, tizimda texnik va metodik jihatdan takomillashtirishga muhtoj bo'lgan tomonlar ham yo'q emas. B.Q.Qodirovning maqolasida masofaviy ta'limni samarali tashkil etishda HEMIS tizimi orqali o'qituvchining roli, mavjud kamchiliklar, shuningdek, tizimni rivojlantirish bo'yicha taklif va tavsiyalar keltirilgan. Tadqiqot natijalari HEMIS tizimining O'zbekiston oliy ta'lim tizimida onlayn ta'limni rivojlantirishdagi strategik ahamiyatini yoritib beradi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Agar axborot oqimi ishonchli tashkil etilmagan bo'lsa, bu turli muammolarga olib keladi: tizim sekin ishlaydi, ma'lumotlar kechikadi yoki yo'qoladi, foydalanuvchi tajribasi yomonlashadi, ta'lim sifati pasayadi. Shu sababli, elektron ta'lim tizimlarining muvaffaqiyatli faoliyati uchun axborot oqimining samarali tashkil etilishi va optimallashtirilishi muhim strategik vazifalardan biri hisoblanadi.

Buning uchun esa axborot texnologiyalari, dasturiy arxitektura, sun'iy intellekt modullari va ma'lumotlar xavfsizligi sohalaridagi yutuqlarni chuqur o'rganish va ta'lim tizimlariga integratsiyalash zarur bo'ladi. Mazkur yondashuv nafaqat mavjud tizimlarni takomillashtirishga, balki foydalanuvchi ehtiyojiga mos, moslashuvchan va aqlli elektron ta'lim muhitini yaratishga xizmat qiladi.

Axborot oqimi – bu foydalanuvchi va tizim orasida hamda tizim ichidagi ma'lumotlar almashinuvi jarayonidir. Elektron ta'lim tizimlarida mavjud axborot oqimlari 1-rasmda keltirilgan.



1-chizma. Elektron ta'lim tizimlarida axborot oqimlari

Ushbu axborot oqimlari o'zaro uyg'un ishlashi uchun ular maxsus algoritmlar asosida tashkil etiladi (1-jadval).

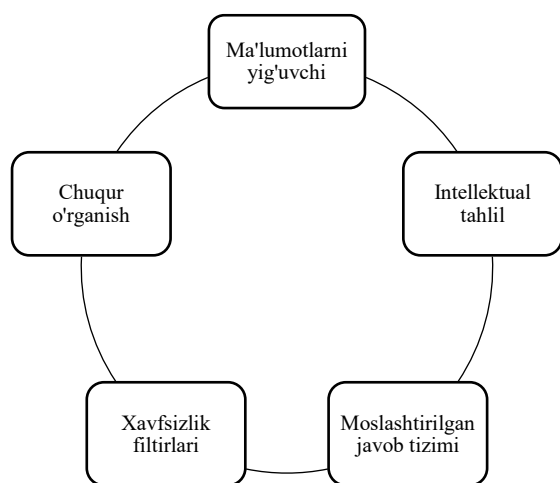
Elektron ta'lim tizimlarida qo'llaniladigan asosiy algoritm turlari

№	Algoritm nomi	Vazifasi
1	Ma'lumotlarni marshrutlash algoritmirlari	Axborot oqimini eng qisqa, tez va ishonchli yo'l orqali kerakli modulga yo'naltiradi
2	Navbatga qo'yish va boshqaruv algoritmirlari	Ko'p foydalanuvchi bir vaqtning o'zida tizimdan foydalanayotganda, ularning so'rovlarini tartibli qayta ishlaydi.
3	Ma'lumotlarni filtrlash va tozalash algoritmirlari	Tizimga tushayotgan yoki saqlanayotgan ma'lumotlar orasidagi keraksiz yoki noto'g'ri axborotni aniqlab, tozalaydi.
4	Avtomatik tahlil va baholash algoritmirlari	Kiruvchi ma'lumotni tahlil qilib, natijalarni hisoblab beradi yoki tavsiyalar ishlab chiqadi.
5	Kesh algoritmirlari	Ko'p takrorlanadigan axborotni vaqtincha xotirada saqlash orqali tizim javobini tezlashtiradi.
6	Xavfsizlik algoritmirlari	Ma'lumotlar oqimini shifrlash, autentifikatsiya qilish va kirish nazoratini ta'minlash.

Tizimli tahlil natijalari quyidagi asosiy muammolarni aniqladi:

- Axborot oqimlarining uzilishlari va kechikishlari (ayniqsa, yuklama yuqori bo'lganda);
- Tizimning modullari o'rtasida muvofiqlik yetishmasligi;
- Ma'lumotlar xavfsizligi va maxfiylikining to'liq ta'minlanmaganligi;
- Moslashtirilgan feedback (fikir-mulohaza) tizimining mavjud emasligi.

Yuqoridagi muammolarga yechim topish maqsadida ko'plab ilmiy izlanish olib borildi va axborot oqimining takomillashtirilgan modeli taqdim etildi (2-chizma):



2-chizma. Axborot oqimining takomillashtirilgan modeli

Zamonaviy elektron ta'lim tizimlarida axborot oqimining uzluksiz va samarali tashkil etilishi uchun maxsus arxitektura va algoritmirlarga asoslangan murakkab model qo'llaniladi. Ushbu modelning asosiy komponentlari yuqorida tasvirlangan bo'lib, ular o'zaro bog'langan holda yagona tizim sifatida ishlaydi. Quyida modelning asosiy tarkibiy qismlari yoritib beriladi.

Birinci komponent – ma'lumotlar yig'uvchi modul bo'lib, u foydalanuvchilardan (talabalar, o'qituvchilar va administratorlar) kirib kelayotgan barcha axborotni qabul qiladi va tartibga soladi. Bu ma'lumotlar turli shaklda bo'lishi mumkin: ro'yxatdan o'tish shakllari, test javoblari,

yuklangan topshiriqlar, fikr-mulohazalar va boshqa foydalanuvchi faoliyatiga oid axborotlar. Modul real vaqtda ishlashga mo'ljallangan bo'lib, ma'lumotlarni oldindan tekshiradi va formatlash funksiyalarini bajaradi.

Keyingi muhim qism – intellektual tahlil moduli bo'lib, u sun'iy intellekt algoritmirlari asosida kiruvchi ma'lumotlarni chuqur tahlil qiladi. Bu modul foydalanuvchi faoliyati, test natijalari va boshqa statistik axborotlar asosida tahliliy xulosalar chiqaradi. Tahlil natijalariga ko'ra foydalanuvchining zaif yoki kuchli tomonlari aniqlanadi, guruh bo'yicha taqqoslashlar amalga oshiriladi va umuman tizimda ta'lim samaradorligi monitoring qilinadi.

Uchinchi komponent – moslashtirilgan javob tizimi, ya'ni feedback tizimidir. Bu modul foydalanuvchiga individual yondashuv asosida javoblar va tavsiyalarni shakllantiradi. Masalan, noto'g'ri yechilgan test savollariga izohli tushuntirishlar, qo'shimcha o'quv resurslari yoki maxsus tavsiya etilgan mashg'ulotlar taqdim etiladi. Bu komponent foydalanuvchining o'quv jarayonida faol bo'lishini ta'minlaydi hamda doimiy rivojlanishga yo'naltiradi.

Modelda axborot xavfsizligini ta'minlash ham muhim o'rinda turadi. Bu vazifa xavfsizlik filtrlari orqali bajariladi. Ular foydalanuvchi ma'lumotlarini shifrlash, tizimga kirishni nazorat qilish, foydalanuvchi rollariga ko'ra ruxsat darajalarini belgilash kabi funksiyalarni bajaradi. Bu qatlam ma'lumotlar maxfiylikini saqlash va axborot oqimi ishonchligini ta'minlashga xizmat qiladi.

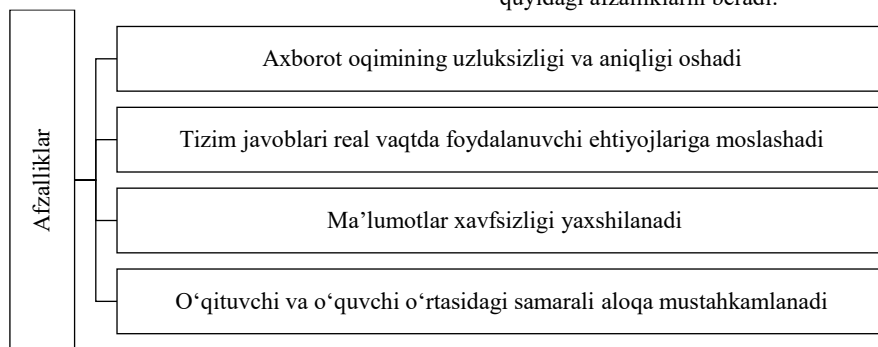
Nihoyat, modelning eng ilg'or va zamonaviy qismi bu – chuqur o'rganish moduli (ing. deep learning recommendation) hisoblanadi. Bu komponent foydalanuvchilarning o'quv faoliyatini tahlil qilib, ular uchun shaxsiylashtirilgan ta'lim yo'nalishlarini taklif etadi. Misol uchun, agar biror talaba muayyan mavzuda qiyinchilikka duch kelayotgan bo'lsa, tizim unga shu mavzuga oid qo'shimcha video darslar, amaliy mashqlar yoki interaktiv materiallarni tavsiya qiladi. Bu modul tavsiyalarni shakllantirishda ilg'or chuqur o'rganish algoritmirlaridan (masalan, neyron tarmoqlar) foydalanadi.

Umuman olganda, mazkur model komponentlari o'zaro muvofiqlashtirilgan holda ishlaydi va foydalanuvchining ehtiyojiga mos, xavfsiz, tahliliy va tavsiyaviy imkoniyatlarga ega bo'lgan ilg'or elektron ta'lim tizimini shakllantiradi. Model real vaqtda axborot oqimini boshqarish, foydalanuvchi faoliyatiga mos kontentni taqdim



etish va tizimdagi ortiqcha yuklamani kamaytirishga xizmat qiladi.

Taklif etilgan model elektron ta'lim platformalarida quyidagi afzalliklarni beradi:



3-chizma. Taklif etilgan modelning elektron ta'lim platformalaridagi afzalliklari

3. Xulosa

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal rivojlanishi, ayniqsa, sun'iy intellekt va raqamli platformalarning keng qo'llanilishi zamonaviy ta'lim tizimlarida tub o'zgarishlarni yuzaga keltirmoqda. Elektron ta'lim tizimlari faqatgina an'anaviy ta'limni almashtiruvchi vosita emas, balki shaxsiylashtirilgan, interaktiv va real vaqtda tahlilga asoslangan ta'lim muhitini yaratish imkonini bermoqda. Bunday tizimlarda axborot oqimining to'g'ri, barqaror va samarali boshqarilishi nafaqat ta'lim mazmuni va sifati, balki butun platformaning ishonchligi, texnik barqarorligi va foydalanuvchi tajribasi uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

Taklif etilgan axborot oqimi modeli bu boradagi amaliy va nazariy muammolarning bartaraf etilishiga xizmat qilishi mumkin. Modelda axborot oqimining barcha bosqichlari – ma'lumotlar yig'ish, tahlil qilish, xavfsiz tarzda saqlash, qayta ishlash va foydalanuvchiga shaxsiylashtirilgan tavsiyalar ko'rinishida taqdim etish algoritmik va funksional jihatdan aniq tartiblangan. Bu yondashuv tizimning umumiy samaradorligini oshiribgina qolmay, foydalanuvchilarning o'quv jarayonidagi ishtirokini faolroq va mazmunliroq qiladi.

Shuningdek, model tarkibidagi intellektual tahlil, moslashtirilgan javob tizimi va chuqur o'rganish algoritmari orqali ta'lim resurslari optimal taqsimlanadi, foydalanuvchining real ehtiyojlari aniqlanadi va unga individual tarzda ta'lim kontenti tavsiya qilinadi. Bu esa axborot texnologiyalarining ta'limga integratsiyalashuvi samaradorligini oshirib, ilg'or pedagogik yondashuvlar bilan texnologik imkoniyatlar o'rtasida mustahkam integratsiyani ta'minlaydi.

Umuman olganda, ishlab chiqilgan model axborot oqimining zamonaviy elektron ta'lim tizimidagi rolini chuqur tahlil etgan holda, tizimni takomillashtirish yo'llarini amaliy asosda ko'rsatib beradi. Bu modelni amaliyotga joriy etish orqali ta'limning sifat ko'rsatkichlarini oshirish, foydalanuvchi qoniqishini ta'minlash hamda innovatsion raqamli ta'lim muhitini shakllantirish imkoniyati yaratiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Hizam, Sheikh Muhammad & Akter, Habiba & Ilham, Sentosa & Ahmed, Waqas. (2021). Digital

competency of educators in the virtual learning environment: A structural equation modeling analysis. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 704. 10.1088/1755-1315/704/1/012023.

[2] Semerikov, Serhiy & Striuk, Andrii. (2024). Proceedings of the 6th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2023). Kryvyi Rih, Ukraine, May 17, 2023.

[3] Revyathi, Anastasia & Tselios, Nikolaos. (2017). Extension of Technology Acceptance Model by using System Usability Scale to assess behavioral intention to use e-learning. 10.13140/RG.2.2.17396.76160.

[4] Shohida Botirboevna Yusupova, Bahrom Yangibayevich Ishmetov, & Sardorbek Zokirjon O'G'Li Davletboyev (2023). LMS MOODLE ELEKTRON TA'LIM TIZIMIDA ADAPTIV TESTLARNI YARATISH VA ULARNI BAHOLASH MODELINI ISHLAB CHIQUISH. Academic research in educational sciences, 4 (3), 128-138.

[5] Hakimovich, T. M. (2023). TA'LIM TIZIMI BOSHQARUVIDA PEDAGOGIK TAHLIL. Gospodarka i Innovatsie., 42, 415-420.

[6] B.Q. Qodirov, N.H. Uzaqov. (2025). SYSTEMATIC ANALYSIS OF OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF ONLINE LEARNING PLATFORMS: A CASE STUDY OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN. Ethiopian International Journal of Multidisciplinary Research, 12(05), 655–659. Retrieved from <https://www.eijmr.org/index.php/eijmr/article/view/3170>

[7] Jalolov, T. S. (2024). OLIY TA'LIMDA AXBOROT MUMKINASINING AHAMIYATI. PSIXOLOGIYA VA SOTSIOLOGIYA ILMIY JURNALI, 2(7), 21-26.

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

Qodirov Bobur / Kodirov Bobur
Axborot texnologiyalari va menejment universiteti "Axborot texnologiyalari" kafedrası dotsenti, p.f.f.d., (PhD), dotsent
E-mail: bqodirovv@icloud.com
Tel.: +998973184223
<https://orcid.org/0009-0003-1914-5410>



Improvement of biological purification technology

G. Rikhsikhodjaeva¹^a, N. Khudayberganova¹^b, Sh. Esanmurodov¹^c,
K. Kuvandikov¹^d

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

This article discusses the current state of the “Dasht” wastewater treatment plant in Karshi, the need for its reconstruction and improvement of biological treatment technologies. As a result of the increase in the population, the construction of new residential areas, industrial enterprises and social facilities, the volume of wastewater is increasing, which is exceeding the maximum capacity of the treatment facilities. Therefore, the issue of introducing biological treatment methods, environmentally safe disinfection of wastewater using high-water grasses (pistia, eichhornia, chlorella) and microorganisms is becoming increasingly important. The possibility of reusing wastewater through deep biological treatment - in industrial cooling systems, for agricultural irrigation - is analyzed. At the same time, the economic efficiency of using purified water in rice cultivation is taken into account. The article substantiates the principle of operation of biological water bodies, their advantages, their contribution to saving water resources and their role in preventing environmental pollution. The article discusses the issues of reconstruction of the aerator of the wastewater treatment plant of the Dasht station in the city of Karshi, improvement of the technology of biological treatment of wastewater and their reuse. The need to develop scientifically based measures to reconstruct the facility and increase its reliability was noted. The objectives, technology and advantages of biological treatment of wastewater, the prospects for cooling equipment at industrial enterprises, and the reuse of purified water for agricultural needs, which will significantly save clean drinking water and technical water, improve the environment, are presented in the article.

Keywords:

Wastewater, biological treatment, water reuse, circulating water system, biological ponds, high-water grasses, industrial wastewater, environmental safety, reconstruction, aeration system

Biologik tozalash texnologiyasini takomillashtirish

Rixsixodjaeva G.¹^a, Xudayberganova N.¹^b, Esanmurodov Sh.¹^c,
Quvondiqov Q.¹^d

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya:

Mazkur maqolada Qarshi shahridagi “Dasht” oqova suvlarini tozalash inshootining hozirgi holati, uni rekonstruksiya qilish va biologik tozalash texnologiyalarini takomillashtirish zarurati yoritilgan. Aholi sonining ortishi, yangi turar-joylar, sanoat korxonalari va ijtimoiy obyektlar qurilishi oqibatida oqova suvlar hajmining ortib borayotgani natijasida tozalash inshootlari maksimal quvvatidan oshib ketmoqda. Shu sababli biologik tozalash usullarini joriy qilish, yuqori suvli o‘tlar (pistiya, eyxorniya, xlorella) va mikroorganizmlar yordamida oqova suvlarni ekologik xavfsiz tarzda zararsizlantirish masalasi dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Oqova suvlarni chuqur biologik tozalash orqali ularni qayta foydalanish – sanoat sovetlash tizimlarida, qishloq xo‘jaligi sug‘orishida ishlatish imkoniyati tahlil qilinadi. Shu bilan birga, tozalangan suvning sholi yetishtirishda qo‘llanishi bo‘yicha iqtisodiy samaradorlik hisobga olingan. Maqolada biologik suv havzalari ishlash prinsipi, ularning afzalliklari, suv resurslarini tejashga qo‘shgan hissasi va atrof-muhit ifloslanishining oldini olishdagi roli asoslab berilgan. Maqolada Qarshi shahridagi “Dasht” stansiyasi oqova suvlarini tozalash inshootining aeratorini rekonstruksiya qilish, oqova suvlarni biologik tozalash texnologiyasini takomillashtirish va ulardan qayta foydalanish masalalari muhokama qilinadi. Ob'ektni rekonstruksiya qilish va uning ishonchligini oshirish bo'yicha ilmiy asoslangan tadbirlarni ishlab chiqish zarurligi qayd etildi. Oqova suvlarni biologik tozalashning maqsadlari, texnologiyasi va afzalliklari, toza ichimlik suvi va texnik suvni sezilarli darajada tejashga, atrof-muhitni yaxshilashga olib keladigan sanoat korxonalarida uskunalarni sovetlash, qishloq xo'jaligi ehtiyojlari uchun tozalangan suvdan qayta foydalanish istiqbollari. maqolada keltirilgan.

Kalit so‘zlar:

Oqova suvlar, biologik tozalash, suvdan qayta foydalanish, aylanma suv tizimi, biologik suv havzalari, yuqori suvli o‘tlar, sanoat suv chiqindilari, ekologik xavfsizlik, rekonstruksiya, aeratsiya tizimi

^a <https://orcid.org/0000-0003-2438-1939>

^b <https://orcid.org/0009-0009-3365-5146>

^c <https://orcid.org/0000-0001-7703-3423>

^d <https://orcid.org/0000-0001-6896-5990>



va atmosfera havosi o'rtasidagi almashinuv oksidlanishning tezlashishiga yordam beradi.

60C havo haroratida biologik hovuzdagi suvni tozalash normal davom etadi. Biologik hovuzlar yozning issiq kunlarida, yuqori haroratlarda suvni yaxshi tozalaydi. Bugungi kunda butun dunyoda oqova suvlar biologik usulda tozalanadi. Chunki oxirgi paytlarda suvning tarkibi ancha o'zgardi.

Biologik suv tozalash hovuzlari o'zlarining kamchiliklariga ega. Bunday hovuzlarda suvni tozalash vaqti iqlimga bog'liq. U 2-3 kundan 2,5-3 oygacha davom etishi mumkin. Butun dunyoda, jumladan, O'zbekistonda ham tabiatning hayot uchun zarur bo'lgan ne'matlaridan biri – suvga bo'lgan ehtiyoj yildan-yilga ortib bormoqda. Shu bois suvdan tejamkorlik bilan foydalanish, uning ifloslanishining oldini olish, sanoat, qishloq xo'jaligi, davlat sektorida foydalaniladigan suvni izchil tozalash dolzarb ahamiyatga ega.[1, 6, 7]

Sanoat korxonalaridan kelayotgan oqova suvlar tabiat va atrof-muhitni ifloslantiradi. Ular turli xil zaharli moddalarni o'z ichiga oladi, masalan, neft, neft mahsulotlari, gaz kondensatlari, fenol, tsiyanid, pestitsid, etilen glikol, dietilen glikol, nitrat ionlari va boshqalar kabi o'ta zaharli moddalar. Aksariyat hollarda ular faqat mikroorganizmlar ta'sirida parchalanishga moyil. Ushbu muammoni hal qilish sanoat korxonalari va kommunal xizmatlardan keladigan oqova suvlar tarkibidan eng faol mikroorganizmlarni ajratish va ularni xalq xo'jaligida qo'llashni o'z ichiga oladi.

So'nggi paytlarda tarkibida ko'plab organik moddalar bo'lgan oqova suvlar biologik tozalanib kelinmoqda. Ayniqsa, kichik shaharlarda bunday maxsus biologik hovuzlardan foydalanish tozalash inshootlarini qurishga sarflangan kapital qo'yilmalarni sezilarli darajada tejash imkonini beradi. Oqova suvlari to'planadigan maxsus hovuzlarda pistiya, eyxorniya, azolla, xlorella kabi baland suv o'tlarini yetishtirish, shuningdek, har xil turlarga mansub mikroorganizmlarni ko'paytirish va o'stirish orqali organik ifloslanishning oldini olish mumkin.

Sholi yetishtirishda biologik tozalangan oqova suvlardan foydalaniladi va har gektardan 50 tsentnerdan hosil olinadi. Vegetatsiya davrida har bir gektar ekin maydoni uchun o'rta 25 ming m³ suv talab qilinishini hisobga olsak, bu usulning samaradorligi ko'p million so'mni tashkil etadi. Bundan tashqari, atrof-muhit ifloslanishining oldi olinadi.

3. Xulosa

Maqolada Qarshi shahridagi "Dasht" stansiyasi oqova suvlarini tozalash inshootining aeratorini rekonstruksiya qilish, oqova suvlarni biologik tozalash texnologiyasini takomillashtirish va ulardan qayta foydalanish masalalari muhokama qilinadi. Ob'ektni rekonstruksiya qilish va uning ishonchlilikini oshirish bo'yicha ilmiy asoslangan tadbirlarni ishlab chiqish zarurligi qayd etildi. Oqova suvlarni biologik tozalashning maqsadlari, texnologiyasi va afzalliklari, toza ichimlik suvi va texnik suvni sezilarli darajada tejashga, atrof-muhitni yaxshilashga olib keladigan sanoat korxonalarida uskunalarni sovutish, qishloq xo'jaligi ehtiyojlari uchun tozalangan suvdan qayta foydalanish istiqbollari. maqolada keltirilgan.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Самойлов В.С., Левадный В.С. Дренаж и очистка сточных вод. СЕРИЯ: "Своими руками" 000 "Аделант", 2009 г., 288 стр.

[2] Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов: - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. - 704 с.

[3] Яковлев С.В., Скирдов И.В., Швецов В.Н. Биологическая очистка производственных сточных вод: -М.: Стройиздат, 1985.

[4] Харламов В.К., Козюлина Е.В. Расчет очистных сооружений сточных вод промышленных предприятий: Учеб. пособие. 2-е изд., доп. и перераб. / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет». – Иваново, 2009.-96 с.

[5] Xodjiddinova M., Rizayev A.N. "Suv kimyosi va mikrobiologiya". Toshkent, 2010 y.

[6] Rustamova Sh.A., Shomansurov S.S. "Suv kimyosi va mikrobiologiya". Mustaqil ishga doir uslubiy ko'rsatmalar. ToshTYMI. 2011 y.

[7] Quvondiqov, Q. (2023). WASHING FILTERS MADE OF LOCAL RAW MATERIALS IN WATER TEMPERATURE 15-20 C. "FAVQULODDA VAZIYATLARNI OLDINI OLISH VA ULARNI BARTARAF ETISH: MUAMMO VA YECHIMLAR" MAVZUSIDAGI RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY ANJUMAN MATERIALLARI TO'PLAMI.

[8] Quvondiqov, Q. (2023). PROMIVKA FILTROV IZ MESTNOVO CIRYA V VODE TEMPERATUROQ 15-20 C. "FAVQULODDA VAZIYATLARNI OLDINI OLISH VA ULARNI BARTARAF ETISH: MUAMMO VA YECHIMLAR" MAVZUSIDAGI RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY ANJUMAN MATERIALLARI TO'PLAMI.

[9] Quvondiqov, Q. (2023). MAHALLIY ASHYOLARDAN TAYYORLANGAN FILTRLARNI 18-22 C HARORATLI SUV YORDAMIDA YUVISH. "FAVQULODDA VAZIYATLARNI OLDINI OLISH VA ULARNI BARTARAF ETISH: MUAMMO VA YECHIMLAR" MAVZUSIDAGI RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY ANJUMAN MATERIALLARI TO'PLAMI.

[10] Quvondiqov, Q. (2023). MANAGEMENT OF REGIMES TAKING INTO ACCOUNT THE DYNAMICS OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF PETROLEUM PRODUCTS AT LOW TEMPERATURES. Zamonaviy fan va ta'lim yangiliklari xalqaro ilmiy jurnal.

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

Rixsixodjaeva
Gulchexra /
Rikhsikhodjaeva
Gulchekhra

Toshkent davlat transport universiteti
"Muhandislik kommunikatsiyalari va
tizimlari" kafedrası dotsenti, t.f.f.d.,
(PhD), dotsent
E-mail: gulchexrarr@gmail.com
Tel.: +998 90 960 62 91
<https://orcid.org/0000-0003-2438-1939>



Xudayberganova
Nagima /
Khudayberganova
Nagima
Toshkent davlat transport universiteti
“Muhandislik kommunikatsiyalari va
tizimlari” kafedrası dotsenti, t.f.f.d.,
(PhD), dotsent
E-mail: khmt90@mail.ru
Tel.: +998 93 587 05 25
<https://orcid.org/0009-0009-3365-5146>

Esanmurodov
Shahbozjon /
Esanmurodov
Shakhbozjon
Toshkent davlat transport universiteti
“Muhandislik kommunikatsiyalari va
tizimlari” kafedrası assistenti
E-mail:
shakhbozjonesanmurodov@gmail.com
Tel.: +998 97 731 94 95
<https://orcid.org/0000-0001-7703-3423>

Quvondiqov
Quvonchbek /
Kuvandikov
Kuvanchbek

Toshkent davlat transport universiteti
“Muhandislik kommunikatsiyalari va
tizimlari” kafedrası assistenti
E-mail:
quvondiqovqamar@gmail.com
Tel.: +998 77 009 64 69
<https://orcid.org/0000-0001-6896-5990>



Characteristic defects of structures encountered on highway bridges in the republic of Karakalpakstan

M.Kh. Miralimov¹^a, Sh.B. Akhmedov¹^b, B.M. Mukhitdinov¹^c, A.A. Menglibaev¹^d

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article covers the causes of damage and defects in bridge structures located in the Republic of Karakalpakstan, their origin, requirements for bridges, and the scientific basis for the use of composite-type gabion structures in protection from other external factors, and the purpose of this article is to review innovations in the field of bridge construction, to describe advanced materials and structural solutions. Therefore, the use of structures made on the basis of natural and artificial materials for the protection of such structures is relevant. Possibility of sustainability, environmental safety with the help of gabions. Highly effective and universal methods and solutions for strengthening, stabilizing, and protecting slopes and the operated earthwork of highways using gabion structures, bridge cones, bridge supports, regulating dams, embankments, and other structures are described.

Keywords: bridge, materials, structures, structural solutions. gabion structures, composite material, bridge structures, waterproofing, concrete, reinforced concrete

Qoraqalpog'iston respublikasidagi avtomobil yo'llari ko'priklarida uchraydigan konstruksiyalarning xarakterli nuqsonlari

Miralimov M.X.¹^a, Axmedov Sh.B.¹^b, Muxitdinov B.M.¹^c, Menglibaev A.A.¹^d

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Bu maqolada Qoraqalpog'iston Respublikasida joylashgan ko'prik inshootlaridagi uchrayotgan shikastlanish va nuqsaonlar, ularning kelib chiqishi, ko'priklarga qo'yiladigan talablar va boshqa tashqi omillardan himoya qilishda kompozit turdagi gabion konstruksiyalarni qo'llashning ilmiy asoslari yoritilgan va ushbu maqolaning maqsadi ko'priksozlik sohasidagi innovatsiyalarni ko'rib chiqish, ilg'or materiallar va konstruktiv yechimlarni tavsiflashdan iborat. suv toshqinlari, yer ko'chishi, daryo bo'ylarida joylashgan ko'prik tayanch qismlari turli eroziya va gidrotexnik bosimlarga duchor bo'ladi. Shu bois, bunday inshootlarni himoyalashda tabiiy va sun'iy materiallar asosida tayyorlangan konstruksiyalardan foydalanish dolzarb hisoblanadi. Gabionlar yordamida barqarorlik, ekologik xavfsizlik imkoniyati. Gabion konstruksiyalarni qo'llash orqali qiyaliklarni mustahkamlash va avtomobil yo'llarining ekspluatatsiya qilinayotgan yer polotnosini, ko'prik osti konuslarini, ko'prik tayanchlarini, tartibga soluvchi dambalarni, qirg'oq va boshqa inshootlarni mustahkamlash, barqarorlashtirish va himoya qilishning yuqori samarali va universal usullari va yechimlar haqida aytilib o'tilgan.

Kalit so'zlar: ko'prik, materiallar, konstruksiyalar, konstruktiv yechimlar. gabion konstruksiyalar, kompozit material, ko'prik inshootlar, gidrozolyatsiya, beton, temirbeton

1. Kirish

Ko'prik qurilishi nafaqat texnik faoliyat, balki yangi materiallar va texnologiyalarni ishlab chiqishga qaratilgan ilmiy faoliyat hamdir. Ko'priklarni qurish, rekonstruksiya qilish va ta'mirlash qurilish ishlarining eng murakkab turlaridan biridir. Ko'pgina ko'priklar shahar me'morchiligiga allaqachon kirib kelgan muhandislik tafakkuri yodgorliklaridir. Ko'priklar qurilishi joyning o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda amalga oshiriladi va tuproqning o'ziga xos xususiyatlarini, tayanchlarga tushadigan yuklarni va boshqa ko'p narsalarni hisobga oladigan murakkab hisob-kitoblarni talab qiladi.

Bundan tashqari, harakat jadalligi va tashqi omillar ta'sirini ham hisobga olish lozim.

Uzoq muddatli ekspluatatsiya jarayonida ko'prik konstruksiyalarining yuk ko'taruvchi konstruksiyalarida loyihadan yuqori doimiy va vaqtinchalik yuklarning ta'siri, salbiy atmosfera ta'siri, mexanik shikastlanishlar va boshqalar ta'sirida turli nuqsonlar va shikastlanishlar paydo bo'ladi. Shu bilan birga, sezilarli darajada yuklangan yupqa devorli plita-balka tizimlari eng katta yemirilishga duchor bo'ladi.

O'zbekiston Respublikasida yildan yilga ko'proq ko'priklar yaroqsiz holga kelmoqda yoki vayron bo'lmoqda. Ko'plab ko'priklar va boshqa ko'plab sun'iy inshootlar allaqachon eskirgan, ularni ta'mirlash va qurish ishlari olib borilmoqda. Ushbu maqolada ko'priklar qurilishining

^a <https://orcid.org/0000-0003-2530-5516>

^b <https://orcid.org/0000-0002-2926-7185>

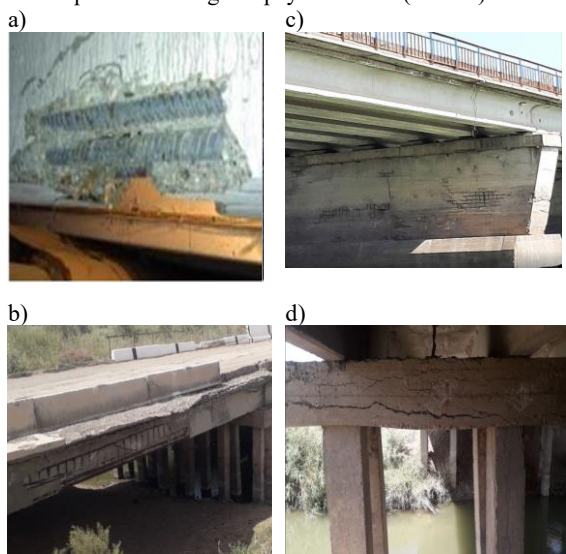
^c <https://orcid.org/0009-0002-8924-3502>

^d <https://orcid.org/0009-0007-1992-2178>



zamonaviy texnologiyalari, ko'priksizlik sohasidagi innovatsiyalar ko'rib chiqiladi, ko'priksizlikda qo'llaniladigan ilg'or materiallar va konstruktiv yechimlar tavsiflanadi.

Qoraqalpog'iston Respublikasi iqlimi keskin kontinental bo'lib yozda juda issiq qishda esa juda sovuq bo'ladi. Bu esa albatta temir-beton konstruksiyaga o'z ta'sirini o'tkazmagan qo'ymaydi. Qoraqalpog'iston Respublikasi hududida umumiy 1500 dan ortiq ko'priklar mavjud bo'lib, ularning ko'pchiligi o'tgan asrning 70-80 yillarda qurilgan bo'lib ularning aksariyati shikastlangan va ta'mirlanish ahvolda. Uzoq muddatli ekspluatatsiya jarayonida, shuningdek, loyihalash va qurishda yo'l qo'yilgan xatolar natijasida ko'priklarning yuk ko'taruvchi konstruksiyalarida deformatsiyalar yuzaga keladi, yoriqlar va boshqa buzilish belgilari paydo bo'ladi (1-rasm).

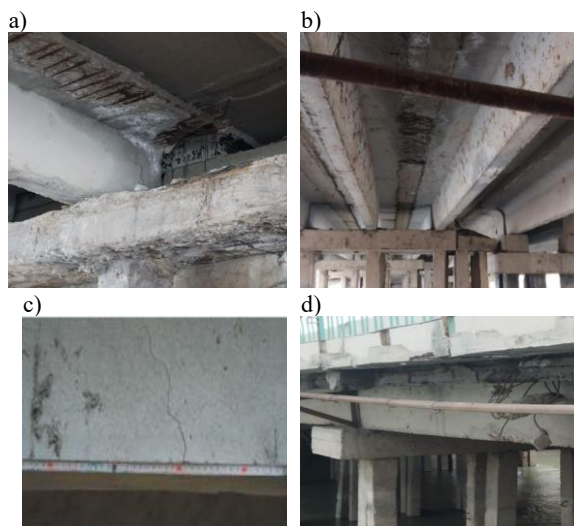


1-rasm. a-b) mexanik shikastlanish natijasida temir-beton balka armaturalarining ochilib qolishi, c) temir-beton tayanchdagi bo'shliqlar, d) ustunli monolit poydevorning tayanch qismlari shikastlanishi

2. Tadqiqot metodologiyasi

Konstruksiyalarning qoniqsiz holati oxir-oqibat favqulodda holatga, ayniqsa og'ir holatlarda, strukturaning buzilishiga olib keladi. Tuzilmalarda individual chuqur yoriqlar paydo bo'lishi, tashvishga sabab bo'ladi. Va agar strukturaning butun balandligi bo'ylab yoriqlar paydo bo'lsa, poydevor bilan tayanch qismlarining bo'rtib chiqishi va egriligi kuzatilsa, bu jiddiy muammolar hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda intensiv ekspluatatsiya davrida mavjud nuqsonli yuk ko'taruvchi tuzilmalar bilan ko'priklar konstruksiyalarining xavfsiz ishlashini ta'minlash muammosi juda muhim (2-rasm). Shunga o'xshash sharoitlarda ko'plab sanoat korxonalarining texnologik yo'nalishlarida uzoq vaqtdan beri ekspluatatsiya qilingan turli maqsadlar uchun transport yo'l o'tkazgichlarining temir-beton to'sinli konstruksiyalari mavjud. Oraliq qurilmalardagi yoriqlar texnologik bo'lishi mumkin, ular konstruksiyalarni ishlab chiqarishda, haroratning qisqarishi yoki tashqi yuklardan kuchli yoriqlar paydo bo'lishi mumkin. Texnologik va harorat qisqaruvchi yoriqlarning katta qismi kichik chuqurlikka ega [3].



2-rasm. a) ishchi armaturaning korroziyaga uchrashi natijasida betonning himoya qatlamini yemirilishi; b) balkaning kuchlanish zonasida paydo bo'ladigan yoriqlar c) tsement tashining yuvilishi; d) betonning sovuq ta'sirida buzilishi

Ko'priklar inshootlarining temir-beton

konstruksiyalaridagi nuqsonlari va shikastlanishi

Kamroq kuzatiladigan boshqa bir guruh yoriqlar kuch ta'sirida kelib chiqadi, masalan, oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarni ishlab chiqarishda yangi betonni oldindan zo'riqtirilgan armatura bilan haddan tashqari siqish natijasida yuzaga keladi yoki ekspluatatsiya davrida og'ir harakatlanuvchi yuklardan tushadigan kuchlar natijasida paydo bo'ladi.

Temir-beton ko'priklarning oraliq qurilmalaridagi nuqsonlar va shikastlanishlar

Nuqsonlar va shikastlanishlar bilan bog'liq bo'lmagan kamchiliklar guruhiga ma'naviy eskirishni misol qilib aytishimiz mumkin, ya'ni loyihada belgilangan ba'zi ko'rsatkichlarning zamonaviy me'yoriy hujjatlar bilan (o'lchovlar, loyihaviy yuk ko'tarish qobiliyati, himoya to'sinlari uchun talablar, ko'plab hisobiy mezonlari, talablari va boshqalar).

Asosiy yo'nalishlarga tegishli yo'llarda joylashgan barcha ekspluatatsiya qilinayotgan ko'priklarning yuk ko'tarish qobiliyati nazoratsiz rejimda talablarga javob beradigan transport vositalarining xavfsiz o'tishini ta'minlaydigan darajada bo'lishi kerak.



b)



3-rasm. Ko'prik osti suv tas'irida yuvilishi natijasida tayanchlarning havf ostida qolishi

Daryolar ta'sirida qirg'oqni himoyalash inshootlari yuvilishi, ko'prik osti konuslarining buzilishi holatlarini ko'rishimiz mumkin. Qirg'oq himoyalash inshootlari daryo oqimi rejimiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi va, avvalo, qirg'oqlarni yuvilishdan saqlash, suv oqimining qiyalikka ta'sirini yengillashtirish, qiyalikka barqarorlik berish, sel oqimlari ta'sirida daryo o'zanining buzilishini oldini olish, sel oqimining pasayishini to'xtatish uchun zarur hisoblanadi. Qirg'oqni mustahkamlash inshootlari himoya qilinayotgan qirg'oq yaqinidagi suv sathining butun o'zgarish oralig'ida yoki ko'pincha toshqinlar ostida qoladigan qirg'oqlarning butun balandligi bo'ylab quriladi. Ayirim holatlarda ko'p yillar davomidagi suv oqimi va qarovsiz qolishi natijasida qirg'oqni himoyalash inshootlari yuvilishiga olib kelmoqda.(3-rasm)

Yuqorida keltirib o'tilgan nuqsonlar o'z vaqtida bartaraf etilmasa bu ko'prik inshootlarining xizmat davri kamayib borishi va vaqt o'tishi natijasida hattoki avariya holatlariga tushib qulashi mumkin. Shuning uchun bu muammolarni o'z vaqtida bartaraf etish kerak:

Oraliq qurilmalardagi yoriqlar, ular konstruksiyalarni ishlab chiqarishda, haroratning qisqarishi yoki tashqi yuklardan kuchli yoriqlar paydo bo'ladi. Bu muammolar o'ziga xos maxsus yo'llar bilan bartaraf etiladi. Gidrozolyatsiya inshootlarining yaxshi ishlamasligi oqibatida ham suv ta'sirida oraliq qurilmalar yemirilishi holatlari ko'p kuzatiladi shu sababdan ko'prik polotnosini ya'ni himoya qatlami va gidrozolyatsiyani keyingi zamonaviy texnologiyalar asosida ta'mirlash talab etiladi. Gidrozolyatsiya qatlami ko'prik polotnosi tarkibiga kiritiladi, bunda uning o'zi himoya va tekislovchi qatlamlar bilan yemirilishdan himoyalanaadi.

Ilgari asosiy gidrozolyatsiya materiallari shisha mato bilan mustahkamlangan bitum mastikasi va gidrostikloizol edi. Ko'pincha mastika o'rniga mo'rtlik harorati +5 - 12°C bo'lgan qurilish bitumlari ishlatilgan, ular bir-ikki yil ichida allaqachon yoriqlar hosil qilgan. Hozir ko'prik inshootlarini qurish va rekonstruksiya qilishda oraliq qurilmalarni izolyatsiyalash uchun maxsus yaratilgan materiallardan foydalanilmoqda. Zamonaviy gidrozolyatsiya materiali quyidagi talablarga javob berishi kerak: dinamik yuklar ta'siriga chidamlilik, past harorat ta'siriga chidamlilik, asosga yuqori yopishqoqlik, tuzlar va moylar ta'siriga kimyoviy chidamlilik.

Temirbeton oraliq qurilmalarni izolyatsiyalash uchun ishlatiladigan progressiv mahalliy materiallar qatoriga o'ramli bitum-polimer eritib qoplanadigan gidrozolyatsiya materiallari kiradi: izoplast, izoelast, ko'prik plast (va uning modifikatsiyalari -ko'prik plast va texno-elastik). Ko'prik plastmassa harorat -40° C dan past bo'lgan hududlarda

muvaqqiyatli qo'llanilishi mumkin [6,7]. Ko'prik plastmassa ko'ndalang yukning statik ta'siriga chidamliligi (siqilishi) va mutlaq suv o'tkazmasligi bo'yicha yuqori ko'rsatkichlarga ega.

Ko'prik osti konuslari mustahkamlagichlarining konstruksiyalari ko'pincha toshqinlar ta'siri bilan bog'liq noqulay va noqulay sharoitlarda o'z vazifalarini bajarishga majbur bo'ladi. Ushbu sharoitlarda inshootlarning ishlashi va saqlanishini ta'minlash uchun bir qator namunaviy konstruktiv yechimlar ishlab chiqilgan bo'lib, ularning asosida qutisimon va silindrsimon turdagi gabion konstruksiyalar yotadi.

Yig'ma beton va temir-beton plitalarni qo'llashdan iborat bo'lgan mustahkamlashning mavjud usullari, loyihalash bosqichidayoq maxsus talablar mavjudligi (qimmatbaho kimyoviy qo'shimchalardan foydalanish, betonning plastikligi va mustahkamligi bo'yicha yuqori markalari), beton va temir-beton buyumlarni ishlab chiqish, tashish va o'rnatish bilan bog'liq ishlarning yuqori narxi va mehnat sarfi tufayli har doim ham maqsadga muvofiq va samarali bo'lavermaydi[8]. Ushbu omillar gabion konstruksiyalarni qo'llash imkoniyatlarini o'rganishga sezilarli ta'sir ko'rsatdi, natijada ularning an'anaviy usullarga nisbatan asosiy afzalliklari aniqlandi. Gabion to'rlar korroziyaga uchramaydi, yuqori mustahkamlikka ega va shu bilan birga ularning ishlashini ta'minlash uchun ko'p mehnat va mablag' talab qilmaydi.



4-rasm. Ko'prik osti konuslarini gabion konstruksiyalar bilan mustahkamlash

Gabion konstruksiyalar yo'l-ko'prik qurilishi sohasida inshootlarni barpo etishda, xususan, ko'prik osti konuslarini mustahkamlashda ham samarali hisoblanadi. Ularni asosiy vazifasi yuklarni va ular bilan bog'liq jarayonlar hamda hodisalarni idrok etish bo'lgan mas'ul inshootlar qatoriga kiritish lozim. Ushbu konstruksiyalarning barqarorligi ko'priklar va yo'l poyining asosiy konstruktiv elementlarining saqlanishini belgilaydi, shuningdek, butun foydalanish davrida ishlash ishonchligini ta'minlaydi.

3. Xulosa

Qurilish infratuzilmasining hozirgi holatini tahlil qiladigan bo'lsak Qoraqalpog'iston Respublikasi hududidagi ko'pchilik ko'priklar ma'naviy eskirgan va ta'mir talab ahvolda va bu bizga ko'prik inshootlarining infratuzilma ob'ektlari uchun muhandislik yechimlarini rivojlantirish ularning ma'naviy va jismoniy eskirish tufayli ko'priklar oldiga og'irlikni cheklovchi belgilardan tashqari ko'priklarning ishdan chiqishiga yo'l qo'ymaslik uchun mustahkamligini oshirishga qaratilgan muhandislik yechim



ishlab chiqish kerak va o'z vaqtida diagnostika ishlari olib bo'rilib shikastnaishlar oldi olinishi hamda ularni bartaraf etishda zamonaviy materiallar va usullardan foydalanish zarur degan xulosaga kelishga imkon beradi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Стражников, А. М. Мониторинг технического состояния жилых зданий. Опыт городов и регионов / А. М. Стражников, А. Г. Ройтман. – М : Высшая школа, 2000. – 9 с.

[2] Диагностика мостовых сооружений. Учебное пособие. И.Г. Овчинников, В.И. Кононович, О.Н. Распоров, И.И. Овчинников, Саратов, Изд-во Саратов. Гос. Техн. ун-та., 2003, - 181 с.

[3] Определения грузоподъемности железобетонных и сталежелезобетонных балочных пролетных строений автодорожных мостов. Пособие П2-200 к СНиП 3.06.07-86. –Мн., 2000, -295с

[4] kruz.uz internet sayti

[5] Перевозников Б. Ф. Автомобильные дороги. Дорожно-мостовые габионные конструкции и сооружения. Обзорная информация. Выпуск 2 / Б.Ф. Перевозников, В.Л. Селиверстов. – Информавтордор, 2001

[6] Kostinsky V. A. Gidroizoljacija transportnyh sooruzhenij [Waterproofing of transport constructions]. URL: gpsm.narod.ru/Publications/Gidroizol.htm

[7] Yang Z.J., Li Q., Xu G., Hulsey J.L. Seasonal freezing effects on the dynamic behavior of highway bridges. Geotechnical Special Publication 2010 GeoShanghai International Conference - Soil Dynamics and Earthquake Engineering. Proceedings of the 2010 GeoShanghai International Conference" Shanghai, 2010. pp. 162-168. 5.

[8] О.М. Преснов, В.А. Базитов, К.Д. Чуричев, И.С. Красов. Габионные конструкции. Области применения. — Системные технологии. — 2021. — № 41. — С. 72—76.

[9] Методические рекомендации по применению габионных конструкций в дорожно-мостовом строительстве. Под общ. ред. Б.Ф. Перевозникова / ООО «Организатор». ФГУП «Союздорпроект». М.: 2001-267 С.

[10] Выбор и основание методов берегоукрепления / А. Ю. Прокопов, В. А. Лебидко // Известия РГСУ. – 2015. – №19. — С. 45-46.

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

Miralimov Tashkent davlat transport universiteti
Mirzohid / "Avtomobil yo'llaridagi su'niy
Miralimov inshootlar" kafedrasida dotsenti, t.f.d.
Mirzohid <https://orcid.org/0000-0003-2530-5516>

Axmedov Tashkent davlat transport universiteti
Sherzod / "Avtomobil yo'llaridagi su'niy
Akhmedov inshootlar" kafedrasida dotsenti, PhD
Sherzod <https://orcid.org/0000-0002-2926-7185>

Muxitdinov Tashkent davlat transport universiteti
Begis / "Avtomobil yo'llaridagi su'niy
Mukhitdinov inshootlar" kafedrasida tayanch
Begis doktoranti
E-mail: ibrahimovich_11@mail.ru
Tel.: +998906541899
<https://orcid.org/0009-0002-8924-3502>

Menglibaev Tashkent davlat transport universiteti,
Aybek / Ko'priklar, tonnellar va yo'l
Menglibaev o'tkazgichlar qurilishi yo'nalishi
Aybek magistranti
Tel: +998 90 117 41 38
<https://orcid.org/0009-0007-1992-2178>



Biomechanical approach to improving safety of working conditions at non-stationary workplaces in railway transport (on the example of the workplace of train components)

Kh.M. Kamilov¹ 

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The article thoroughly examines the work activities of train compilers working in non-stationary workplaces within the railway transport system, the ergonomic safety conditions, and the impact of professional factors. In particular, the actions of train compilers related to the stairs and railcar handles, static and dynamic loads, and the anthropometric and biomechanical inconveniences they encounter during the work process were analyzed. In accordance with the current standards OST 24.050.67-87 and GOST 12.2.049-80, the design shortcomings of wagon handles, in particular, ergonomic inconveniences during reliable hand gripping, and shortcomings in protection against slippage and thermal effects, have been substantiated. Based on the research results, the need to redesign the handles based on ergonomic biomechanics requirements to ensure safe and efficient work for train assemblers has been substantiated.

Keywords:

train components, wagon ladder, handle, anthropometry, biomechanical

Temir yo'l transportida turg'un bo'lmagan ish o'rinlarining mehnat sharoitlari xavfsizligini oshirishda biomexanik yondashuv (poyezd tuzuvchilar ish o'rni misolida)

Kamilov X.M.¹ 

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Maqolada temir yo'l transporti tizimidagi turg'un bo'lmagan ish o'rinlarida faoliyat yurituvchi poyezd tuzuvchilarning mehnat faoliyati, ergonomik xavfsizlik sharoitlari va kasbiy omillar ta'siri chuqur o'rganilgan. Xususan, poyezd tuzuvchilarning vagon zinapoyalari va tutqichlar bilan bog'liq harakatlari, ish jarayonida duch keladigan statik va dinamik yuklamalar, antropometrik va biomexanik noqulayliklar tahlil etilgan. Amaldagi OST 24.050.67-87 va GOST 12.2.049-80 me'yorlariga muvofiq vagon tutqichlarining konstruktiv kamchiliklari, xususan, qo'l bilan ishonchli ushlashdagi ergonomik noqulayliklar, sirpanish va issiqlik ta'siridan himoyalashdagi yetishmovchiliklar asoslab berilgan. Tadqiqot natijalari asosida poyezd tuzuvchilarning xavfsiz va samarali mehnatini ta'minlash uchun tutqichlarni ergonomik biomexanika talablari asosida qayta loyihalash zarurati keltirib o'tilgan.

Kalit so'zlar:

poyezd tuzuvchi, vagon zinapoyasi, tutqich, antropometriya, biomexanik

1. Kirish

Temir yo'l transporti har qanday mamlakat iqtisodiy infratuzilmasining ajralmas va strategik jihatdan muhim tarmog'i hisoblanadi. So'nggi yillarda kuzatilayotgan barqaror iqtisodiy o'sish hamda xalqaro miqyosda tovarlar ayirboshlash hajmining ortib borishi temir yo'l transportiga bo'lgan ehtiyoj va yuk tashish talabining sezilarli darajada oshishiga olib kelmoqda. Ushbu tizim orqali yuk va yo'lovchi tashishni samarali tashkil etish, poezdlar harakati xavfsizligini ta'minlash va transport operatsiyalarining uzluksiz ishlashini kafolatlashda turg'un bo'lmagan ish o'rinlarida mehnat faoliyatini olib boruvchi mutaxassislarning roli alohida ahamiyat kasb etadi. Bu turdagi ish o'rinlarida band bo'lgan xodimlarning faoliyati temir yo'l transporti tizimining uzluksiz ishlashi, texnologik jarayonlarning muvofiqligi va xavfsizlik talablariga rioya

etilishi uchun zarur bo'lgan asosiy inson omili sifatida qaraladi.

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2014-yildagi 15-sentabrdagi "Xodimlar mehnatini muhofaza qilish chora-tadbirlarini yanada takomillashtirish to'g'risida" 263-son qarori bilan tasdiqlangan "Ish o'rinlarini mehnat sharoitlari va asbob-uskunalarining jarohatlash xavfliligi yuzasidan attestatsiyadan o'tkazish tartibi to'g'risida"gi Nizomida keltirilgan asosiy tushunchalarga muvofiq turg'un bo'lmagan ish o'rinlari bu hududiy o'zgarib turadigan ish zonalaridagi ish o'rinlari, bunda bir yoki bir necha xodimlar xususiyatiga ko'ra o'xshash ish yoki operatsiyani bajaradigan ishlab chiqarishning zarur vositalari bilan jihozlangan ish o'rining bir qismi ish zonasi deb hisoblanishi keltirilgan. Shunga ko'ra, temir yo'l transporti orqali tashish jarayonini tashkil etish va poezdlar harakati xavfsizligini ta'minlashda poyezd tuzuvchilarni xizmati o'ta muhim o'ringa ega [1].

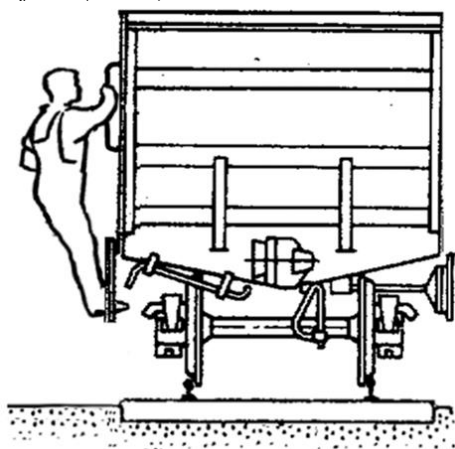
 <https://orcid.org/0009-0009-2998-3964>



Lavozim vazifasi talablaridan kelib chiqqan holda poyezd tuzuvchilari o'z faoliyati davomida manyovr ishlarini bajarayotgan lokomotiv harakatini boshqarish, manyovr ishlarida ishtirok etayotgan ishchilarning to'g'ri joylashishi va harakatlarining muvofiqlashtirilishini ta'minlash, temir yo'lda harakatlanuvchi tarkiblarni (vagon guruhlarini) tarqatish va shakllantirish bo'yicha manyovr ishlarini amalga oshirish; vagonlarni poyezdlarga tirkash va ajratish, vagonlarni yuk ortish-tushirish va boshqa maxsus yo'llarga kiritish hamda bu yo'llardan olib chiqish, vagonlar va tarkiblarni bir yo'ldan boshqasiga, bir parkdan boshqasiga o'tkazish, poyezdning avtomatik tormoz tizimini sinab ko'rishda ishtirok etish, temir yo'l stansiyasi yo'llarida tarkiblar va vagonlarni mahkamlash uchun tormoz boshmoqlarini joylashtirish (olish), manyovr ishlarini bajarish paytida xizmat ko'rsatilmaydigan markazlashmagan strelkali o'tkazgichni boshqarish, saralash tepaligidan tarkiblarni tarqatishda vagonlarni ajratish jarayonlari bilan shug'ullanadi [2].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Poyezd tuzuvchisining ishi bir qator kasbiy omillarning (noqulay meteorologik sharoitlar, shovqin, tebranish, past yorug'lik, jismoniy og'irlik, ruhiy zo'riqish va boshqalar) ta'siri bilan bog'liq. Poyezd tuzuvchisining mehnat jarayoni davomida olib boradigan ish faoliyati og'ir mehnatga kiradi. Ular smena davomida tik turgan holatda poyezdlarni shakllantirishda ko'plab masofani (shu bilan birga qishda kiyim-kechak va jihozlarning og'irligi bilan) bosib o'tadilar, balandligi 0,7-1,0 metrgacha bo'lgan vagon zinapoyasiga smena davomida juda ko'p marotaba chiqib tushadi. Dinamik ishdan tashqari ularning mehnat faoliyatida katta statik yuklama ham mavjud. Bunga vagon zinapoyasida manevr ishlarini bajarayotganda tutqichni ushlab tik turgan holatdagi tana og'irligini ushlab turishi va avtotirkamalarni ajratishda kuch sarflashi kiradi. Ko'p hollarda u vagon zinapoyasi pog'onasiga tayanib, qo'llari bilan tutqichni ushlab osilib turishiga to'g'ri keladi. Amaliyotda tez-tez uchraydigan vagon zinapoyasining qiyalik burchagida vaziyat yanada murakkablashadi. Bunday holatda poyezd tuzuvchisining o'z tanasi, maxsus kiyimi, signal va aloqa vositalarining asosiy og'irligi uning qo'llari yordamida vagonda ushlab turiladi. Signal berish paytida esa (ratsiya, bayroqcha yoki hushtak orqali) bu vazifani faqat bir qo'li bilan bajaradi (1-rasm).



1-rasm. Poyezd tuzuvchining mehnat jarayonini olib borishdagi holati

Ma'lumki, temir yo'lda harakatlanuvchi tarkibni ishlab chiqaruvchi zavodlar OST 24.050.67-87 "Yuk vagonlarining narvonlari, zinapoyalari va tutqichlari. O'lchamlar va umumiy texnik talablar" [3]ga muvofiq, belgilangan tartibda konstruktorlik hujjatlari asosida ularni tayyorlaydi. OST 24.050.67-87ga ko'ra, vagonlarning narvonlari, zinapoyalari va tutqichlarining konstruksiyalarini manevr, ortish-tushirish ishlarida, vagonlarga texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlashda xizmat ko'rsatuvchi xodimlarning xavfsiz mehnat sharoitlarini ta'minlaydigan tarzda ishlab chiqishni talab qiladi, asosiy turdagi vagonlarning ushbu konstruktiv elementlarining majburiy nomenklaturasini, ularning maqsadi va joylashuvini belgilaydi.

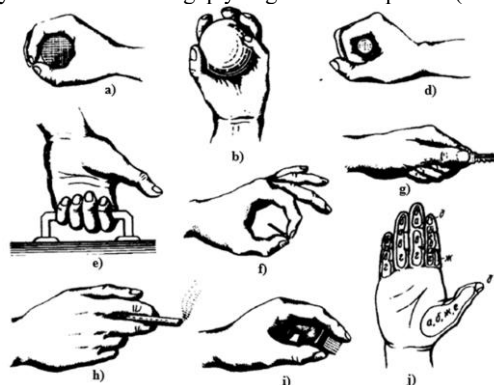
Hozirgi vaqtda temir yo'l tarmog'ida ishlatilayotgan ko'plab vagonlar poyezd tuzuvchilarining mehnat xavfsizligiga ta'sir qiluvchi konstruktiv (tutqichlar ushlab turish uchun noqulay, vagonlardagi zinapoyalar juda baland hamda g'ildirakka bevosita yaqin joylashgan) kamchiliklarga ega. OST 24.050.67-87ga asosan [3], poyezd tuzuvchisi foydalanadigan vagon tutqichi quyma dumaloq shaklda, butun uzunlik bo'ylab bir xil diametrlilik ishchi qismdan iborat bo'ladi (2-rasm).



2-rasm. Poyezd tuzuvchisining vagon tutqichini ushlab turish holati

Tutqichlardan foydalanayotganda uni to'g'ri ushlab turish muhim ahamiyatga ega. Ushlab turish usullarining bir necha tasnifi mavjud. Byusse [4] tasnifiga ko'ra, bu usullar mexanizmlarga o'xshashligi bo'yicha 6 ta asosiy toifaga bo'linadi. Olib borilgan [5] tadqiqotlarda 9 turdagi ushlab turish usuli taklif etilgan. 12 va undan ortiq turdagi ushlab turishlardan foydalangan ilmiy ishlar ham bor. Eng sodda holatda barcha ushlab turishning ikki guruhga ajratiladi: kuch ishlatadigan va aniqlikka asoslangan [6].

Amaliy nuqtayi nazardan qulay tasnif I. Matev va S. Bankov tomonidan taklif etilgan bo'lib, ushbu tasnif bo'yicha ushlab turishlarning quyidagi turlari farqlanadi (3-rasm).



3-rasm. Ushlab turish usullari:

a – silindrsimon; b – sferasimon; d – mushtlab; e – ilmoqli; f – barmoq uchlarida; g – kalitli; h – qaychisimon; i – palmar (kaft); j – har xil turdagi ushlab turishlarda kaftning kontakt zonallari

Keltirilgan ushlarish usullari tutqichlarni ushlarishning barcha mumkin bo'lgan usullarini to'liq qamrab olmaydi. Turli buyumlarni ushlab turish va ulardan foydalanish bo'yicha olib borilgan tajribalarda quyma dumaloq shakldagi tutqichlarni mushtlab ushlarish [6] qo'l bilan ishonchli va qulay ushlarishni ta'minlamasligi, ayniqsa nam, sovuq sharoitlarda yoki qo'lqop kiyilganda qo'lning sirpanishini oldini olishda samarasiz hisoblanishi, shuningdek, issiq sharoitlarda qo'l terisida kuyish xavfini yuzaga keltirishi ta'kidlangan. Bu esa kasbiy faoliyat samaradorligini pasaytiradi hamda charchoqni kuchaytiradi.

3. Xulosa

GOST 12.2.049-80 "Ishlab chiqarish uskunalari, umumiy ergonomik talablar" [7] bo'yicha ish joyini rejalashtirish xodimni ayrim harakatlardan ozod qilishi, qulay bo'lishi va uning antropometrik ma'lumotlarini hisobga olishi kerak. Biroq, eng oddiy holatlarda, hatto vagon tutqichini ushlab turishi poyezd tuzuvchisiga noqulaylik tug'dirishi mumkin. Shunday bo'lsa-da, yangi harakatlanuvchi tarkibni loyihalash va ishlab chiqarish bosqichlarida poyezd tuzuvchilarining mehnat sharoitlarini sanitar-gigiyenik qoidalar va me'yorlar talablariga to'liq mosligini ta'minlash yuzasidan ish joyini ergonomik biomexanika qonuniyatlari asosida ishlab chiqish e'tibordan chetda qolmoqda. Shu sababli, poyezd tuzuvchilar mehnat faoliyatida foydalaniladigan tutqichlarni loyihalashda ularning konstruktiv shakliga, shuningdek, yuqori harorat sharoitida foydalanish imkoniyatini ta'minlashiga alohida e'tibor qaratilishi lozim.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2014-yildagi 15-sentabrdagi "Xodimlar mehnatini muhofaza qilish chora-tadbirlarini yanada takomillashtirish to'g'risida" 263-son qarori.

[2] Kamilov, X.M. Temir yo'l transportida turg'un bo'lmagan ish o'rinlarida faoliyat yurituvchi xodimlarga fibrogen ta'sirga ega aerozollar ta'sirini baholash / X.M. Kamilov // Journal of Transport. — march, 2025, volume 2, issue 1.

[3] Лестницы, подножки и поручни грузовых вагонов. Размеры и общие технические требования: ОСТ 24.050.67-87.- Введ. .- М.: Изд-во стандартов, 1987. - с.

[4] Бюиссе С. Позы и движения // Физиология труда. М.: Медицина, 1973. С. 37—124.

[5] Roebuck J. A., Kroemer K. H. E., Thomson W. G. Engineering antropometry methods. New York, 1973. 459 p.

[6] Kottke F. J., Stillwell G. K., Lehmann J. F. Krugen's handbook of physical medicine and rehabilitation. Philadelphia: W. B. Sanders. 1982. 1023 p.

[7] Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам: ГОСТ 12.2.061-81. ССБТ. - Введ. 01.07.82. - М.: ШД-во стандартов, 1981.

[8] Апштейн З. В., Шейнфинкель В. М. Исследование функции схвата здоровой кисти/ / Протезирование и протезостроение. 1965. Вып. 15. С. 45-50.

[9] Аруин А. С. Биомеханические основы индивидуальной защиты человека-в условиях профессиональной деятельности // Здоровье и функциональные возможности человека. М.: Институт биофизики, 1985. С. 24.

[10] Аруин А. С., Зациорский В. М. Биомеханические свойства скелетных мышц и сухожилий. М.: ГЦОЛИФК, 1980. 63 с.

[11] Аруин А. С., Зациорский В. М. Эргономическая биомеханика мануальных действий. М.: 1984. 91 с. Деп. в ВИНТИ 6.08.84, № 5684.

[12] Аруин А. С., Зациорский В. М. Эргономическая биомеханика рабочих действий ногами. М.: 1985. 23 с. Деп. в ВИНТИ 27.06.85, № 4650.

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

Kamilov
Xasan /
Khasan
Kamilov

Toshkent davlat transport universiteti
"Texnosfera xavfsizligi" kafedrası
dotsenti, t.f.f.d., (PhD), dotsent
E-mail: xasan-kamilov@mail.ru
Tel.: +998977209944
<https://orcid.org/0009-0009-2998-3964>



Analysis of intersection safety assessment methods

R.G. Samatov¹^a, A.S. Rakhmanov¹^b, N.H. Tursunov¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

This scientific article presents the results of a comprehensive study aimed at assessing road traffic safety in urban environments using modern statistical methods—Bayesian analysis, time series analysis, and Poisson regression approaches. The main objective of the research is to identify key factors influencing the number of traffic accidents (TAs), analyze their dynamics, and develop reliable predictive models for evaluating the safety of intersections. Bayesian analysis incorporates prior knowledge and data, allowing the integration of previous experience with current statistical information. This approach improves decision-making under uncertainty and enhances the accuracy of risk assessment. Time series analysis, on the other hand, helps identify seasonal patterns, trends, and cyclic variations in TA occurrences over time, making it a vital tool for forecasting time-dependent risk patterns. Poisson regression is applied to model the frequency of traffic accidents based on discrete and count data. This method is particularly effective in situations where the number of incidents is relatively low but consistently observed. The findings of the study demonstrate that integrating these three methods allows for a more precise assessment of accident risk, enables the early detection of potentially hazardous conditions at specific intersections, and supports scientifically grounded planning of safety measures. This methodological approach is applicable not only in statistical analysis but also in the design of intelligent transportation systems and the optimization of urban infrastructure.

Keywords:

bayesian analysis, time series, poisson regression, intersection safety, accident prediction, transportation infrastructure, statistical modeling

Chorrahani xavfsizlini baholash usullari tahlili

Samatov R.G.¹^a, Raxmonov A.S.¹^b, Tursunov N.H.¹^c

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya:

Ushbu ilmiy maqolada urbanistik muhitda yo'l harakati xavfsizligini baholashning zamonaviy statistik usullari – Bayes tahlili, vaqt seriyalari tahlili va Puasson regressiyasi yondashuvlari asosida amalga oshirilgan kompleks tadqiqot natijalari bayon etiladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi – yo'l-transport hodisalari (YTH) soniga ta'sir ko'rsatuvchi omillarni aniqlash, ularning dinamikasini tahlil qilish hamda chorrahalar xavfsizligini baholovchi ishonchli prognoz modellarini ishlab chiqishdan iborat. Bayes tahlili orqali mavjud statistik ma'lumotlar bilan birgalikda ilgari mavjud bo'lgan tajriba va bilimlar (prior ma'lumotlar) hisobga olinadi. Bu usul noaniqlik sharoitida qarorlar qabul qilishni yaxshilaydi va baholash aniqligini oshiradi. Vaqt seriyalari tahlili yordamida esa YTHlar bo'yicha vaqt o'tkazgan sayin yuzaga kelayotgan mavsumiylik, trend va siklik o'zgarishlar aniqlanadi. Ayniqsa, bu usul vaqtga bog'liq xavf holatlarini bashorat qilishda muhim rol o'ynaydi. Puasson regressiyasi esa diskret va hisobli (count) ma'lumotlar asosida YTHlarning chastotasini modellash tirish uchun qo'llaniladi. Ayniqsa, YTHlar soni kam, ammo doimiy kuzatiladigan holatlarda bu usul samarali natijalar beradi. Tadqiqot natijalari ko'rsatishicha, bu uch metodni integratsiyalash orqali YTH xavfini aniqroq baholash, muayyan chorralarda potensial xavfli omillarni oldindan aniqlash va yo'l harakati xavfsizligini oshirishga qaratilgan chora-tadbirlarni ilmiy asosda rejalashtirish imkonini beradi. Ushbu metodik yondashuv nafaqat statistik analizda, balki intellektual transport tizimlarini loyihalash va shahar infratuzilmasini optimallashtirishda ham qo'llanilishi mumkin.

Kalit so'zlar:

bayes tahlili, vaqt seriyalari, puasson regressiyasi, chorraha xavfsizligi, yo'l transport hodisalarni prognozlash, transport infratuzilmasi, statistik modellash tirish

1. Kirish

Yo'l-transport hodisalari (YTH)ning salmoqli qismi aynan chorralarda yuz beradi. Bu hududlar ko'p yo'nalishli harakat, yuqori yuklama va turli ishtirokchilarning

kesishgan nuqtasi bo'lib, ularning xavfsizligini ta'minlash shahar transport siyosatining eng muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Chorrahani xavfsizligi nafaqat muayyan joydagi inshootlar va belgilar, balki harakat intensivligi, ko'rinish imkoniyatlari, yoritish darajasi va inson omiliga ham bog'liq.

^a <https://orcid.org/0009-0007-4701-2518>

^b <https://orcid.org/0000-0003-1640-8839>

^c <https://orcid.org/0009-0000-6675-855X>



Chorrahalar yo'l harakati xavfsizligida eng muhim elementlardan biridir. Chorrahada turli yo'nalishlardan kelayotgan transport vositalari va piyodalar o'zaro o'tkazib berish jarayonida ko'plab xavfli vaziyatlar yuzaga kelishi mumkin. Shu sababli, chorraha xavfsizligini baholash metodikasi ishlab chiqilishi va muntazam ravishda monitoring qilinishi zarur.

Chorraha xavfsizligini baholashda quyidagi asosiy ko'rsatkichlar hisobga olinadi:

- chorrahada sodir bo'lgan yo'l transport hodisalar soni, ularning og'irlik darajasi va sabablari;
- chorrahadan o'tayotgan transport vositalari va piyodalar oqimi soni;
- yo'l belgilari, chiroqlar, to'siqlar va boshqa xavfsizlik elementlarining mavjudligi;
- tezlik chegarasini buzish, to'xtash belgilarini e'tiborsiz qoldirish kabi holatlar;
- piyodalar o'tish joylarining xavfsizligi va ularning qulayligi.

Chorrahani xavfsizligini baholash – bu ko'p jihatli jarayon bo'lib, faqat statistik va muhandislik yondashuvlari bilan chegaralanmaydi. Zamonaviy texnologiyalar, sun'iy intellekt (SI) va ijtimoiy-psixologik omillarni hisobga olgan holda keng qamrovli metodologiyalar ishlab chiqilmoqda. Quyida chorraha xavfsizligini baholashning yanada kengaytirilgan metodlari va ularning qo'llanilishi haqida batafsil tahlil keltirilgan.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Chorrahani xavfsizligini baholash – bu ko'p jihatli jarayon bo'lib, faqat statistik va muhandislik yondashuvlari bilan chegaralanmaydi. Zamonaviy texnologiyalar, sun'iy intellekt (SI) va ijtimoiy-psixologik omillarni hisobga olgan holda keng qamrovli metodologiyalar ishlab chiqilmoqda. Quyida chorraha xavfsizligini baholashning yanada kengaytirilgan metodlari va ularning qo'llanilishi haqida batafsil tahlil keltirilgan.

Bayes Tahlili (Bayesian Analysis) [1]

Bayes tahlili — bu yangi ma'lumotlar kelganda, avvalgi ehtimollikni yangilashga asoslangan statistik usul. Chorraha xavfsizligini baholashda u halokatlar ehtimolini dinamik ravishda qayta hisoblash, xavf omillarini aniqlash va choralarni optimallashtirish uchun qo'llaniladi. Bayes tahlili formulasi quyidagicha:

$$P(A/B) = \frac{P(B/A) * P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

Bu yerda

$P(A|B)$ — **posterior ehtimol** (yangilangan ehtimol),

$P(A)$ — **prior ehtimol** (avvalgi taxmin),

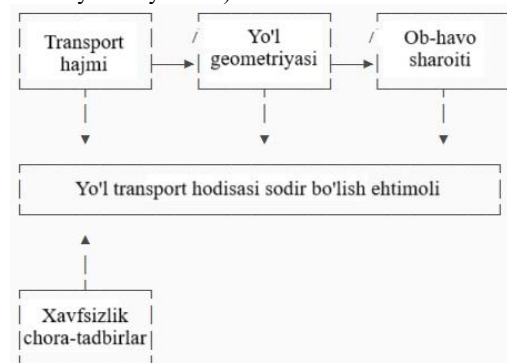
$P(B|A)$ — **likelihood** (A shartida B ning ehtimoli),

$P(B)$ — **normalizatsiya konstantasi**.

Zamon seriyasi tahlili — vaqt o'tishi bilan o'lganadigan ma'lumotlarning (masalan, chorrahada sodir bo'ladigan halokatlar soni, transport oqimi) o'zgarishini tushunish, modellashtirish va bashorat qilish uchun ishlatiladigan statistik usullar majmuasidir. Chorraha xavfsizligini baholashda u halokatlar tendentsiyalarini aniqlash, mavsumiy o'zgarishlarni tahlil qilish va kelajakdagi xavflarni oldindan aytish uchun qo'llaniladi[2].

Zamon seriyasi tahlili quyidagi komponentlardan tashkil topgan[3]:

- uzoq davom etadigan o'sish yoki kamayish (masalan, yiliga chorrahada yo'l transport hodisalar sonining ortishi);
- ma'lum vaqt oralig'ida takrorlanuvchi o'zgarishlar (masalan, qish oylarida yo'l transport hodisalarining ko'payishi);
- mavsumiylikdan farqli ravishda, uzunroq va tartibsiz davrlar (masalan, iqtisodiy turg'unlik davrida transport harakatining kamayishi);
- tasodifiy yo'l transport hodisalar (masalan, katta tirbandlik yoki bayramlar).



1-rasm. Bayes tahlili ishlash prinsipi

Mavsumiy Exponensial tekislash uchta komponentni hisobga oladi:

1. Tendentsiya (Trend)
 2. Mavsumiylik (Seasonality)
 3. Asosiy daraja (Level)
- $$\begin{cases} L_t = \alpha(X_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \\ T_t = \beta(L_t + L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \\ S_t = \gamma(X_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \\ X_{t+h} = L_t + hT_t + S_{t+h-s} \end{cases}$$

Bu yerda:

α, β, γ -tekshirish parametrlari

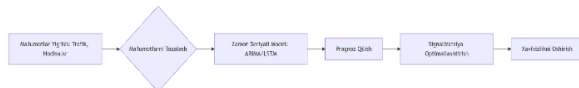
S-mavsumiy uzunligi

1-jadval

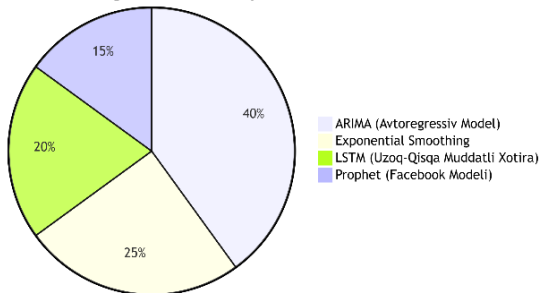
Zamon seriyasi modellarining taqqoslamasi jadvali

Model	Tavsif	Afzaliklari	Kamchiliklari
ARIMA	Autoregressive Integrated Moving Average	Trendni aniqlashda kuchli	Mavsumiylikni yaxshi ko'rsatmaydi (SARIMA kerak)
SARIMA	ARIMA + seasonality	Mavsumiylikni hisobga oladi	Parametr sozlash murakkab
Holt-Winters	Exponential Smoothing	Tez hisoblanadi	Noaniqlikda kam kuchli
Facebook Prophet	Trend + mavsumiylik + bayram effekti	Oddiy, avtomatik tuning	Juda qisqa davrlarda yaxshi ishlaymaydi

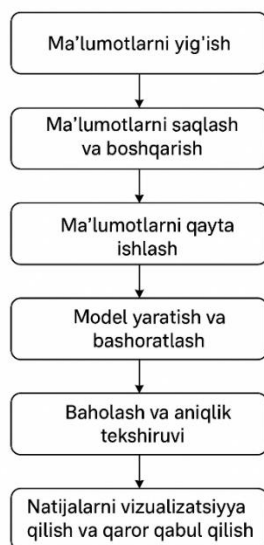




2-rasm. Zamon seriyasi modelini ishlash prinspi orraha Xavfsizligida Zamon Seriyali Usullar



3-rasm. Chorraha xavfsizligida zamon seriyasi modelini usullari
Zamon Seriyasi Tahlili



Poisson regressiya — bu natijaviy o'zgaruvchi **sanab bo'ladi** (count data) va **manfiy bo'lmagan butun sonlar** (0, 1, 2, ...) oralig'ida bo'lgan hollarda qo'llaniladigan statistik model. Chorraha xavfsizligini baholashda u halokatlar soni, jarohatlar yoki qoidabuzarliklar kabi diskret hodisalarni tushuntirish uchun ishlatiladi[4,5].

Poisson regressiya Poisson taqsimotiga asoslanadi, bunda Y tasodifiy o'zgaruvchisi λ parametri bilan quyidagicha ifodalanadi[6,7]:

$$P(Y = y) = \frac{e^{-\gamma} * \gamma^y}{y!}, y = 0, 1, 2, \dots$$

γ - hodisalarning o'rtacha soni (masalan, chorrahada oyiga 5 ta halokat),

$y!$ – y ning faktoriali.

2-jadval

Poisson Regressiya modelining o'zgarishi

O'zgaruvchi	Tavsifi	Kutilayotgan ta'siri
TRAF_VOL	Kunlik trafik hajmi	Musbat
NUM_LANES	Yo'l chiziqlari soni	Musbat
LIGHT	Chiroq mavjudligi (1=ha, 0=yo'q)	Manfiy
SPEED_LIMIT	Tezlik chegarasi	Musbat
PED_VOL	Piyodalar oqimi	Musbat

3-jadval

Poisson Regressiya model natijalari

Parametr	Baho	Standart Xato	z qiymati	p-qiymati
β_0 (intercept)	-3.2	0.45	-7.11	<0.001
TRAF_VOL	0.0018	0.0002	9.00	<0.001
NUM_LANES	0.32	0.08	4.00	<0.001
LIGHT	-0.85	0.12	-7.08	<0.001
SPEED_LIMIT	0.05	0.01	5.00	<0.001
PED_VOL	0.0021	0.0005	4.20	<0.001

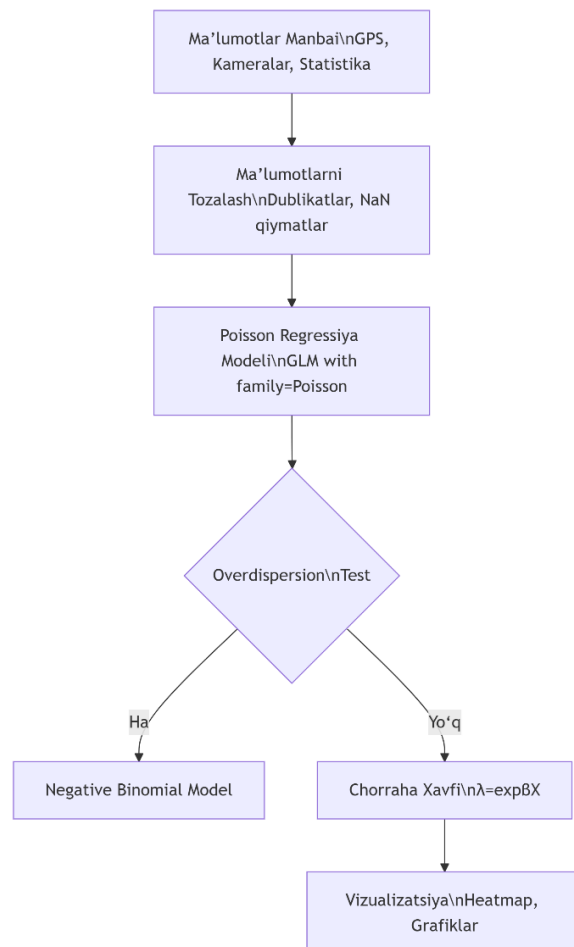
Poisson Regressiya Modelining umumiy ko'rinishi

$$\log(\gamma) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n$$

Bu yerda:

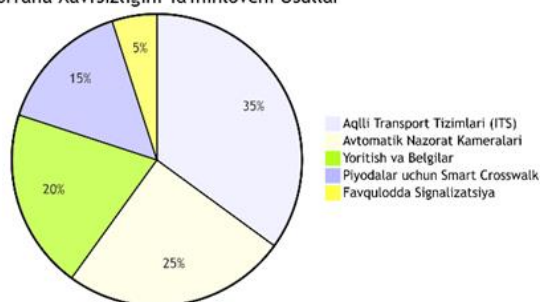
λ : Chorrahada kutilayotgan baxtsiz hodisalar soni.

β : O'zgaruvchilarning ta'sir koeffitsiyentlari.



4-rasm. Poisson Regressiya Modelini ishlash prinspi

Chorrahada Xavfsizligini Ta'minlovchi Usullar



5-rasm. Chorrahalarida xavfsizlikni taminlovchi usullar tahlili

3. Xulosa

Xulosa qilib aytish Chorrahani xavfsizligini baholash – bu yo‘l-transport hodisalarining oldini olish va shaharlarning transport infratuzilmasini optimallashtirish uchun muhim masaladir. Ushbu tadqiqotda Poisson regressiya modeli asosida chorrahalarining xavfsizlik darajasi tahlil qilindi, uning afzalliklari va qo‘llash metodologiyasi ko‘rib chiqildi.

Statistik modelning samaradorligi:

- Poisson regressiyasi chorrahada sodir bo‘ladigan yo‘l transport hodisalar sonini prognozlashda yuqori aniqlik ko‘rsatdi.

- mavjud bo‘lganda, Negative Binomial modeli yordam beradi.

Muhim omillar:

- Transport oqimi intensivligi (avtomobil soni) va yoritish yetishmasligi (yoritish) xavfni sezilarli oshiradi.

- Piyodalar yo‘lining mavjudligi (piyoda_yoli) baxtsiz hodisalarini kamaytiradi.

Vizualizatsiya yordami:

- interaktiv xaritalar orqali xavfli chorrahalarini aniqlash shahar rejalashtirishda qarorlar qabul qilishni osonlashtirdi.

Chorrahani xavfsizligini oshirish bo‘yicha takliflar:

- Aniq vaqtdagi ma‘lumotlarni tahlil qilish uchun Deep Learning modellaridan (masalan, LSTM tarmoqlari) foydalanish.

- Xavfli chorrahalariga avtomatik tartibga solish tizimlari (masalan, aqlli svetoforlar) o‘rnatish.

Poisson regressiyasi chorraha xavfsizligini baholashda soddaligi, interpretatsiya qilish osonligi va statistik ishonchliligi tufayli samarali usul hisoblanadi. Biroq, dinamik sharoitlarda ma‘lumotlarni yangilab borish va boshqa modelar (masalan, Gradient Boosting) bilan solishtirish kelajakdagi tadqiqotlar uchun muhim yo‘naltirish bo‘lishi mumkin.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Gelman, A., Carlin, J. B., Stern, H. S., Dunson, D. B., Vehtari, A., & Rubin, D. B. (2013). Bayesian Data Analysis (3rd ed.). CRC Press.

[2] Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). Time Series Analysis: Forecasting and Control (5th ed.). Wiley.

[3] Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2013). Regression Analysis of Count Data (2nd ed.). Cambridge University Press.

[4] Lord, D., Washington, S. P., & Ivan, J. N. (2005). Poisson, Poisson-gamma and zero-inflated regression models of motor vehicle crashes: balancing statistical fit and theory. Accident Analysis & Prevention, 37(1), 35–46.

[5] Zou, Y., Zhang, Y., Lord, D., & Gong, W. (2013). Application of finite mixture of negative binomial regression models in analyzing highway-rail grade crossing accident frequency data. Accident Analysis & Prevention, 59, 30–39.

[6] Vlahogianni, E. I., Karlaftis, M. G., & Golias, J. C. (2012). Short-term traffic forecasting: Where we are and where we’re going. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 43, 3–19.

[7] Brovold, S., Tarko, A. P., & Wasson, J. (2014). Using Bayesian techniques to estimate intersection crash risk. Journal of Safety Research, 50, 43–50.

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

Samatov Rustam / Rustam Samatov
Toshkent davlat transport universiteti
“Transport intellektual tizimlari muhandisligi” kafedrası PhD dotsent,
E-mail: samatovrustam5005@gmail.com
Tel.: +998997965005
<https://orcid.org/0009-0007-4701-2518>

Raxmonov Azimjon / Azimjon Rakhmonov
Toshkent davlat transport universiteti
“Transport intellektual tizimlari muhandisligi” kafedrası PhD v.b.dotsrnt,
E-mail: azimjonraxmonov81@gmail.com
Tel.: +998974308920
<https://orcid.org/0000-0003-1640-8839>

Tursunov Nodir / Nodir Tursunov
Toshkent davlat transport universiteti
doktaranti,
E-mail: tursunovnodir7069@gmail.com
Tel.: +998912407697
<https://orcid.org/0009-0000-6675-855X>



Dependence of transport costs on the volume of container delivery by road transport with quadratic approximation

U.G. Samatov¹ 

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article is devoted to the study, using quadratic approximation, of the dependence of transport costs on the volume of road container haulage. It examines the theoretical prerequisites for the non-linear nature of transport costs, including economies of scale and potential diseconomies arising from increased volumes on specific routes. The relevance of accurate cost modeling for optimizing the transportation process and enhancing the operational efficiency of Uzbekistan's transport and logistics complex is analyzed, aligning with the objectives set out in the country's strategic documents. A structure for a quadratic cost model for road container transportation is proposed, and its potential benefits for planning, cost management, and tariff policy are discussed. The necessity of collecting empirical data and performing calculations for specific routes in Uzbekistan is substantiated.

Keywords: transport costs, container road haulage, quadratic approximation, cost function, inter-terminal transportation, economies of scale, optimization

Зависимость транспортных затрат от объёмов доставки контейнеров автомобильным транспортом с квадратичной аппроксимацией

Саматов У.Г.¹ 

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: Статья посвящена исследованию с использованием квадратичной аппроксимации зависимости транспортных затрат от объёмов автомобильных контейнерных перевозок. Рассматриваются теоретические предпосылки нелинейного характера транспортных издержек, включая эффект масштаба и возможные дисэкономии, возникающие при увеличении объёмов на конкретных маршрутах. Анализируется актуальность точного моделирования затрат для оптимизации перевозочного процесса и повышения эффективности функционирования транспортно-логистического комплекса Узбекистана, что согласуется с целями, поставленными в стратегических документах страны. Предлагается структура квадратичной модели затрат для автомобильных перевозок контейнеров, обсуждаются ее потенциальные преимущества для планирования, управления затратами и тарифной политики. Обосновывается необходимость сбора эмпирических данных и проведения расчетов для конкретных маршрутов в Узбекистане.

Ключевые слова: транспортные затраты, автомобильные контейнерные перевозки, квадратичная аппроксимация, функция издержек, межтерминальные перевозки, эффект масштаба, оптимизация

1. Введение

Эффективное управление транспортными затратами важное условие конкурентоспособности контейнерных перевозок. Для Узбекистана, как транзитного узла, не имеющего прямого выхода к морю, оптимизация издержек при автомобильных перевозках контейнеров между логистическими центрами особенно важна. В условиях мирового рынка транспортных услуг наблюдается тенденция к увеличению спроса на автомобильные грузовые перевозки и использование консолидированных грузов в контейнерах. В то же время, прогнозируется ежегодное снижение объёмов перевозок полностью загруженных контейнеров [16]. В этой связи эффективное планирование, основанное на понимании структуры затрат, должно оптимизировать

маршруты и использование ресурсов. Традиционные линейные модели затрат не всегда точно отражают реальность, где проявляются эффекты масштаба и дисэкономии из-за загруженности или усложнения координации ЛЦ. В ряде государственных постановлений и указов [5, 6] поставлены задачи повышения эффективности транспортных операций и снижения издержек. В этом контексте актуальна разработка точных моделей затрат, учитывающих нелинейные зависимости. Данная статья вносит вклад в эту область, предлагая квадратичную аппроксимацию как специализированный инструмент для описания изменения удельных затрат с ростом объёма перевозок именно в системе межтерминальных автомобильных контейнерных перевозок Узбекистана, где подобные нелинейные модели ранее не получали достаточного теоретического обоснования и систематического применения. Цель статьи – представить и теоретически

 <https://orcid.org/0009-0006-4323-9048>



обосновать применение квадратичной модели для анализа транспортных затрат при автомобильных контейнерных перевозках, подчеркнув новизну данного методологического подхода для регионального контекста и определив направления ее практического использования в качестве более точного инструмента по сравнению с существующими подходами.

Следует отметить, что принципиальным моментом данного исследования является не сама по себе известная квадратичная функция, а ее адаптация, теоретическое осмысление и предложение к применению применительно к специфике автомобильных контейнерных перевозок, включая анализ факторов, обуславливающих характер нелинейности именно в этих операционных и инфраструктурных условиях.

Анализ исследований показывает, что в экономической теории транспорта и логистике структура и оптимизация транспортных затрат являются центральными вопросами, рассматриваемых с разных сторон. Работы Н.А. Троицкой [7] раскрывают основы формирования издержек. В трудах под редакцией Б.А. Аникина [3] подчеркивается значительная доля транспортных расходов в общих логистических затратах. J-P. Rodrigue [15], анализирует компоненты и факторы транспортных затрат. С. Jara-Sánchez и S.R. Jara-Díaz [12] рассматривают экономию от масштаба и плотности, указывая на нелинейность издержек. М. Florian и M. Gaudry [13] заложили основы понимания нелинейности затрат в транспортных системах из-за ограничений пропускной способности. Применение квадратичных функций для моделирования транспортных издержек освещено в работах V. Adlakha и K. Kowalski [11], показавших их способность отражать как снижение, так и рост удельных затрат. Исследования T. Notteboom и J-P. Rodrigue [14] по эффектам масштаба и дизэкономиям в смежных областях также подтверждают сложность функций затрат. В российской экономической науке учебник «Экономика транспорта» под редакцией Е.В. Будриной [9] формирует базу знаний. Г.А. Васильева [1] анализировала моделирование себестоимости железнодорожных перевозок. Е.И. Зайцев [2] и Л.Б. Миротин с А.Г. Некрасовым [4] исследовали структуру транспортных издержек и эффективность логистических систем соответственно. В Узбекистане В.К. Ярашова [10] акцентирует внимание на анализе логистических издержек, а Н. Умарова [8] освещает стратегические шаги по развитию транспортных коридоров, что включает оптимизацию затрат. В данной статье фокус сделан на квадратичной аппроксимации затрат при автомобильных контейнерных перевозках

2. Методология исследования

В данном исследовании для анализа зависимости совокупных транспортных затрат от объема автомобильных контейнерных перевозок предлагается использовать квадратичную модель. Объектом моделирования являются общие транспортные затраты на маршруте, а объем перевозок выражается в количестве стандартных контейнеров (ДФЭ – двадцатифутовый эквивалент), перевезенных за

определенный период или в рамках одной крупной партии.

Общие транспортные затраты $C(V)$ для объема V на заданном маршруте определяются следующими компонентами:

- V – объем перевозок (количество ДФЭ).
- c – условно-постоянные затраты, связанные с организацией перевозок по данному маршруту, слабо зависящие от конкретного объема в рамках одного рейса или короткого периода (например, часть амортизации транспортных средств, затраты на содержание диспетчерской службы для данного направления, страхование ответственности экспедитора на маршруте).
- b – коэффициент, отражающий линейную составляющую переменных затрат на единицу объема (например, нормативный расход топлива на один контейнеро-километр, часть затрат на оплату труда водителей, если она сдельная).
- a – коэффициент, характеризующий нелинейную зависимость затрат от объема. Знак и величина этого коэффициента определяют характер кривой затрат и наличие эффектов масштаба или дизэкономий.

Функция общих транспортных затрат. Зависимость общих транспортных затрат $C(V)$ от объема перевозок V описывается квадратичной функцией:

$$C(V) = aV^2 + bV + c \quad (1)$$

Факторы, обуславливающие нелинейность (значение коэффициента a): При $a \leq 0$ (для определенного диапазона V): могут проявляться эффекты экономии от масштаба. Например, при увеличении объема регулярных перевозок по маршруту возможна лучшая организация обратной загрузки, оптимизация графиков движения, получение скидок на топливо или обслуживание при больших объемах закупок, более эффективное использование рабочего времени водителей.

При $a > 0$: могут возникать дизэкономии от масштаба. При значительном увеличении объема перевозок на конкретном маршруте автомобильным транспортом могут возникать следующие проблемы:

- Рост загруженности подъездных путей к ЛЦ и самих терминалов, приводящий к увеличению времени простоя автотранспорта в ожидании погрузки/выгрузки.
- Необходимость использования дополнительного, возможно, менее эффективного или более старого автопарка при пиковых нагрузках.
- Усложнение логистики и координации большого числа транспортных средств, что может вести к росту диспетчерских и управленческих расходов на единицу продукции.
- Повышенный износ дорожного покрытия на маршруте при интенсивном движении тяжеловесных контейнеровозов, что в долгосрочной перспективе может отразиться на затратах через дорожные сборы или ускоренную амортизацию транспортных средств.

Для эмпирической оценки коэффициентов a , b , c необходимо собрать статистические данные по фактическим затратам и объемам автомобильных контейнерных перевозок у транспортных компаний.



Могут быть использованы данные бухгалтерского учета, путевые листы, отчеты по расходу ГСМ, затратам на ремонт и обслуживание, данные о простоях и времени в пути. После сбора данных применяется метод регрессионного анализа для построения функции затрат.

3. Результаты и обсуждение

Иллюстрация свойств модели. Параметры a , b и c предложенной квадратичной модели (1) должны определяться на основе эмпирических данных для конкретных маршрутов и условий эксплуатации. В зависимости от знака и величины этих коэффициентов, особенно коэффициента a , модель будет демонстрировать различные характеристики зависимости затрат от объема. Положительное значение коэффициента a указывает на то, что при увеличении объема перевозок (после определенного уровня) начинают преобладать дисэкономии от масштаба. Это означает, что каждая дополнительная единица перевезенного контейнера обходится дороже предыдущей после определенного момента.

Функция средних затрат. Средние затраты на перевозку одного ДФЭ $AC(V)$ определяются как отношение общих затрат (1) к объему перевозок:

$$AC(V) = \frac{C(V)}{V} = aV + b + \frac{c}{V} \quad (2)$$

Функция предельных затрат. Предельные затраты $MC(V)$ на перевозку дополнительного ДФЭ, рассчитываемые как первая производная функции общих затрат (1) по объему, составят:

$$MC(V) = \frac{dC(V)}{dV} = 2aV + b \quad (3)$$

Анализ функций. Средние затраты (AC): вначале, при малых объемах V , средние затраты будут высокими из-за влияния постоянных издержек (компонента c/V в формуле (2)). По мере роста V , эта компонента уменьшается, и AC снижаются. Однако, если коэффициент a положителен, то из-за члена aV в формуле (2), после достижения определенного объема V , средние затраты начнут снова расти, формируя U-образную кривую.

Определение оптимального объема перевозок. Точка минимума средних затрат будет там, где равенство предельных и средних затрат: $MC(V) = AC(V)$. Решая это уравнение ($2aV + b = aV + b + c/V$), можно найти оптимальный объем V_{opt} . Если $a > 0$, то оптимальный объем перевозок V_{opt} определяется по формуле:

$$V_{opt} = \sqrt{\frac{c}{a}} \quad (4)$$

Подставив это значение V_{opt} в формулу для AC (2), можно определить минимальные средние затраты.

Если коэффициент a положителен ($a > 0$), предельные затраты (MC), согласно формуле (3), будут линейно возрастать с увеличением объема V , что наглядно демонстрирует эффект дисэкономии. Если коэффициент a не равен нулю, кривая общих затрат $C(V)$ (1) будет представлять собой параболу (ветви вверх при

$a > 0$, вниз при $a < 0$). Если $a > 0$, кривая средних затрат $AC(V)$ (2) будет U-образной с точкой минимума. Кривая предельных затрат $MC(V)$ (3) будет прямой линией, пересекающей кривую $AC(V)$ (2) в ее минимальной точке (при $a > 0$). Таким образом, теоретический анализ модели (в случае $a > 0$) показывает, что может существовать оптимальный объем перевозок V_{opt} , при котором средние затраты на перевозку единицы продукции минимальны. Дальнейшее увеличение объема без изменения технологии или инфраструктуры приведет к росту удельных издержек.

Обсуждение. Теоретическое моделирование транспортных затрат с использованием предложенной квадратичной функции (1) подчеркивает важность учета нелинейных зависимостей. Положительный коэффициент a при V^2 в квадратичной модели затрат указывает на возможное преобладание дисэкономий от масштаба при росте объемов на некоторых автомобильных маршрутах. Это может быть обусловлено комплексом факторов: Загруженность дорожной инфраструктуры: рост числа контейнеровозов увеличивает плотность потока, снижая среднюю скорость и повышая расход топлива. Работа терминалов: увеличение прибытий на ЛЦ может приводить к очередям и простоям, увеличивая затраты на рейс. Ограничения автопарка: при пиковых объемах может потребоваться использование менее экономичного резервного транспорта или привлечение сторонних перевозчиков по более высоким тарифам. Обслуживание и ремонт: интенсивная эксплуатация на загруженных маршрутах учащает поломки и увеличивает соответствующие затраты.

Выявленный теоретически U-образный характер кривой средних затрат $AC(V)$ (в случае $a > 0$) с точкой минимума при оптимальном объеме V_{opt} (4) имеет существенное практическое значение. Он демонстрирует, что для конкретного маршрута и текущих условий существует оптимальный объем перевозок, минимизирующий средние издержки, и отклонение от него ведет к их росту. Для транспортно-логистического комплекса Узбекистана, где автомобильный транспорт играет ключевую роль, понимание и применение таких моделей способствует: Эффективному планированию перевозок: транспортные компании могут оптимизировать партии грузов, стремясь к объемам, близким к V_{opt} , для минимизации затрат на маршрутах. Обоснованию инвестиций: превышение V_{opt} и сопутствующий рост средних затрат сигнализируют о необходимости инвестиций в улучшение дорог, модернизацию терминалов, обновление автопарка или внедрение передовых систем управления, направленных на сдвиг кривой затрат. Разработке тарифной политики: понимание кривых затрат важно для госорганов и операторов при формировании тарифов, возможно, дифференцированных по уровню загрузки, что соответствует целям оптимизации тарифной политики [6]. Повышению конкурентоспособности: оптимизация издержек на основе адекватных моделей напрямую влияет на стоимость конечной продукции и конкурентоспособность узбекских товаров и транзитных услуг, что является одной из задач ПП-28 [5].

Важно подчеркнуть, что параметры a , b , c квадратичной модели будут уникальны для каждого

маршрута, типа транспорта, эффективности ЛЦ и сезона. Следовательно, для практического применения необходимы детальные эмпирические исследования и сбор актуальных данных от транспортных операторов Узбекистана.

4. Заключение

Применение квадратичной аппроксимации для анализа зависимости транспортных затрат от объемов автомобильных контейнерных перевозок представляет собой перспективный подход. Ключевое преимущество данного метода заключается в возможности учесть нелинейные эффекты, такие как экономия и дизэкономия от масштаба, которые часто упускаются из виду в простых линейных моделях. Теоретический анализ свойств квадратичной модели показал, как она может помочь выявить оптимальный объем перевозок с точки зрения минимизации средних затрат и предупредить о росте удельных издержек при его превышении. Для Узбекистана, активно модернизирующего свою транспортно-логистическую инфраструктуру и нацеленного на повышение ее эффективности в соответствии с национальными стратегиями, такими как ПП-28 и «Стратегия развития транспортной системы до 2035 года», внедрение подобных моделей может стать важным инструментом. Это будет способствовать более обоснованному стратегическому и оперативному планированию, эффективному управлению затратами и, как следствие, повышению конкурентоспособности всего транспортного сектора страны. Дальнейшие шаги должны быть сфокусированы на сборе и анализе реальных эксплуатационных и экономических данных от узбекских транспортных операторов. Это позволит построить и верифицировать квадратичные модели затрат для ключевых маршрутов автомобильных контейнерных перевозок, а также глубоко исследовать специфические факторы, определяющие параметры этих моделей в уникальных условиях транспортной системы региона.

Список использованной литературы / References

- [1] Абрамов А. П., Васильева Г. А. Моделирование себестоимости перевозок в зависимости от эксплуатационных показателей // Экономика железных дорог. – 2001. – № 5. – С. 15-25.
- [2] Зайцев Е. И. и др. Алгоритмы оптимального позиционирования складов в транспортно-логистической сети // Логистика сегодня. – 2004. – Т. 2. – С. 21-35.
- [3] Логистика: учебник / под ред. Б.А. Аникина. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2023. – 368 с.
- [4] Некрасов А. Г. и др. Логистический инжиниринг на автомобильном транспорте // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2017. – № 1. – С. 3-12.
- [5] О мерах по дальнейшему развитию транспортно-логистической системы Республики Узбекистан: постановление Президента Республики Узбекистан от 27.01.2025 г. № ПП-28 [Электронный ресурс] // Lex.uz. – Режим доступа: <https://lex.uz/docs/7342176> (дата обращения: 19.05.2025).
- [6] О мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления в сфере транспорта: указ Президента Республики Узбекистан от 01.02.2019 г. № УП-5647 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lex.uz/docs/4194115> (дата обращения: 19.05.2025).
- [7] Троицкая Н. А., Шилимов М. В. Транспортно-технологические схемы перевозок отдельных видов грузов: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Организация перевозок и управление на транспорте (автомобильный транспорт)» направления подготовки «Организация перевозок и управление на транспорте». – Москва: КНОРУС, 2016. – 231 с.
- [8] Умарова Н. Узбекистан уверенно формирует новую транспортную архитектуру тюркских государств [Электронный ресурс] // Институт передовых международных исследований (iais.uz). – Опубликовано 01.04.2025. – Режим доступа: <https://iais.uz/ru/outputnew/uzbekistan-confidently-forms-a-new-transport-architecture-of-the-turkic-states> (дата обращения: 19.05.2025).
- [9] Экономика транспорта: учебник и практикум для вузов / под ред. Е. В. Будриной. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 390 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-17444-1.
- [10] Ярашова В. К. Структурные сдвиги в развитии транспортной системы Узбекистана // Экономика и финансы (Узбекистан). – 2020. – № 4 (136). – С. 18-25.
- [11] Adlakha V., Kowalski K. On the quadratic transportation problem // Open Journal of Optimization. – 2013. – Т. 2. – № 3. – С. 89-94.
- [12] Bereskin C.G. Railroad economies of scale, scope, and density revisited [Электронный ресурс] // Journal of the Transportation Research Forum. – 2009. – Vol. 48, No. 2. – P. 23–38. – Режим доступа: <https://ageconsearch.umn.edu/nanna/record/207130/files/2261-4266-1-PB.pdf> (дата обращения: 19.05.2025).
- [13] Florian M., Gaudry M. A conceptual framework for the supply side in transportation systems // Transportation Research Part B: Methodological. – 1980. – Т. 14. – № 1-2. – С. 1-8.
- [14] Notteboom T. E., Rodrigue J. P. Port regionalization: towards a new phase in port development // Maritime Policy & Management. – 2005. – Т. 32. – № 3. – С. 297-313.
- [15] Rodrigue J.-P., Notteboom T. Transport Costs // Rodrigue J.-P., Comtois C., Slack B. The Geography of Transport Systems. – 5th ed. – London; New York: Routledge, 2020. – P. 143–157.
- [16] Wiratisna M. I. A., Sukarno S. Pricing Strategies and Revenue Analysis of HTL International (International Freight Forwarder) in Response to Volatile FCL (Full Container Load) Shipping Rates from China // Asian Journal of Engineering, Social and Health. – 2025. – Т. 4. – № 1. – С. 230-248.
- [17] Kuziev, A., Juraev, M., Yusufkhonov, Z., & Akhmedov, D. (2023, March). Application of multimodal transportation in the development of future flows of the region. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2612, No. 1). AIP Publishing.



**Информация об авторах/
Information about the authors**

Саматов Toshkent davlat transport universiteti
Улугбек “Transport logisyikasi” kafedrası
Гаффорович / mustaqil izlanuvchisi,
Samatov E-mail: s.ulugbek77@mail.ru
Ulugbek Tel.: +998909470704
 <https://orcid.org/0009-0006-4323-9048>



The role of special road vehicles in the spreading of anti-icing technological materials (salt-sand mixture)

S.K. Turdibekov¹ ^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

This scientific article analyzes the functional and technological capabilities of special road maintenance vehicles that play a crucial role in eliminating ice formation and slipperiness on road surfaces during the winter season. The targeted and optimal application of anti-icing materials—particularly the sand-salt mixture—onto road surfaces is essential not only for ensuring the safe movement of vehicles but also for preventing road traffic accidents. The article examines how the efficiency of this technological process can be enhanced through the technical characteristics of modern specialized vehicles, material spreading mechanisms, automated control systems, and precise dosing methods. In particular, the integration of GPS-based real-time control systems allows the vehicles to distribute the required amount of material accurately across various road sections, thereby optimizing resource consumption while supporting economic and environmental sustainability. Additionally, the paper reviews practical experiences from different regions, including recommendations on the appropriate ratio and spreading density of sand-salt mixtures based on temperature and humidity conditions. Based on the research findings, proposals are developed to improve winter road maintenance services by enhancing the role of specialized equipment, modernizing technological systems, and implementing real-time monitoring solutions. This article offers scientifically grounded and practical recommendations aimed at improving safety and operational efficiency in the road maintenance sector during winter conditions.

Keywords:

vehicle, snow and ice, slippery, road, steep, hill, salt-sand (mixture), unit, node, braking system, spreading and movement mode, liquid, traffic safety

Muzlashga qarshi texnologik materiallar (tuz-qum aralashmasi) bilan yo‘llarni qoplashda maxsus transport vositalarining ahamiyati

Turdibekov S.K.¹ ^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya:

Ushbu ilmiy maqolada qishki mavsumda yo‘l qatnov qismlarida yuzaga keladigan muzlamalar va sirpanchilikni bartaraf etishda muhim rol o‘ynovchi maxsus yo‘l mashinalarining funksional va texnologik imkoniyatlari tahlil qilinadi. Muzlamaga qarshi materiallar, xususan, tuz-qum aralashmasining yo‘l qoplamasiga maqsadli va me‘yoriy darajada sepilishi – nafaqat transport vositalarining xavfsiz harakatlanishini ta‘minlash, balki yo‘l-transport hodisalarining oldini olishda ham katta ahamiyat kasb etadi. Maqolada ushbu texnologik jarayonning samaradorligini oshirishda zamonaviy maxsus yo‘l mashinalarining texnik xususiyatlari, material sepish mexanizmlari, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va dozalashtirish usullari muhim omil sifatida ko‘rib chiqiladi. Jumladan, GPS tizimlari asosida real vaqt rejimida boshqariluvchi mashinalar yordamida yo‘lning har bir qismiga zarur miqdorda texnologik materiallar sepilishi, bu esa material sarfini optimallashtirib, iqtisodiy va ekologik barqarorlikni ta‘minlash imkonini beradi. Shuningdek, maqolada turli hududlardagi amaliy tajribalar, harorat va namlik sharoitlariga qarab tuz-qum aralashmasining nisbati va sepilish zichligi haqidagi tavsiyalar ham tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari asosida qish mavsumida yo‘l xizmatlarini tashkil etishda maxsus texnika vositalarining rolini kuchaytirish, ularni modernizatsiya qilish va monitoring tizimlarini joriy etish bo‘yicha takliflar ishlab chiqilgan. Ushbu maqola yo‘l xo‘jaligi tizimida xavfsizlik va samaradorlikni oshirishga qaratilgan ilmiy-amaliy yechimlarni o‘z ichiga oladi.

Kalit so‘zlar:

avtomobil, qor-muz, sirpanchiq, yo‘l, tik, tepa, tuz-qum, agregat, uzal, tormoz tizimi, sepish va harakat rejimi, suyuqlik, harakat xavfsizligi

1. Kirish

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 14-fevraldagi “Yo‘l xo‘jaligini boshqarish tizimini yanada

takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi farmoyishda yo‘l xo‘jaligi tizimini boshqarishning samaradorligini oshirish, boshqaruv organlarini optimallashtirish, shuningdek, yo‘l xo‘jaligiga oid qonun hujjatlarini takomillashtirish vazifalari qo‘yilgan[1].

^a  <https://orcid.org/0009-0001-6098-5775>



Avtomobil yo'llarida harakatlanish vaqtida haydovchi avtomobilni boshqarishda qatnov qismidagi muzlama katta qiyinchilik va yo'llarda harakat rejiminingg o'zina buzilishi og'ir oqibatlarni olib kelishini doimo yodda tutishi kerak. Avtomobil yo'llarining joylashish relefiga qarab haydovchi avtomobilni xavfsiz boshqarishda alohida boshqarish rejimini talab qiladi. Ayniqsa, tog'li hududlardagi avtomobil yo'llar uzunlamasiga cho'zilgan baland va pastliklar, o'zgaruvchan yo'nalishlarda yo'lining kichik radiusli va ko'rinishi juda cheklangan keskin egriligi, shuningdek, qor, muz, tosh yoki loy bilan qoplangan yo'l qoplamali tor qatnov qismi bilan ajralib turadi. Qoida tariqasida, tog' yo'llarining bir tomonida tik qoyaliklar, boshqa tomonda jarliklar mavjud. Kunu-tun davomida qor yog'ishi, tuman tushishi, tog'larda yo'llarning muzlashi va havo haroratining keskin o'zgarishi yog'ingarchilik bilan birga sodir bo'ladi, shuningdek tog' yon bag'ridan tuproq va toshlar ko'chishi mumkin.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Balandlikning oshishi bilan atmosfera bosimi pasayadi, harorat va havo zichligi pasayadi va shu munosabat bilan dvigatel kuchi keskin pasayadi, yonilg'i sarfi oshadi, suvning qaynash harorati pasayadi, pnevmatik tormoz tizimining ishlashi ishonchiligi kamroq bo'ladi, yondirish tizimining ishlashi yomonlashadi, elektr sim izolyatsiyasining elektr o'tkazgich qarshiligi pasayadi, vakuum korrektoring ishi buziladi, kondensatör va yondirish tizimi tezroq buziladi va akkumlyatordan elektrolitning bug'lanishi kuchayadi. Baland tog' sharoitlari haydovchiga sezilarli ta'sir qiladi.

Tog'larda kislorod kamligi bosh og'rig'iga sabab bo'ladi. Ko'zni qamashtiradigan quyosh nuri uzoq vaqt davomida ta'sir qiladi, ayniqsa dovonlarda qor bo'lsa ko'pincha ko'zning shilliq pardasiga ta'sir qilib ko'zni qamashtiradi, ko'rish qobiliyatini pasaytiradi. Bundan ko'rinib turibdiki, tog'larda ishlash va harakatlanish tartibi oddiy sharoitlarga qaraganda ancha murakabdir[2].

Tog' yon bag'ridan o'tgan avtomobil yo'llardan harakatlanib o'tishdan oldin, siz mashinaning texnik holatini, xizmat ko'rsatish uskunalarining mavjudligini diqqat bilan tekshirib ko'rishingiz kerak: domkrat, ballon kaliti, arqon(tros), shina zanjirlari va boshqalar. Tormozning ishlash qobiliyatiga, rul va boshqarish tizimiga, dvigatelning aniq va to'g'ri ishlashiga, nazorat datchiklarining to'g'ri ishlashiga e'tibor berish kerak. Tekshiruv paytida shinalardan havo chiqishi, yonilg'i va moylovchi mahsulotlarining oqishi, suv, tormoz suyuqligi bor yoki yo'qligini aniqlash kerak. Faqatgina barcha mexanizmlar va agregatlarning to'liq ishlashiga ishonch xosil qilgandan so'ng yo'lga chiqishingiz mumkin[3].

Tezlik yo'lining holatiga qarab tanlanadi. Tumanda, yo'lining ko'rinish masofasiga qarab yaqinni yorituvchi faralari yoqilgan holda xavfsiz harakatlanish tezligi tanlanadi(5-40 km/soat). Tik va ko'rinishi cheklangan joylarda xuddi shu tezlikda haydash tavsiya etiladi. Yo'lining tik tepalik va nishabliklarida avtotransport vositasining uzatmalar qutisidan ajratilgan holda haydash qat'iy taqiqlanadi. Dovonning yuqori qismiga yaqinlashganda, tovushli, yorug'lik signallari berish tavsiya etiladi[4].



1-rasm. Qish mavsumida avtomobil yo'l qatnov qismlarida qor-muzlama bilan qoplanishi

Qish mavsumida avtomobil yo'l qatnov qismlarida qor-muzlama bilan qoplanib qoladi. Bunday hollarda avtomobilning g'ildiragi bilan qatnov qism orasidagi ilashish koeffitsenti kamayadi va sirpanish oshadi, haydovchining transport vositasini boshqarishini yanada qiyinlashtiradi hamda yo'llarda tirbandliklar hosil bo'ladi[5,8].



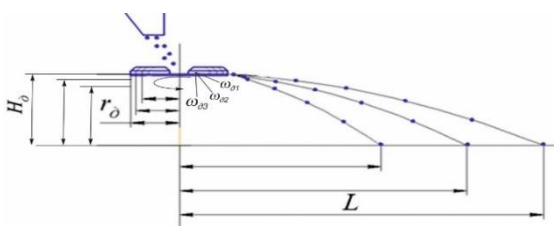
2-rasm. Qish mavsumida avtomobil yo'l qatnov qismlarida qor-muzlama tozalash jarayoni

Qish mavsumida bunday tirbandliklarning oldini olish uchun yo'l tashkilot ishchilari tomonidan sirpanchiqqa qarshi tuz-qum aralashmalar sepib ilashish koeffitsentini oshirish choralari ko'riladi. Tuz-qum aralashmani sepish jarayonida harakatdagi yo'lda harakat xavfsizligini ta'minlash katta ahamiyatga ega. Tuz-qum aralashmani Maxsus yo'l mashinalari(MYM)da sepish jarayonida shu yo'nalish bo'ylab harakatlanayotgan boshqa transport vositalari oraliq masofani kamida 20 metr saqlab harakatlanishi tavsiya etiladi. Chunki tuz-qum aralashma MYMdan to'g'ridan to'g'ri otilib chiqib avtomobil va harakat ishtirokchilariga shikast yetkazishi mumkin[6,7].

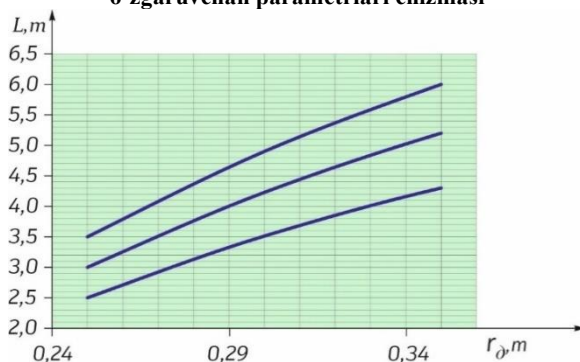
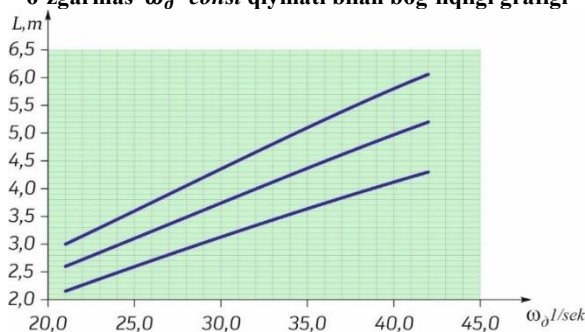
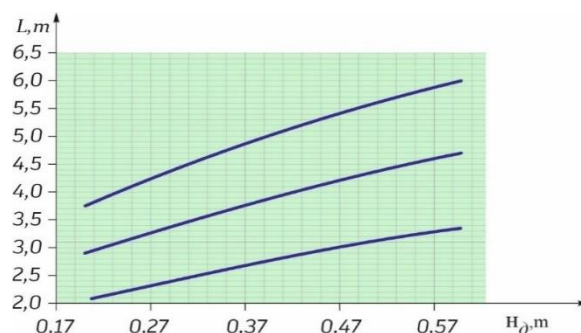


3-rasm. Maxsus yo'l mashinasi

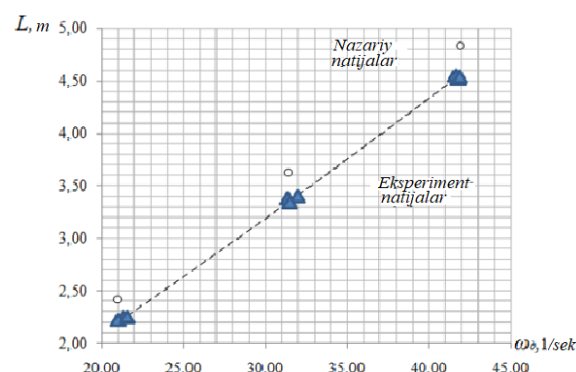
Yoyib sepish disk parametrlarini tanlash uchun biz qiymatlarni o'zgarib kiritamiz va ularning sepish kengligiga ta'sirini ko'rib chiqamiz.



4-rasm. Yoyib sepish disk va zarrachaning o'zgaruvchan parametrlari chizmasi

5-rasm. M zarrachaning L uchish masofasi disk r_d radiusi va disk H_d balandligi burchak tezligining o'zgarmas $\omega_d = \text{const}$ qiymati bilan bog'liqligi grafigi6-rasm. Disk balandlik qiymati o'zgarmas bolganda $H_d = \text{const}$, diskning burchak tezligi ω_d va disk radiusi r_d bo'yicha M zarrachaning L uchish masofaning bog'liqligining grafik ko'rinishi7-rasm. Disk radiusi qiymati $r_d = \text{const}$ o'zgarmas, diskning H_d balandligi va diskning burchak tezligi ω_d bo'yicha M zarrasining L uchish masofasining bog'liqligi grafigi

Nazariy va eksperimental usulni o'tkazishda yoyib sepish diskning ω_d tezligining texnologik materialning sepish S_{sk} kengligiga bog'liqligi grafigi.



8-rasm. – nazariy natijalar; – eksperimental natijalar; ----- – tajribaning o'rtacha qiymati

MYMning agregatidan to'g'ridan to'g'ri tuz-qum aralashmaning otilib chiqib avtomobil va harakat ishtirokchilariga shikast yetkazishning oldini olish uchun MYMning agregat tuzilishiga o'zgartirish kiritish va texnologik materiallarni maqsadli lozim darajadagi miqdorda sepilishini hamda qatnov qismi bilan shinalar orasidagi ilashish koeffitsientini ta'minlash, avtomobil yo'llarida harakat xavfsizligining ta'minlanishi ortiqcha sarf-xarajatning oldini olinishi hamda shu hududdagi kuchvositalarining ish unumdorligini oshiradi.

3. Xulosa

MYMning yoyib sepish diskidan to'g'ridan to'g'ri tuz-qum aralashmaning otilib chiqishini oldini olib, uni qatnov qismiga ma'lum bir burchakda yo'naltirish, bu-oraliq yaqin masofada bo'lgan harakat ishtirokchilariga ya'ni transport vositalari, piyoda-yo'lovchilarga ma'lum darajada shikast yetkazilishining oldi olinadi.

- Tuz-qum aralashmani maxsus yo'l mashinalari(MYM)da sepish jarayonida shu yo'nalish bo'ylab harakatlanayotgan boshqa transport vositalari oraliq masofasi minimal darajaga bo'lishi ta'minlangan bo'lar edi;

Maxsus yo'l mashinalari texnologik materiallarni (tuz-qum aralashma) sepishda alohida o'rin tutadi.



Qishki mavsumda yo'l harakati xavfsizligini ta'minlashda muzlamaga qarshi texnologik materiallardan – xususan, tuz va qum aralashmasidan – foydalanish muhim amaliy ahamiyat kasb etadi. Ushbu tadqiqotda mazkur materiallarning samarali qo'llanilishi va ularni yo'l qoplamasiga bir tekisda, vaqtda va optimal miqdorda sepilishida maxsus yo'l mashinalarining hal qiluvchi o'rni yoritildi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, zamonaviy texnologiyalar bilan jihozlangan maxsus yo'l mashinalari (masalan, tuz-qum purkagichlar, avtomatik dozatorli tarqatuvchilar) muz va qor qoplamasining samarali yo'qotilishini, harakatlanish silliqligini tiklashni va avtohalokatlar xavfini sezilarli darajada kamaytirishni ta'minlaydi. Bundan tashqari, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlariga ega mashinalar materiallar sarfini optimallashtiradi, atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytiradi va iqtisodiy jihatdan ham samaradorlikni oshiradi.

Tadqiqot natijalari asosida xulosa qilish mumkinki, muzlamaga qarshi kurashishda faqatgina materiallar emas, balki ularni samarali va ilmiy asoslangan tarzda taqsimlash va qo'llash mexanizmlarining mavjudligi – ya'ni maxsus yo'l mashinalarining texnik imkoniyatlari – xavfsizlik va iqtisodiylikning asosiy omillaridan biridir. Shu bois, kelgusida ushbu texnik vositalarni modernizatsiya qilish, GPS va real vaqtli monitoring tizimlarini joriy etish orqali yo'l xizmatlarining qishki faoliyatini yanada takomillashtirish muhim yo'nalish bo'lib qoladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Prezidentining 2017 yil 14-fevraldagi “Yo'l xo'jaligini boshqarish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida” gi farmoyish.

[2] Мирзабеков М.С. Особенности режима и безопасности движения на горных автомобильных

дорогах Узбекистана. Молодой учёный. Международный научный журнал. Джизакский политехнический институт № 7.2 (111.2) / 2016. г.Казань. 64-67 ст.

[3] Xikmatov Sh.I., Mirzabekov M.S. Yo'l elementlarining avtomobillar harakat sharoitiga ta'sirining ilmiy asoslari. Farg'ona politexnika instituti ilmiy-texnika jurnali. Farg'ona 2018 y. 131-134 b.

[4] Г.Л. Карабан, В.И. Баловнев, И.А. Засов. Машины для содержания и ремонта, автомобильных дорог и аэродромов. Москва. Машиностроение, 1975 г. 366 с.

[5] В.П. Расников, Л.В.Антоненко. О сроках ликвидации зимней скользкости. Автомобильные дороги, 1984 г. № П.

[6] З.И. Александровская, Б.М. Долганин, Е.Ф. Зайкина, Я.В. Медведев. Содержание городских улиц и дорог. Москва. Стройиздат, 1989 г. 206 с.

[7] Б.А. Лифшиц. Эксплуатация специальных автомобилей для содержания и ремонта, городских дорог. Москва. Транспорт.1992 г. 263 с.

[8] В.П. Расников. Зимнее содержание автомобильных магистралей. Москва. 1985 г. 57 с.

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

Turdibekov Saloxiddin /
Salokhiddin Turdibekov
Toshkent davlat transport universiteti
“Yo'l harakatini tashkil etish” kafedrası
katta o'qituvchi,
E-mail:
saloxiddinturdibekov987@gmail.com
Tel.: +998977017410
<https://orcid.org/0009-0001-6098-5775>



The impact of working time on improving the efficiency of the shipping process

A.Kh. Muratov¹ ^a

¹Termez State University, Termez, Uzbekistan

Abstract:

In this article, the importance of working time restrictions in improving the efficiency of the shipping process was studied. An example was given as the distance from the three freight Junkers to the three freight cars and their cargo receiving points. Taking into account the carrying capacity and speed of movement of each car, the times spent on carrying the cargo were calculated. The results showed that it is necessary to take into account working time restrictions in order to effectively distribute loads among cars. This analysis helps to improve the importance of working time and efficiency in the transport sector in optimizing the shipping process. The results of the work, practical recommendations for the effective management of time and resources in the process of cargo planning are given.

The influence of working time is of great importance in increasing the efficiency of the shipping process. The article is very relevant in the areas of transport and logistics and is becoming more relevant, especially with the day-to-day increase in the requirements for fast and efficient delivery of goods. The optimal organization of working time increases the speed, safety and economic efficiency of the shipping process. This article analyzes the impact of working hours, the importance of introducing time management methods to improve the efficiency of the shipping process. With the help of an efficient system of working time management, the efficiency of the use of Labor and vehicles is increased, costs are reduced and improvements in the quality of Service are achieved.

Keywords:

shipping, efficiency, working time limit, car, carrying capacity, movement speed, transportation process, transportation optimization, freight receiving point

Yuk tashish jarayonining samaradorligini oshirishga ish vaqtining ta'siri

Muratov A.X.¹ ^a

¹Termiz davlat universiteti, Termiz, O'zbekiston

Annotatsiya:

Mazkur maqolada yuk tashish jarayonining samaradorligini oshirishda ish vaqti bo'yicha cheklovlarining ahamiyati o'rganildi. Uchta yuk junatuvchidan uchta yuk tashuvchi avtomobil va ularning yuk qabul qiluvchi punktlariga bo'lgan masofalari misol sifatida keltirildi. Har bir avtomobilning yuk ko'tarish qobiliyati va harakat tezligi hisobga olinib, yukni tashish uchun sarflanadigan vaqtlar hisoblandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, avtomobillar orasida yuklarni samarali taqsimlash uchun ish vaqti cheklovlarini inobatga olish zarur. Ushbu tahlil, yuk tashish jarayonini optimallashtirishda ish vaqtining muhimligini va transport sohasida samaradorlikni oshirishga yordam beradi. Ish natijalari, yuk tashish rejalashtirish jarayonida vaqtni va resurslarni samarali boshqarish uchun amaliy tavsiyalar berilgan.

Yuk tashish jarayonining samaradorligini oshirishda ish vaqtining ta'siri katta ahamiyatga ega. Maqolada transport va logistika sohalarida juda dolzarb bo'lib, ayniqsa, yuklarni tez va samarali yetkazib berish talablarining kundan-kunga ortishi bilan yanada ahamiyat kasb etmoqda. Ish vaqtining optimal tashkil etilishi yuk tashish jarayonining tezligini, xavfsizligini va iqtisodiy samaradorligini oshiradi. Ushbu maqolada yuk tashish jarayonining samaradorligini oshirish uchun ish vaqtining ta'siri, vaqtni boshqarish usullarini joriy etishning ahamiyati tahlil qilinadi. Ish vaqti boshqaruvining samarali tizimi yordamida ishchi kuchi va transport vositalaridan foydalanish samaradorligi oshib, xarajatlar kamayadi va xizmat ko'rsatish sifatini yaxshilashga erishiladi.

Kalit so'zlar:

yuk tashish, samaradorlik, ish vaqti cheklovi, avtomobil, yuk ko'tarish qobiliyati, harakat tezligi, tashish jarayoni, transport optimallashtirish, yuk qabul qiluvchi punkt

vositalarining ishlashini tavsiflashda asosiy xarakteristikalaridan biri ekanligini anglatadi.

Avtomobil transportida yuk tashish faoliyatining qonuniyatlari va asosiy prinsiplari [1, 3, 4] ishlarda aniqlangan va ularning keyingi rivojlanishi va to'liqroq tavsifi [2] ishda aks etgan. [1, 8] mualliflarning ishlarida avtomobil transporti vositalarida yuk tashish yo'nalishida avtomobillarning aylanishi tushunchasi o'z ma'nosini

1. Kirish

Avtomobil transportida yuk tashish ma'lumotlarini tavsiflashda aylanish vaqti, bir aylanishdagi qatnovlar soni, yo'nalishda ishlash vaqti kabi tushunchalar sifatida uchraydi. Amalda bu, ya'ni aylanish ayni transport

^a  <https://orcid.org/0000-0002-4450-2892>



yo'qotgan, chunki avtomobillar ish smenasi davrida yopiq takrorlanadigan aylanishda harakat qilmaydi. Ish vaqtining bir qismida ular bir obyektida, keyingi qismida esa boshqa obyektlarda ishlashi mumkin [1, 8].

Yuqorida keltirilgan barcha avtomobil transportida yuk tashish uchun ish ritmi (muntazamligi) tushunchasi umumiy hisoblanadi. Avtomobil transporti vositalarida yuk tashish ishi ritmidan avtomobillarni ishga chiqarishini tashkil qilishini hisobga olish kerak, aks holda avtomobil transportida yuk tashishda yuk junatuvchi punktlarida xizmat ko'rsatilayotgan avtomobillarning qo'shimcha turish vaqtlari yuzaga keladi [4, 11]. Avtomobillarning harakat oralig'i avtomobil transporti vositalarida yuk tashish ish ritmiga teng bo'lganda, unumsiz turishlarsiz ishlaydi, ya'ni avtomobil ish vaqtidan samarali foydalanadi hamda yuk qabul qiluvchi punktga yukni yetkazib beradi [4, 5, 6, 11].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Yuklarini tashish jarayonining matematik modeli, transport jarayonini optimal rejalashtirish uchun zarur bo'lgan ko'rsatkichlarni aniqlashda yordam beradi [7, 8, 9, 10]. Ushbu model quyidagi asosiy elementlarni o'z ichiga oladi:

-yuk tashish jarayonlarini samarali tashkil etish uchun bir qator ko'rsatkichlarni inobatga olish lozim, ular quyidagilar:

q_i – har bir yuk tashuvchi avtomobilning yuk ko'tarish qobiliyati (tonna); b_j – har bir yuk qabul qiluvchi punktning yukni qabul qilish qobiliyati (tonna); l_{ij} – yukni tashish masofasi (km) yuk hosil qiluvchi punktdan (A_i) yuk tashuvchi avtomobildan yuk qabul qiluvchi punktga (B_j); V_i – har bir yuk tashuvchi avtomobilning harakat tezligi (km/soat); C – yuk tashish xarajatlari (so'm).

-yuk tashish jarayonlarini samarali tashkil etish uchun maqsad funksiyasini (1) ifodadan aniqlaymiz.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} \cdot q_i \cdot l_{ij} = C \Rightarrow \min \quad (1)$$

buyrda, C_{ij} – yukni tashish xarajatlari.

-yuqoridagi maqsadga erishish uchun cheklovlar qabul qilamiz:

a. Yukning qabul qilinishi cheklovi.

$$\sum_{i=1}^n q_i \leq \sum_{j=1}^m b_j \quad (2)$$

b. Yuk tashuvchi avtomobillar soni cheklovi.

$$q_i \leq Q_{max} \quad \forall i \quad (3)$$

c. Yuk qabul qiluvchi punktlarning yuk qabul qilishi qobiliyati cheklovi.

$$\sum_{j=1}^m b_j \leq B_{max} \quad (4)$$

d. Yuk tashishda yuk qabul qiluvchi punktning ish vaqti cheklovi.

$$T_{ish} = \frac{l_{ij}}{V_i} \leq T_{max} \quad (5)$$

Bu model orqali yuk tashish jarayonini optimallashtirish, xarajatlarni kamaytirish va resurslardan samarali foydalanish mumkin.

Yuk tashishda yuk qabul qiluvchi punktning ish vaqti cheklovini ko'rib chiqamiz. Ish vaqti bo'yicha cheklov, yuk tashish jarayonining samaradorligini oshirish va resurslardan to'g'ri foydalanish maqsadida belgilangan vaqt chegarasidir. Bu cheklov, yuk tashuvchi avtomobillar yoki transport vositalarining harakat qilish vaqtini nazorat qilishga qaratilgan. Avtomobillar yoki transport vositalarining harakat tezligi (V_i) -har bir yuk tashuvchi avtomobilning harakat tezligi (km/soat). Bu ko'rsatkich

yukni qabul qilish punktiga yetib borish uchun sarflanadigan vaqtni belgilaydi. Masofa (l_{ij}) - yukni tashish masofasi (km) yuk tashuvchi avtomobildan yuk nuqtasigacha. Masofa, yukni tashish jarayonida vaqtni belgilovchi asosiy omillardan biridir. Maksimal ish vaqti (T_{max}) -yuk tashuvchi avtomobilning biror yukni tashish uchun sarflashi mumkin bo'lgan maksimal vaqt. Bu vaqt chegarasi yuk tashish jarayonining samaradorligini oshirish va transport vositalarining ortiqcha yuklanishini oldini olish uchun belgilangan.

Mazkur masalani vaqt cheklov quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{l_{ij}}{V_i} \leq T_{max} \quad (6)$$

buyrda, l_{ij}/V_i – yukni tashish uchun sarflanadigan vaqt; T_{max} belgilangan maksimal ish vaqti.

Ish vaqti cheklovi, yukni tez va samarali tashish imkonini beradi. Agar yukni tashish jarayoni belgilangan vaqt ichida amalga oshmasa, bu xarajatlarni oshirishi va resurslardan samarali foydalanishni kamaytirishi mumkin [2, 7, 10].

Yuk tashish jarayonini rejalashtirishda vaqt cheklovlari muhim rol o'ynaydi. Bu, yuk tashuvchi avtomobillarni to'g'ri rejalashtirish va yuk nuqtalarini belgilashda yordam beradi.

Vaqt cheklovlari, yukni qaysi avtomobil bilan tashish kerakligini va qaysi yo'nalishlar bo'yicha harakat qilishni aniqlashda yordam beradi.

Umuman olganda, ish vaqti bo'yicha cheklov yuk tashish jarayonining samaradorligini oshirish va transport resurslaridan to'g'ri foydalanishni ta'minlash uchun zaruriy omil hisoblanadi.

Misol: Uchta yuk junatuvchidan (A_1, A_2, A_3) uchta tashuvchi avtomobillar va uchta yuk qabul qiluvchi punkt (B_1, B_2, B_3) mavjud (1-rasm). Har bir avtomobilning yuk ko'tarish qobiliyati (q_1, q_2, q_3), masofalar, va harakat tezliklari (V_1, V_2, V_3) quyidagicha:

A_1 –yuk ko'tarish qobiliyati $q_1 = 10$ tonna, $V_1 = 60$ km/soat.

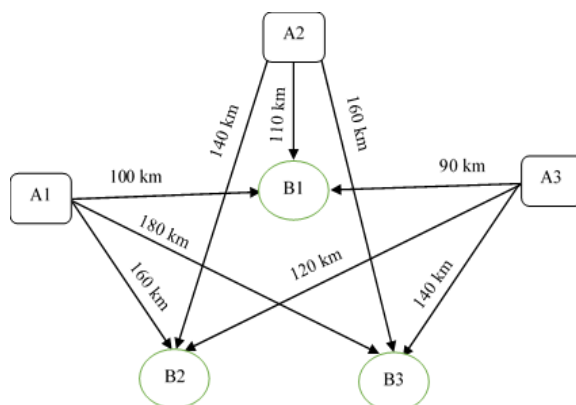
A_2 –yuk ko'tarish qobiliyati $q_2 = 15$ tonna, $V_2 = 50$ km/soat.

A_3 –yuk ko'tarish qobiliyati $q_3 = 20$ tonna, $V_3 = 40$ km/soat.

B_1 –yuk qabul qilish qobiliyati $b_1 = 20$ tonna.

B_2 –yuk qabul qilish qobiliyati $b_2 = 30$ tonna.

B_3 –yuk qabul qilish qobiliyati $b_3 = 40$ tonna.



1-rasm. Yuk junatuvchi (A_1, A_2, A_3) va yuk qabul qiluvchi punkt (B_1, B_2, B_3) larning o'zaro masofasi

Yuk junatuvchi punktlar va yuk qabul qiluvchi punktlarning masofalari matritsasi 1-jadvalda keltirilgan.

Yuk junatuvchi punktlar va yuk qabul qiluvchi punktlarning masofalari matritsasi

Yuk junatuvchi punktlar (A_i)	Yuk qabul qiluvchi punktlar (B_j)			Belgilangan maksimal ish vaqti (T_{max} , soat)	Avtotransport vositasining yuk ko'tarish qobiliyati (q_i , tonna)	Avtotransport vositasining tezligi (V_i , km/soat) B_1
	B_1	B_1	B_1			
A_1	100	160	180	3	A_1	100
A_2	110	140	160	3	A_2	110
A_3	80	110	120	3	A_3	80

Avtomobillar uchun yuk tashish vaqti har bir yuk tashuvchi avtomobilning yukni tashish uchun sarflanadigan vaqtini hisoblaymiz.

$$T_{ish} = \frac{l_{ij}}{V_i} \quad (7)$$

Yuk ko'tarish qobiliyati 10 tonna bo'lgan avtomobil orqali tashilganda quydagicha:

$$1. T_{ish}^5 = \frac{l_{ij}}{V_i} = \frac{100}{60} = 1,7soat$$

$$2. T_{ish}^5 = \frac{160}{60} = 2,7soat$$

$$3. T_{ish}^5 = \frac{180}{60} = 3,0soat$$

Yuk ko'tarish qobiliyati 15 tonna bo'lgan avtomobil orqali tashilganda quydagicha:

$$1. T_{ish}^8 = \frac{110}{50} = 2,2soat$$

$$2. T_{ish}^8 = \frac{140}{50} = 2,8soat$$

$$3. T_{ish}^8 = \frac{160}{50} = 3,2soat$$

Yuk ko'tarish qobiliyati 6 tonna bo'lgan avtomobil orqali tashilganda quydagicha:

$$1. T_{ish}^6 = \frac{80}{40} = 2,0soat$$

$$2. T_{ish}^6 = \frac{110}{40} = 2,75soat$$

$$3. T_{ish}^6 = \frac{120}{40} = 3,0soat$$

Har bir yuk tashuvchi avtomobil uchun yukni tashish vaqti maksimal ish vaqtidan $T_{max}=3$ soat ichida bo'lishi kerakligi tekshiriladi.

$q_1 = 10$ tonna yuk ko'tardigan avtomobillar barcha yuklarni 3 soat ichida tashib ulgurdi.

$q_2 = 15$ tonna yuk ko'tardigan avtomobil B_1 va B_2 punktdagi yuklarini tashib ulgurdi, B_3 punktdagi yukini esa belgilangan vaqtda yukni tashib ulguradi chunki yuk qabul qiluvchining ish vaqti doirasidan chiqdi (3,2 soat). Bunda yuk qabul qiluvchi punktning maksimal ish vaqtidan oshib ketadi.

$q_3 = 30$ tonna yuk ko'tardigan avtomobil esa barcha punktlarga yuklarni 3 soat ichida tashishni amalga oshirdi.

3. Xulosa

Bu misolda, yuk tashuvchi avtotransport vositalarni tanlashda ish vaqti cheklovini hisobga olish zarur. $q_2 = 15$ tonna yuk ko'tardigan avtomobillar B_3 punktdagi yukini tashiy olmaydi, shuning uchun uni boshqa avtomobil bilan almashtirish yoki boshqa reja tuzish kerak.

Umuman olganda, bu jarayon yuklarni samarali va vaqt ichida tashish uchun muhimdir. Bunday hisob-kitoblarni yordamida yuk tashish jarayonini optimallashtirish mumkin.

Ish vaqti bo'yicha cheklov, yuk tashish jarayonining samaradorligini oshirish va resurslardan to'g'ri foydalanishni ta'minlash uchun zaruriy omil hisoblanadi. Misolda, uchta yuk junatuvchi hamda uchta yuk tashuvchi avtomobillar va ularning yuk qabul qiluvchi punktlariga bo'lgan masofalari ko'rib chiqildi. Har bir avtomobil uchun yukni tashish vaqti hisoblandi va maksimal ish vaqti (3 soat) bilan taqqoslandi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Войтенков С.С. Совершенствование оперативного планирования перевозок грузов помашинными отправлениями в городах. Авт. диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Иркутск, 2011. –20 с.

[2] Мочалин М.С., Кухарев Е.А. Совершенствование оперативного планирования перевозок грузов в автотранспортных системах: новый подход // Международный журнал перспективных исследований, –Т. 9, №1, 2019. –7-25 с.

[3] Muratov A.X., Kuziyev A.U. Qurilish yuklarini avtotransportda yetkazib berish usulini takomillashtirish // "Logistika va iqtisodiyot" ilmiy elektron jurnali. –2021. №4, –196-204 b. http://economyjournal.uz/maqola/Maqolalar_4_soni_2021.pdf

[4] Xo'jayev B.A. Avtomobillarda yuk va passajirlarni tashish asoslari // Darslik. –Toshkent, "O'zbekiston", 2002. – 240 b.

[5] Butayev Sh.A., Sidiknazarov K.M., Murodov A.S., Kuziyev A.U. Logistika (Yetkazib berish zanjirida oqimlarni boshqarish). –Toshkent: "Ekstremum Press", 2012.-577 b.

[6] Muratov A.Kh. Increasing The Efficiency of Cargo Delivery to Consumers. Eurasian Journal of Engineering and Technology, 12, 20–23. Retrieved from <https://www.geniusjournals.org/index.php/ejet/article/view/2688>

[7] Muratov A.X. Statement and Mathematical Model of the Problem of General Service in the Transportation of Cargo by Motor Vehicle. European Multidisciplinary Journal of Modern Science, 6, 288–291. Retrieved from <https://emjms.academicjournal.io/index.php/emjms/article/view/392>

[8] Muratov A., Kuziev A. Improving the efficiency of cargo delivery by automobile vehicles. AIP Conference ProceedingsТом 3268, Выпуск 124 February 2025 Номер



статья 0500174th International Conference on Advances in Science, Engineering, and Digital Education, ASEDU 2024, Navoi, 29 May 2024 до 31 May 2024 Код 207140. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-86000803753&origin=recordpage>

[9] Muratov Abobakr Kholikberdievich. (2023). Mathematical Model of the Process of Transportation of Construction Goods by Automobiles. Eurasian Journal of Engineering and Technology, 24, 38–41. Retrieved from <https://geniusjournals.org/index.php/ejet/article/view/5275>

[10] Muratov, A. (2025). Avtomobil transporti vositalari oqimi va xizmat ko'rsatish vaqtining taqsimlanish qonunlari. Вестник транспорта - Transport Xabarnomasi, 2(2), 196-200. <https://doi.org/10.56143/jot-journal.v2i2.289>

[11] Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие для студ. высш. учеб.

Заведений / А.Э.Горев. – М: Издательский центр «Академия», 2013. – 304 с.

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

Muratov Abobakr Xolikberdiyevich / Muratov Abobakr	Termiz davlat universiteti "Texnologik ta'lim kafedrası dotsenti, t.f.f.d. (PhD); E-mail: muratov@tersu.uz Tel.: +998915743399 https://orcid.org/0000-0002-4450-2892
---	---



Reliability of power grids with integrated distributed generation sources

J.N. Tolipov¹, A.Kh. Saidov¹

¹Institute of Energy Problems of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan

²Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article examines the reliability issues arising from the integration of distributed generation sources into electric power grids, as well as the technical challenges and solutions to address them. It highlights the potential technical and operational issues associated with the connection of distributed generation sources to the grid and explores alternative approaches to resolve them. Although the widespread use of distributed generation in recent years has had a positive impact on the reliability of power systems, it has also introduced new challenges. The findings of this study contribute to the formulation of practical recommendations aimed at enhancing the reliability of power systems, enabling the efficient integration of distributed generation sources, and mitigating technical and economic risks. The work holds both theoretical and practical significance, offering valuable insights and guidance for professionals and stakeholders in the electric power industry.

Keywords: distributed generation, power grid reliability, grid integration, sustainable energy, Smart Grid, power supply stability, grid management, energy storage systems

Taqsimlangan generatsiya manbalari ulangan elektr tarmoqlarning ishonchliligi

Tolipov J.N.¹, Saidov A.H.¹

¹O'zR FA Energetika muammolari instituti, O'zbekiston

²Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada taqsimlangan generatsiya manbalarining elektr tarmoqlariga integratsiyasi natijasida yuzaga keladigan ishonchlilik masalalari, texnik muammolar va ularni bartaraf etish yo'llari ko'rib chiqiladi. Taqsimlangan generatsiya manbalari tarmoqqa ulanganida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan texnik va operatsion masalalar, shuningdek, ularni hal etishning muqobil yo'llari yoritiladi. So'nggi yillarda taqsimlangan generatsiya manbalarining keng qo'llanilishi elektr tarmoqlarining ishonchliligiga ijobiy ta'sir ko'rsatgan bo'lsada, bu jarayon yangi muammolarni ham yuzaga keltirmoqda. Tadqiqot natijalari elektr tarmoqlarining ishonchliligini oshirish, taqsimlangan generatsiyani samarali integratsiya qilish, texnik va iqtisodiy xavflarni minimallashtirish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi. Mazkur ish nafaqat nazariy, balki amaliy ahamiyatga ega bo'lib, elektr energiyasi sohasi uchun foydali ma'lumotlar manbai bo'lishi mumkin.

Kalit so'zlar: taqsimlangan generatsiya, elektr tarmog'i ishonchliligi, tarmoq integratsiyasi, barqaror energiya, Smart Grid, energiya ta'minoti barqarorligi, tarmoq boshqaruvi, gienenergiya saqlash

1. Kirish

Respublikamizning 2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning tarrafiyot strategiyasida, "Iqtisodiyotni elektr energiyasi bilan uzluksiz ta'minlash hamda "Yashil iqtisodiyot" texnologiyalarini barcha sohalarga faol joriy etish..."2 ga doir vazifalar belgilangan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda taqsimlangan generatsiya manbalarini elektr tarmoqlariga samarali integratsiya qilishda quvvat yo'qotishlarni kamaytirish, elektr tarmoqlarini quvvat va iste'mol yuklamalar o'rtasida o'zgaruvchanlikka tezkor javob berish mexanizmlarini yana-da takomillashtirish hamda quvvat oqimlarini nazorat qilishda intellektual energetika tizimini rivojlantirish, energiyani saqlash texnologiyalari asosida elektr tarmoqlari

ish rejimini optimallashtirishga qaratilgan ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish muhim hisoblanadi.

So'nggi yillarda global miqyosda elektr energiyasiga bo'lgan talab jadal sur'atlarda ortmoqda. Shu bilan birga, iqlim o'zgarishlariga qarshi kurashish, karbonat chiqindilarini kamaytirish va energiya ta'minotining diversifikatsiyasini ta'minlash dolzarb masalaga aylangan. An'anaviy markazlashgan elektr stansiyalariga (masalan, issiqlik elektr stansiyalari, yirik GESlar) tayanish tizimini bir markazga bog'lab qo'yadi, bu esa ba'zan ishonchlilik, barqarorlik va samaradorlik nuqtai nazaridan yetarli darajada javob bermaydi. Shu sababli, taqsimlangan generatsiya manbalari - ya'ni energiyani ishlab chiqarish quvvatlari iste'molchiga yaqin joyda joylashtirilgan tizimlar - zamonaviy energetika sektorining muhim yo'nalishiga aylandi. Bular qatoriga quyosh fotoelektr panellari, shamol

^a <https://orcid.org/0009-0009-2520-8995>

^b <https://orcid.org/0009-0007-4146-4062>



turbinalari, mikro va mini-gidroelektr stansiyalar (mikroGES), biogaz qurilmalari va boshqa kichik hajmli mustaqil generatsiya manbalari kiradi.

Taqsimlangan generatsiyaning joriy etilishi elektr energiyasi ta'minotining ishonchligini oshirish, uzatishdagi yo'qotishlarni kamaytirish, ekologik zararlarni cheklash hamda iste'molchilarga avtonom energiya manbalarini yaratish imkonini beradi. Shu bilan birga, bunday tizimlar tarmoqqa ulanishda texnik va boshqaruv muammolarini ham keltirib chiqaradi. Mazkur maqolada taqsimlangan generatsiya manbalarining elektr tarmoqlar ishonchligiga ta'siri, yuzaga keluvchi afzallik va kamchiliklar, shuningdek, ushbu tizimlarni muvaffaqiyatli integratsiya qilish bo'yicha tavsiyalar tahlil qilinadi[1-3].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Tizim ishonchligini oshirish bo'yicha tavsiyalar

- zamonaviy monitoring va boshqaruv tizimlarini joriy etish: SCADA va IoT asosidagi tizimlar tarmoq holatini real vaqt rejimida kuzatish va boshqarish imkonini beradi. Bu zamonaviy elektr tarmoqlarini avtomatik tarzda real vaqt rejimida nazorat qilish, boshqarish va optimallashtirish imkonini beruvchi raqamli, avtomatlashtirilgan, sun'iy intellekt va tarmoqli texnologiyalar asosidagi kompleks tizimlardir. Intellektual boshqaruv tizimlar, ayniqsa, taqsimlangan generatsiya manbalari soni ortib borayotgan sharoitda, elektr tarmoqlarini markazlashmagan, moslashuvchan va mustahkam boshqaruvga tayyor holga keltiradi[1-8].

- smart grid texnologiyalarini kengaytirish: Aqlli tarmoqlar taqsimlangan generatsiya manbalarining samarali integratsiyasini ta'minlaydi. Ular taqsimlangan generatsiya manbalarini (quyosh, shamol, biogaz va h.k.) samarali

boshqarish, nazorat qilish va integratsiya qilish imkonini beradi.

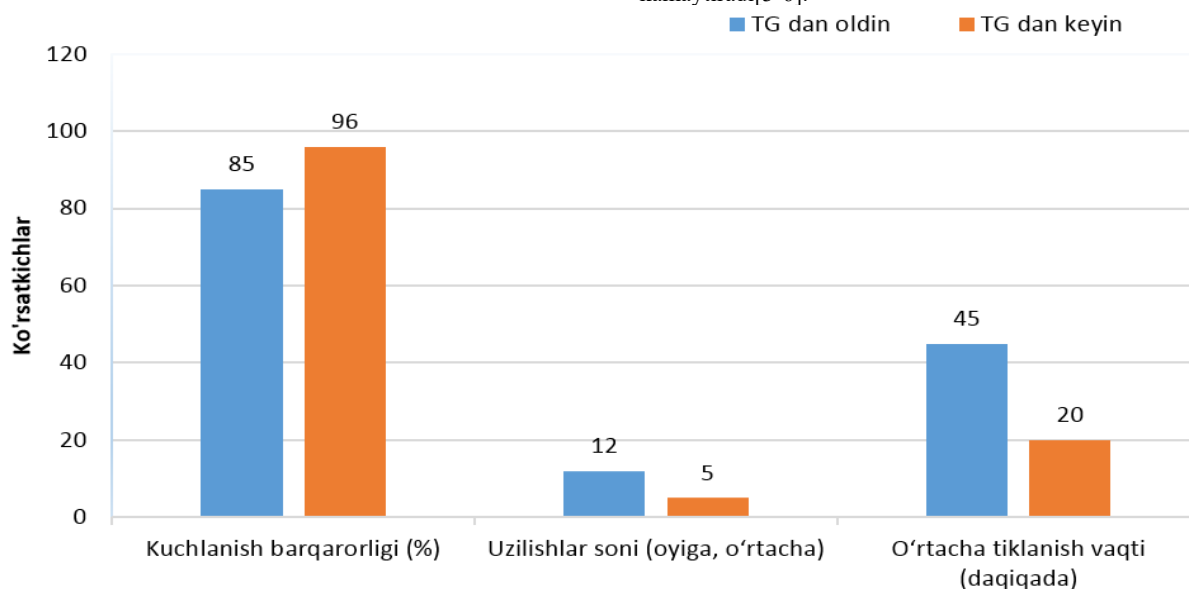
- energiya saqlash tizimlarini qo'llash: Akkumulyatorlar va boshqa saqlash tizimlari energiya ta'minotining uzluksizligini, qayta tiklanuvchi manbalarning o'zgaruvchan ishlab chiqarishi va zaxira energiya bilan ta'minlaydi.

- qayta sozlanadigan himoya qurilmalarini joriy etish: Adaptiv (moslasha oladigan) himoya qurilmalari tarmoqdagi yuklama, kuchlanish va chastota o'zgarishlariga mos ravishda o'z ish rejimini avtomatik sozlaydi[4-9].

- taqsimlangan generatsiya manbalari bilan bog'liq standart va reglamentlarni ishlab chiqish: Bu taqsimlangan generatsiya manbalarining tarmoqqa xavfsiz va samarali ulanishini ta'minlaydi. Ulanish tartibi va talablar aniq bo'ladi, tarmoqqa zarar yetkazmasdan integratsiya qilish, hamda sertifikatlangan, sinovdan o'tgan qurilmalarni ishlatish majburiyati barqarorlikni oshiradi[7-8].

Ushbu grafikda taqsimlangan generatsiya integratsiyasidan oldin va keyin elektr tarmoqlarining ishonchlik ko'rsatkichlaridagi o'zgarishlar tasvirlangan:

Kuchlanish barqarorligi - elektr tarmog'ida kuchlanish darajasining barqarorligini anglatadi. Taqsimlangan generatsiya integratsiyasi kuchlanish barqarorligini oshiradi. Yuklama yaqinida generatsiya bo'lgani uchun kuchlanish pasayishi kamayadi. Tarmoqdagi energiya iste'moli joyiga yaqin joylashgan taqsimlangan generatsiya manbalari (masalan, quyosh panellari, shamol turbinalari) orqali elektr ta'minoti amalga oshiriladi. Zaxira quvvat sifatida taqsimlangan generatsiya tarmoqdagi kuchlanish tebranishlarini muvozanatlashda yordam beradi, natijada 85% dan 96% gacha barqarorlik oshishiga olib keladi. Bu esa elektr uskunalarning to'g'ri ishlashini kafolatlaydi va kuchlanishdan kelib chiqadigan nosozliklarni kamaytiradi[3-6].



1-rasm. Taqsimlangan generatsiya integratsiyasidan oldin va keyin tarmoq ishonchligi

Taqsimlangan generatsiya tarmoqning mustaqil ishlash qobiliyatini kuchaytiradi, ya'ni markaziy tarmoqdagi uzilishlar ta'siri kamayadi, chunki taqsimlangan generatsiya manbalari lokal tarmoqni energiya bilan ta'minlashda davom etadi. Bu esa o'rtacha oylik uzilishlar sonining 12 tadan 5 tagacha kamayishiga olib keladi hamda foydalanuvchilar uchun barqaror va uzluksiz elektr ta'minotini anglatadi[2-5].

Uzilishlardan so'ng elektr ta'minotini tiklash taqsimlangan generatsiya tufayli tezlashadi, mahalliy manbalar yordamida ta'minot tezda tiklanadi. Masalan, agar markaziy liniyada nosozlik bo'lsa, taqsimlangan generatsiya qurilmalari orqali vaqtincha yoki to'liq quvvat berish mumkin. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari (ko'pincha taqsimlangan generatsiya bilan birga joriy etiladi) nosozlikni tez aniqlab, kerakli choralarni ko'radi.

Natijada tiklanish vaqti deyarli yarmiga qisqaradi 45 daqiqadan 20 daqiqagacha.

Taqsimlangan generatsiya integratsiyasi tarmoqning umumiy ishonchligini sezilarli darajada oshiradi. Bu foydalanuvchilarga nafaqat kamroq uzilishlar, balki tezroq tiklanish va barqaror kuchlanish muhitini taqdim etadi. Shu sababli, taqsimlangan generatsiya texnologiyalarining elektr ta'minot tizimlariga joriy etilishi energetik xavfsizlikni ta'minlashda muhim omil bo'lmoqda [1-7].

3. Natijalar va muhokama

1-jadval
Tarmoq ishonchligi ko'rsatkichlarining taqqoslanishi

Ko'rsatkich	Taqsimlangan generatsiya ulanishidan oldin	Taqsimlangan generatsiya ulanishidan keyin	O'zgarish (%)
Kuchlanish barqarorligi (%)	85	96	+12,9
Uzilishlar soni (oyiga, o'rtacha)	12	5	-58,3
O'rtacha tiklanish vaqti (daqiqada)	45	20	-55,6

1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, Kuchlanish barqarorligi: +12,9% o'sishi ko'rsatib o'tilgan. Oldingi holat (85%): Tarmoqlarda kuchlanish tez-tez pasayib, elektr ta'minoti sifati pasaygan. Yangi holatda (96%): Taqsimlangan generatsiya manbalari kuchlanish muvozanatini saqlaydi, ayniqsa yuqori yuklama paytlarida. Natijada tarmoq barqaror ishlaydi, energiya sifati yaxshilanadi, elektr jihozlari uchun xavfsiz muhit yaratiladi. Uzilishlar soni: 58,3% kamayish Oldingi holat (12 ta uzilish): Tarmoqlarda uzilishlar ko'p bo'lgan, bu esa foydalanuvchilarning faoliyatiga salbiy ta'sir qilgan. Yangi holat (5 ta uzilish): Taqsimlangan generatsiya manbalari mahalliy ta'minot manbai sifatida ishlaydi, markaziy uzilishlar ta'siri kamayadi. Natijada uzilishlar soni sezilarli kamaygan - bu elektr energiyasining uzluksizligini ta'minlaydi.

Tiklanish vaqti: 55,6% qisqarish, Oldingi holat (45 daqika): Nosozlikdan so'ng tarmoqni tiklash ko'p vaqt olgan. Yangi holat (20 daqika): Taqsimlangan generatsiya yordamida tezkor xavf ta'minoti yo'lga qo'yiladi, avtomatlashtirilgan tizimlar nosozlikni aniqlaydi va bartaraf etadi. Natijada tizim tez tiklanadi, foydalanuvchi noqulayligi kamayadi, texnik xizmat xarajatlari pasayadi.

Taqsimlangan generatsiya ulanishi nafaqat tarmoq ishonchligini oshiradi, balki energiya ta'minoti sifatini yaxshilaydi, xizmat ko'rsatish va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytiradi, uzoq muddatli energiya xavfsizligini ta'minlaydi.

4. Xulosa

Taqsimlangan generatsiya manbalari elektr energiyasi ishlab chiqarish tizimini diversifikatsiyalash, energiya samaradorligini oshirish va ekologik barqarorlikni ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Biroq ularning elektr tarmoqlariga ulanilishi ehtiyotkorlik bilan rejalashtirilishi va ilg'or boshqaruv mexanizmlari bilan ta'minlanishi lozim.

Tizim ishonchligi, barqarorligi va xavfsizligi taqsimlangan generatsiya manbalarining to'g'ri integratsiyasiga bevosita bog'liqdir. Taqsimlangan generatsiya manbalarining elektr tarmoqlariga keng miqyosda integratsiya qilinishi zamonaviy energetika tizimlarining ishonchligini oshirishda muhim omil bo'lib xizmat qilmoqda. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, taqsimlangan generatsiya tarmoqlarda kuchlanish barqarorligini oshiradi, o'rtacha uzilishlar sonini va tiklanish vaqtini sezilarli darajada kamaytiradi. Xususan, kuchlanish barqarorligi 85 foizdan 96 foizgacha ko'tarilgan bo'lsa, o'rtacha uzilishlar soni oyiga 12 tadan 5 tagacha kamaygan, tiklanish vaqti esa 45 daqiqadan 20 daqiqagacha qisqargan. Umuman olganda, taqsimlangan generatsiya manbalari elektr tarmoqlari ishonchligini oshirish, energiya samaradorligini kuchaytirish va ekologik xavfsizlikni ta'minlashda strategik yechim sifatida qaralmoqda. Ularni elektr ta'minot tizimiga muvaffaqiyatli integratsiya qilish orqali energetika sohasida barqaror va ishonchli kelajak sari qadam qo'yish mumkin.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] International Energy Agency "Power systems in transition, Challenges and opportunities ahead for electricity security", October 2020.

[2] Huang S., Wu Q., Cheng L., Liu Z. Optimal Reconfiguration Based Dynamic Tariff for Congestion Management and Line Loss Reduction in Distribution Networks. IEEE Transactions on Smart Grid, 2015. DOI: 10.1109/TSG.2015.2419080.

[3] Manju M., Leena G., Saxena N.S. Distribution Network Reconfiguration for Power Loss Minimization Using Bacterial Foraging Optimization Algorithm. Engineering and Manufacturing, 2016, no. 2, pp. 234-239.

[4] Aggelos, S., Bouhouras., Paschalis, A., Gkaidatzis., Dimitris, P., Labridis. Network Reconfiguration in Modern Power Distribution Networks. (2020). doi: 10.1007/978-3-030-36115-0_7.

[5] Guan F.H., Zhao D.M., Zhang X., Shan B.N., Liu Z. Research on Distributed Generation Technologies and its impacts on Power System // 2009 SUPERGEN Conference, Nanjing, China. 2009. S02P0557.

[6] Yağmur Kırççek, Ahmet Aktaş, "Design and implementation of a new adaptive energy management algorithm capable of active and reactive power control for grid-connected PV systems", Ain Shams Engineering Journal, Volume 14, Issue 12, 2023, 102220, ISSN 2090-4479, <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102220>.

[7] Zhengchao Wang, A.T.D Perera, "Robust optimization of power grid with distributed generation and improved reliability", Energy Procedia, Volume 159, 2019, Pages 400-405, ISSN 1876-6102, <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.12.069>.

[8] Воропай Н.И. Распределенная генерация в электроэнергетических системах // Международная научно-практическая конференция «Малая энергетика-2005», 2005.

[9] Тарасенко В.В. Генетический алгоритм выбора распределённой генерации / В.В. Тарасенко // Вестник Южно-Уральского Государственного Университета. Серия «Энергетика». – 2010. – Вып. 13. – №14(190). – С. 15–19.



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

Tolipov O'zbekiston Respublikasi Fanlar
Jamshid akademiyasi Energetika muammolari
Nurbekovich instituti katta ilmiy xodimi PhD, k.i.x.
/
E-mail: tolipovjamshidn@gmail.com
Tel.: +99893 565-22-08
Jamshid <https://orcid.org/0009-0009-2520-8995>
Nurbekovich

Saidov
Azimjon
Husan o'g'li
/
Saidov
Azimjon
Khusan ugli

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi
Toshkent axborot texnologiyalari
universiteti ma'naviyat va ma'rifat
bo'limi, tyutor
E-mail: azimjonsaidov0812@gmail.com
Tel.: +99890 922-97 94
<https://orcid.org/0009-0007-4146-4062>



Methods for identifying factors influencing the complexity of urban bus routes

F.B. Amirkulov¹ 

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article provides an in-depth analysis of the key factors for assessing the complexity of urban public transport, particularly bus routes, their resulting impacts, and applicable technological tools. Factors such as route geometry, number and density of stops, number and type of intersections, pedestrian crossings and railway crossings directly affect service quality and travel time reliability. The research employs GPS monitoring system technologies. Using GIS software such as QGIS, methods for route optimization and visual complexity analysis are demonstrated. This empirical and analytical approach serves to enhance the economic efficiency of urban bus transport, improve the level of passenger needs satisfaction, and develop additional policy and planning measures through comprehensive statistical analysis. The results provide practical recommendations for modernizing urban transport systems.

Keywords: bus routes, urban transport, travel time reliability, complexity, QGIS, unscheduled stops, simulation, service quality

Shahar avtobus marshurtlari murakkabligiga tasir qiluvchi omillarni aniqlash uslublari

Amirkulov F.B.¹ 

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada shahar jamoat transporti, xususan avtobus yo'nalishlarining murakkabligini baholashga qaratilgan asosiy omillar, ular keltirib chiqaradigan ta'sirlar va qo'llash mumkin bo'lgan texnologik vositalar chuqur tahlil qilinadi. Yo'nalish geometriyasi, bekatlar soni va zichligi, chorrahalar soni va turi, Piyodalar o'tish joylari va temir yo'l izlari bilan keshishgan kabi omillar xizmat ko'rsatish sifatiga hamda qatnov vaqtining ishonchililigiga bevosita ta'sir etadi. Tadqiqotda GPS monitoring tizimlari texnologiyalari qo'llanilgan. QGIS kabi GIS dasturiy ta'minotdan foydalanib, marshrut optimallashtirish va murakkablikni vizual tahlil qilish usullari ko'rsatib o'tiladi. Mazkur tajribaviy va analitik yondashuv shahar avtobus transportining iqtisodiy samaradorligini oshirishga, yo'lovchilar ehtiyojlarini qondirish darajasini yaxshilashga hamda chuqur statistik tahlil qilish orqali qo'shimcha siyosiy va rejalashtirish choralari ishlab chiqishga xizmat qiladi. Natijalar shahar transport tizimini modernizatsiya qilish bo'yicha amaliy tavsiyalar beradi.

Kalit so'zlar: avtobus yo'nalishlari, shahar transporti, qatnov vaqti ishonchililigi, murakkablik, QGIS, rejasiz to'xtashlar, simulyatsiya, xizmat sifati

1. Kirish

Avtobus yo'nalishining murakkabligi (bus route complexity) avtobus yo'nalishi loyihalashtirish va ekspluatatsiyasidagi murakkablik darajasini ifodalaydi [1],[4]. Bu tushuncha fazoviy (geometrik) unsurlarni – masalan, burilishlar soni, chorrahalar zichligi, yo'nalishning to'g'ridan-to'g'ri yoki o'ramaligi – hamda to'xtashlar chastotasi, tirbandlik darajasi, svetofor boshqaruvlari, to'xtash bekatlari va haydovchi xatti-harakatlari kabi operatsion omillarni ham o'z ichiga oladi [2],[5].

Murakkabligi yuqori bo'lgan yo'nalishlar odatda tor ko'chalardan o'tishi, tez-tez yoki kutilmagan to'xtashlarni o'z ichiga olishi va turli xil yo'l-transport boshqaruvlariga duch kelishi mumkin [1],[3]. Natijada bunday yo'nalishlarda odatda qatnov vaqtining uzayishi, ekspluatatsiya

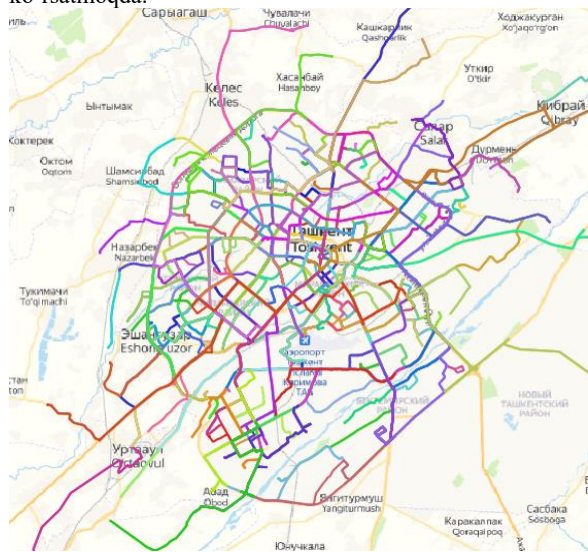
xarajatlarining oshishi va qatnov jadvaliga rioya qilishdagi qiyinchiliklar yuzaga keladi [4]. Bunga qarama-qarshi ravishda, kesishmalari kamroq va aniqroq yo'nalishga ega bo'lgan marshrutda odatda qatnov vaqtlari barqarorroq, xizmat ko'rsatish ishonchililigi esa yuqoriroq bo'ladi [2]. Yo'nalish murakkabligiga ta'sir qiluvchi omillar: burilishlar soni chorrahalar zichligi yo'nalishning to'g'ridan-to'g'ri o'tganligi (directness) to'xtash bekatlari orasidagi masofa (stop spacing) yo'lovchilar talab darajasi (passenger demand) tirbandlik darajasi (congestion levels) svetofor va boshqa yo'l-transport boshqaruv vositalari (traffic control devices) xisoblanib bular yo'nalishdagi avtobuslar ish faoliyatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Hozirda Toshkent shahrida 167 ta (1-rasm) yo'nalishlarda 1700 tadan ziyod avtobuslar ishlab turibdi. Kunlik qatnovlar soni 21234 tani tashkil etmoqda va ularda o'rtacha 800000 dan ortiq yo'lovchi o'z manzillariga yetkazilmoqda. Yo'nalishli avtobuslarning oraliq

 <https://orcid.org/0009-0009-8419-1820>



intervallari yo'lovchilarning oqimini va yo'nalish murakkabligini hisobga olgan holda 8-10 daqiqani tashkil etmoqda. Ushbu yo'nalishlarda yo'lovchilarga hozirda 7 turdagi rusumli avtobuslar, ya'ni Mercedes-Benz LF, Isuzu, Man, Saz LE, Yutong, King Long, Elektrobustlar xizmat ko'rsatmoqda.



1-rasm. Toshkent shahridagi mavjud avtobus yo'nalishlar tarmog'i

2. Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu murakkabliklar sabab avtobuslar ish faoliyatida muammolar yuzaga kelmoqda. Masalan: Shahar avtobus yo'nalishlarining umumiy murakkablik darajasini belgilovchi omillardan quyidagilar belgilangan

1. Har bir bekatdan o'tadigan avtobus yo'nalishlari sonini.
2. Har bir chorrahadan o'tadigan avtobus yo'nalishlari sonini.
3. Har bir tartibga solingan va solinmagan piyodalar o'tish joyidan o'tadigan avtobus yo'nalishlari sonini.
4. Har bir temir yo'l izi bilan kesishgan joydan o'tadigan avtobus yo'nalishlari sonini qayd etish mumkin.

Marshurtning murakkabligiga ta'sir qilivchi ko'rsatkichni aniqlash va tahlil qilish jarayonini quyidagi bosqichlar asosida tashkil etish maqsadga muvofiq:

Shahar avtobus yo'nalishlarini QGIS dasturida raqamlashtirish

Avvalo, shahardagi barcha avtobus yo'nalishlari (boshlang'ich va oxirgi bekatlar, yo'nalish chiziqlari) elektron shaklga o'tkaziladi. Buning uchun QGIS dasturida har bir yo'nalish bo'ylab mavjud barcha ko'cha va ko'chalarning geografik koordinatalari raqamlashtiriladi.

Shahardagi jami bekatlarni, tartibga solingan va solinmagan chorrahalarni, tartibga solingan va solinmagan piyodalar o'tish joylarni va temir yo'l izlari bilan kesishgan nuqtalarni QGIS dasturida raqamlashtirish

Keyingi bosqichda, shaharda faoliyat olib borayotgan barcha rasmiy avtobus bekatlari (bekat nomi, manzili, joylashuvi), Chorrahalar (chorraha turi, tartibga solingan solinmaganligi, manzili, joylashuvi), piyodalar o'tish joylari (turi, tartibga solingan solinmaganligi, manzili, joylashuvi),

temir yo'l izlari bilan tutashgan nuqtalar (manzili, joylashuvi) QGIS yordamida spatial (geografik) ma'lumotlar bazasiga kiritiladi. Bu bekatlar alohida qatlam (layer) sifatida saqlanib, har birining aniq koordinatalari, nomeri yoki identifikatorlari belgilab chiqiladi.

Ushbu yo'nalishlarni QGIS dasturida bekatlarga, chorrahalarga, piyodalar o'tish joylariga, temir yo'l izlari bilan kesishgan nuqtalarga birlashtirish

So'ngra har bir avtobus yo'nalishiga tegishli bekatlar chorrahalar, piyodalar o'tish joylari, temir yo'l izlari tanlanadi va QGIS dasturida yo'nalish qatlamiga bog'lab chiqiladi. Natijada, har bir bekatdan chorrahadan, piyodalar o'tish joylaridan, temir yo'l izlaridan o'tadigan yo'nalishlar soni aniqlanadi. Mazkur bosqichda fazoviy (spatial) tahlil usullaridan foydalanish, masalan, bekat va yo'nalish qatlamlarini kesish (intersect) yoki tutashtirish (join) amallarini bajarish orqali bekatlarning qaysi yo'nalishlarga tegishli ekanligini avtomatik ravishda aniqlash imkonini beradi.

Natijada olingan ma'lumotlar asosida bitta bekatdan o'tadigan avtobus yo'nalishlari soni haqida aniq raqamli ko'rsatkichga ega bo'lamiz va shahar avtobus yo'nalishlari murakkabligini baholashda ushbu omilni ham inobatga olish mumkin bo'ladi.

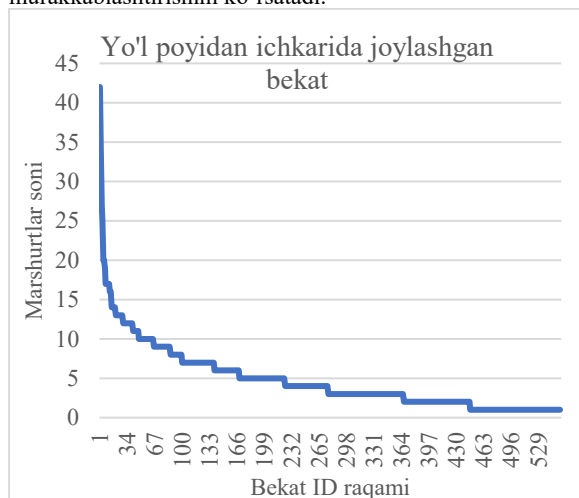
Tadqiqot natijalariga ko'ra, bugungi kunda Toshkent shahridagi yo'nalishli avtobuslarga xizmat ko'rsatuvchi 3055 ta oraliq bekat mavju, (2-rasm) shundan 2426 tasi yo'l poyida joylashgan va 629 tasi yo'l poyidan ichkarida joylashgan bekat xisoblanadi. Poytaxtda jami 43 ta bekatlardan Avtobus yo'nalishlarining boshlanish yoki oxirgi bekatlari xisoblanadi. Eng zich joylashgan hudud sifatida poytaxtning Mirobod tumani aytish mumkin. Bekatlarning bunday o'zaro yaqin joylashuvi avtobusning tez-tez to'xtashiga olib kelib, marshurtning murakkablashishiga va qatnov vaqtining uzayishiga sabab bo'ladi. Buning natijasida yo'lovchilar oqimini tartibga solish, avtobuslar harakati jadvaliga rioya qilish va transport oqimini boshqarish murakkabligi ortadi. Ayniqsa, bir-biriga yaqin bekatlar atrofida tirbandlik va yo'lovchilar tiqilinchlari ko'payishi mumkin, bu esa marshrut umumiy murakkablik darajasini sezilarli ravishda oshiradi.



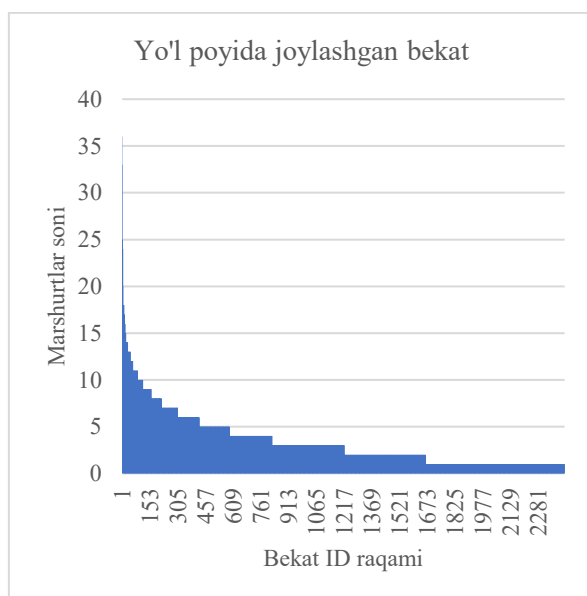
2-rasm. Toshkent shahridagi mavjud avtobus bekatlar

Toshkent shahrida yo'l poyida joylashgan yagona bekatdan 35 tadan ortiq avtobus yo'nalishlari, yo'l poyidan ichkarida joylashgan boshqa bir bekatdan esa 40 dan ziyod

avtobus yo'nalishlari o'tgani aniqlandi(3-4-rasm). Bu omil bekatlardagi yo'lovchi oqimini boshqarish va marshrutlarni samarali tashkil etish jarayonini yanada murakkablashtirishini ko'rsatadi.



3-rasm. Yo'l poyidan ichkarida joylashgan avtobus bekatlardan o'tuvchi yo'nalishlar



4-rasm. Yo'l poyida joylashgan avtobus bekatlardan o'tuvchi yo'nalishlar

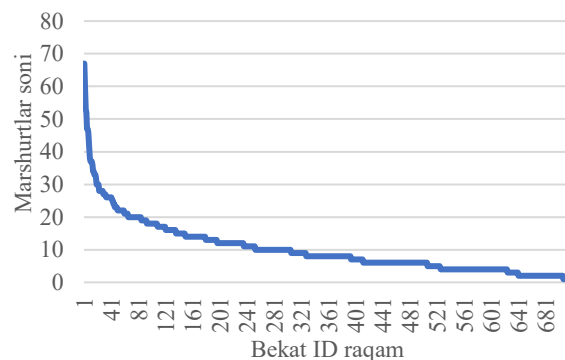


5-rasm. Chorrhahalardan o'tadigan avtobus yo'nalishlari

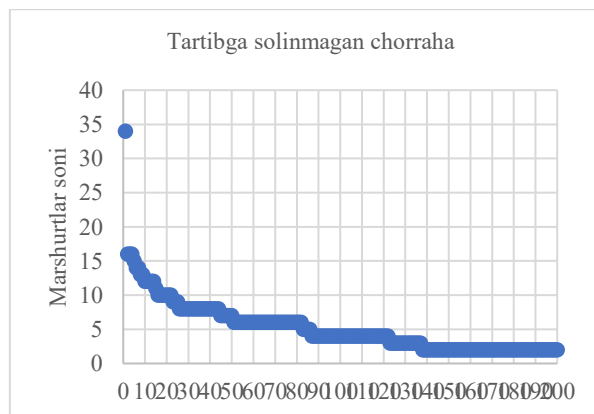
Toshkent shahridagi jami 167 ta avtobus marshurtlari shahrning turli chorrhahalaridan o'tgan bo'lib ularning jami soni qariyb 1013 ta ekanligi ma'lum bo'ldi. (5-rasm). Ushbu chorrhahalarning 717 tasi tartibga solingan chorraha 231 tasi tartibga solinmagan chorraha va 65 tasi harakat aylanma harakat tashkil etilgan chorraha ekanligi ma'lum bo'ldi.

Tatqiqotga ko'ra tartibga solingan chorrhadan eng ko'p o'tgan avtobus marshurtlari soni 70 taga yaqin (6-rasm). Tartibga solinmagan chorrhadan eng ko'p 35 ta atrofidan avtobus o'tganligini ko'rishimiz mumkin. (7-rasm). Chorrhadan o'tadigan avtobus yo'nalishlari soni qancha ko'p bo'lsa, transport oqimining kesishishi shuncha ortib, yo'llarda tirbandlik va to'xtab qolishlar tez-tez yuz berishi mumkin. Bu esa avtobuslarning belgilangan jadvalga rioya qilishini murakkablashtirib, yo'lovchilarning kutish vaqtini uzaytiradi hamda chorrhani tashkil etish va boshqarish ishlarini qiyinlashtiradi. Natijada, mazkur chorraha transport infratuzilmasida "murakkab nuqta" sifatida ko'rib chiqilishi va qo'shimcha rejalashtirish, boshqaruv choralarini talab etishi mumkin.

Tartibga solingan chorraha

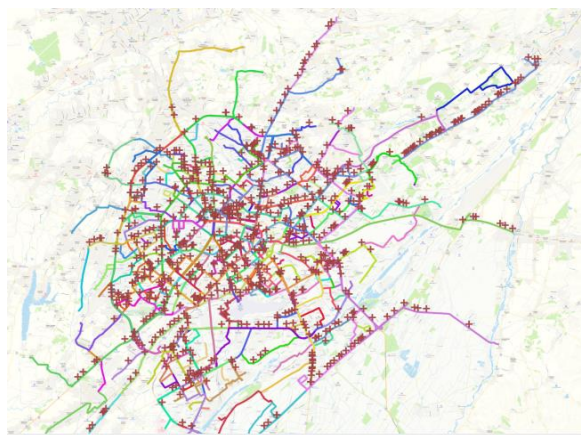


6-rasm. Tartibga solingan chorrhalarga to'g'ri keladigan marshurtlar



7-rasm. Tartibga solinmagan chorrhalarga to'g'ri keladigan marshurtlar

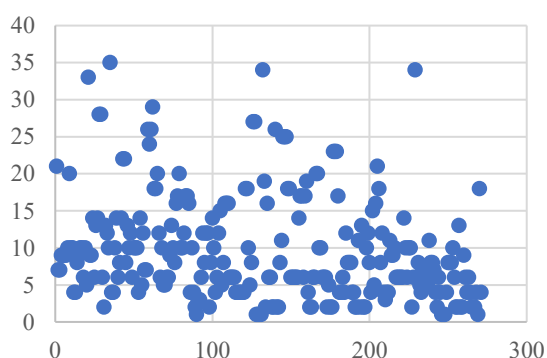
Toshkent shahridagi mavjud avtobus yo'nalishlariga jam 830 ta piyodalar o'tish joyi bilan kesishadi. (8-rasm). Shundan 273 tasi tartibga solingan piyodalar o'tish joyi bo'lsa 557 tasi tartibga solinmagan piyodalar o'tish joyi xisoblanadi.



8-rasm Avtobus yo'nalishlarining piyodalar o'tish joyi bilan kesishadigan nuqtalari

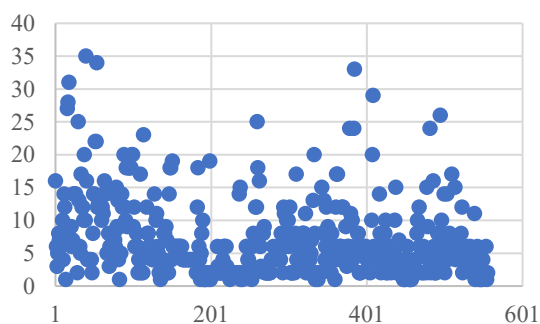
Avtobus yo'nalishlarining piyodalar o'tish joyi bilan kesishishi qanchalik ko'p bo'lsa, ushbu hududlarda tezlikni pasaytirish, to'xtash va piyodalar harakatiga ustunlik berish zarurati ortadi. Toshkent shahridagi tartibga solingan piyodalar o'tish joyidan eng ko'p 35 ta avtobus yo'nalishi o'tgan, (9-rasm), Tartibga solinmagan piyodalar o'tish joyidan 30 tadan ko'proq avtobus yo'nalishi o'tgan. (10-rasm). Bu esa transport oqimi sekinlashishi, bekat va chorahalarda kutish vaqtining ko'payishi hamda xavfsizlik choralari kuchaytirish zaruriyatini keltirib chiqaradi. Shu sababli, bunday o'tish joylari sonining ortishi avtobus marshrutining murakkablik darajasini oshirib, rejalashtirish va boshqaruvda qo'shimcha chora-tadbirlar talab etadi.

Tartibga solingan piyodalar o'tish joyi



9-rasm. Tartibga solingan piyodalar o'tish joyi bilan kesishadigan marshurtlar

Tartibga solinmagan piyodalar o'tish joyi



10-rasm. Tartibga solinmagan piyodalar o'tish joyi bilan kesishadigan marshurtlar

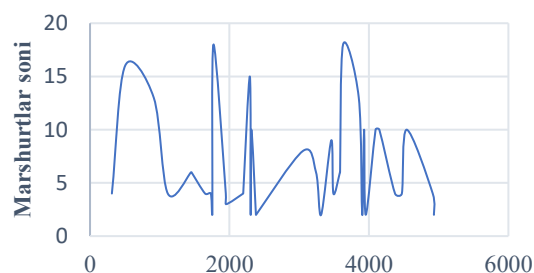
Toshkent shahridagi mavjud avtobus yo'nalishlariga jam 42 ta nuqtada temir yo'l izlari bilan kesishadi. (11-rasm.)



11-rasm. Avtobus yo'nalishlarining temir yo'l izlari bilan kesishadigan nuqtalari

Toshkent Shahrida jami temir yo'l izlari bilan eng ko'pi 18 ta avtobus marshurti eng kami 2 ta avtobus marshurti kesishadi. (12-rasm). Temir yo'l izlari bilan kesishadigan avtobus yo'nalishlari ko'pincha qo'shimcha xavfsizlik va boshqaruv choralari talab qiladi. Poyezd o'tgunga qadar kutish va harakatlanish cheklolari tufayli avtobuslar belgilangan jadvaldan kechikib qolishi, yo'lovchilar uchun kutish vaqti ortishi mumkin. Bu omillar marshrutning umumiy murakkabligini oshiradi hamda transport rejalashtirishda qo'shimcha e'tibor va resurslar sarflashni talab etadi.

Temir yo'l izidan kesib o'tgan marshurtlar soni



12-rasm. Temir yo'l izlari bilan kesishadigan avtobus marshurtlar soni

3. Xulosa

Xulosa qilib aytganda, yuqorida keltirilgan bosqichlarni bosqichma-bosqich amalga oshirish orqali, QGIS dasturida shahar avtobus yo'nalishlari hamda bekatlarni, shuningdek chorahalar, piyodalar o'tish joylari va temir yo'l izlari bilan kesishadigan marshrutlarni ham raqamlashtirish hamda ular o'rtasidagi fazoviy bog'liqlikni aniqlash mumkin bo'ladi. Natijada, bitta bekat, chorraha yoki piyodalar o'tish joyidan o'tadigan avtobus yo'nalishlari soni har bir kesimda aniqlandi. Ushbu raqamli ko'rsatkichlar shahar miqyosida avtobus qatnovini rejalashtirish, bekatlarning o'zaro uzviyligini baholash, yo'lovchilar oqimini muvofiqlashtirish, shuningdek, temir yo'l kesishmalarida yuzaga keladigan qo'shimcha xavfsizlik va kechikish holatlarini inobatga olish orqali jamoat transporti tizimidagi murakkablik darajasini aniqlashda muhim ahamiyat kasb

etadi. Aniqlangan ma'lumotlar, shu jumladan har bir bekat yoki kesishma kesimida nechta avtobus yo'nalishi mavjudligi, transport tizimini optimallashtirish yoki yangi yo'nalishlarni rejalashtirish bo'yicha strategik qarorlar qabul qilishda zarur asos bo'lib xizmat qiladi. Mazkur yondashuv natijasida kelajakda bekatlar joylashuvini va transport yo'nalishlarini takomillashtirish orqali jamoat transporti xizmatlarini sifatli tashkil etish va yo'lovchilarga qulaylik yaratish imkoniyati paydo bo'ladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Elhabiby, M. M., Fikry, A. O., Mahdy, H. A., & Kandil, K. A. (2013). Influence of Unscheduled Random Public Bus Stops on Transit Travel Time. *Journal of Traffic and Logistics Engineering*, 1(1), 20–24.
- [2] Furth, P. G., & Muller, T. (2007). Service Reliability and Optimal Running Time Schedules. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2034, 55–61.
- [3] Strathman, J. G., Dueker, K. J., Kimpel, T. J., & Gerhart, R. (2000). *Bus Transit Operations Control: Review*

and an Experiment Involving Tri-Met's Automated Bus Dispatching System. *Journal of Public Transportation*, 3(2), 27–48.

[4] Mahdy, H. A. (2012). Toward Reliable Public Bus Services in Greater Cairo. *Journal of Advanced Social Research*, 2(3), 165–176.

[5] Bohte, W., & Maat, K. (2009). Deriving and Validating Trip Purposes and Travel Modes for Multi-Day GPS-Based Travel Surveys: A Large-Scale Application in the Netherlands. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 17(3), 285–297.

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

Amirkulov Farrux / Tashkent davlat transport universiteti
Farrux / "Transport intellektual tizimlari
Amirkulov muhandisligi" kafedrasida tayanch
doktranti
E-mail: farruxamirkulov004@gmail.com
Tel.: +998936507069
<https://orcid.org/0009-0009-8419-1820>



Ways to determine and optimize traffic flow speeds under the real conditions of the street-road network

G.A. Ruzimatova¹ 

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article thoroughly investigates the determination of a safe and economically optimal driving speed for vehicles, taking into account various factors such as road infrastructure, weather conditions, traffic density, and the physical condition of the road surface. The study analyzes the interaction between the physical and mechanical characteristics of roads, meteorological influences, and traffic flow parameters, offering recommended speed limits under different real-world conditions. These proposed speed limits are scientifically justified based on statistical data, real-life observations, and mathematical modeling methods, with a particular focus on their practical applicability. Additionally, the article reviews relevant international experiences and provides recommendations for their adaptation to local conditions. The findings of this research are expected to contribute significantly to improving road traffic safety, enhancing traffic flow management, and reducing transportation costs for both passengers and freight.

Keywords: transport flow, traffic speed, street-road network, optimization, traffic light algorithm, ITS, simulation, road density, urban planning

Ko'cha-yo'l tarmog'ining haqiqiy sharoitida transport oqimlarining harakat tezligini aniqlash va optimallashtirish yo'llari

Ruzimatova G.A.¹ 

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Mazkur maqolada yo'l infratuzilmasi, ob-havo sharoiti, transport harakati zichligi hamda yo'l yuzasining texnik holatini kompleks tarzda hisobga olgan holda transport vositalari uchun xavfsiz va iqtisodiy jihatdan optimal bo'lgan harakat tezligini aniqlash masalalari chuqur o'rganiladi. Tadqiqot davomida yo'llarning fizik-mexanik xususiyatlari, meteorologik omillar va harakat oqimlarining o'zaro ta'siri tahlil qilinib, turli sharoitlarda tavsiya etilishi lozim bo'lgan tezlik chegaralari aniqlab berilgan. Ushbu tezlik chegaralari statistik ma'lumotlar, real tajriba natijalari va matematik modellash usullari asosida asoslab berilgan bo'lib, ularning amaliy qo'llash imkoniyatlari ham yoritilgan. Maqolada shuningdek, mavjud xalqaro tajribalar o'rganilib, ularni mahalliy sharoitlarga moslashtirish bo'yicha takliflar ilgari surilgan. Tadqiqot natijalari yo'l harakati xavfsizligini oshirish, transport oqimlarini samarali boshqarish va yo'lovchi hamda yuk tashish xarajatlarini kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etishi mumkin.

Kalit so'zlar: transport oqimi, harakat tezligi, ko'cha-yo'l tarmog'i, optimallashtirish, svetofor algoritmi, ITS, simulyatsiya, yo'l zichligi, urbanistika

1. Kirish

Bugungi urbanizatsiya sharoitida shaharlar aholisining va transport vositalarining ko'payishi transport infratuzilmasi yuklamasini keskin oshirib yubordi. Ko'cha-yo'l tarmog'ida tirbandliklar, yo'l-transport hodisalari va ekologik ifloslanish kabi salbiy omillar ortmoqda. Ushbu muammolarning asosiy sababi – transport oqimlarining noto'g'ri boshqarilishi, harakat tezligi bo'yicha aniq ma'lumotlarning yetishmasligi hamda harakatni real vaqt rejimida optimallashtirishning samarasizligidir.

Transport oqimlarining harakat tezligini aniqlash, uni modellash va optimallashtirish orqali yo'llardagi tirbandliklarni kamaytirish, yo'l harakati xavfsizligini oshirish, yoqilg'i sarfini va atmosfera chiqindilarini kamaytirish mumkin.

O'zbekiston Respublikasi o'z mustaqilligiga erishganidan so'ng mamlakatimizda ijtimoiy-iqtisodiy sohalarida keng qamrovli islohotlar bosqichma-bosqich amalga oshirila boshlandi. Bu o'zgarishlar turli sohalarida, xususan, sanoat va infratuzilma rivojida yaqqol namoyon bo'ldi. Ayniqsa, avtomobilsozlik sanoatining shakllanishi va rivojlanishi milliy iqtisodiyotda yangi yo'nalishlarning paydo bo'lishiga xizmat qildi. Shu bilan birga, yo'l qurilishi sohasida ham keng ko'lamlı o'zgarishlar amalga oshirilib, mamlakat infratuzilmasi tubdan takomillasha boshladi. Chet el davlatlari bilan savdo-iqtisodiy hamkorlik aloqalari kengayib, tashqi bozorlar bilan integratsiya jarayonlari jadallashdi.

Shuningdek, mamlakatimiz aholisi sonining yildan-yilga ortib borayotgani bilan bog'liq holda shaharlar hududi kengayib, urbanizatsiya jarayoni jadallashdi. Aholi sonining ortishi esa tabiiy ravishda avtotransport vositalariga bo'lgan ehtiyojning oshishiga olib keldi. Shu sababli, yurtimizda,

^a <https://orcid.org/0009-0008-1158-7819>



xususan, yirik shaharlarda transport vositalari soni tez sur'atlar bilan ko'paymoqda.

Natijada, respublika avtomobil yo'llari, ayniqsa, shahar magistral yo'llarida transport harakatining intensivligi yil sayin ortib bormoqda.

Transport oqimining ortib borishi bir qator muammolarni ham keltirib chiqarmoqda. Jumladan, harakatdagi avtomobillar orasidagi oraliq masofaning qisqarishi, tezlikning pasayishi va haydovchilarning psixologik bosimi oshishi kabi holatlar yuzaga kelmoqda. Bular esa o'z navbatida umumiy yo'l harakatining qulayligini kamaytiradi, transport qatnovi samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi [1].

Transport vositalari harakatining eng yuqori zichlik darajasi ularning to'xtab qolish holati — ya'ni "zator" paytida kuzatiladi. Bunday holat transport tizimi samaradorligini pasaytiradi, vaqt va yoqilg'i sarfini oshiradi, ekologik muhitga salbiy ta'sir yetkazadi. Shu sababli, transport oqimi zichligini baholash va boshqarish masalalari zamonaviy sharoitda dolzarb ahamiyat kasb etmoqda.

Transport oqimining zichligini quyidagicha baholash mumkin:

$$Q=N/V$$

Transport harakatining samaradorligini tahlil qilishda yo'l bo'yab harakatlanayotgan avtomobillar soni, ya'ni bir polasa kesimidagi harakat miqdori "N" va transport oqimining zichligi "V" kabi ko'rsatkichlar muhim ahamiyatga ega. Bu yerda "N" — harakatdagi transport vositalari sonini avt/km birligida, "V" esa transport vositalarining o'rtacha tezligini km/soat birligida ifodalaydi. Harakat miqdori (N) ko'p hollarda yo'l sharoitiga bog'liq holda o'zgaruvchan bo'ladi. Ayniqsa, yo'lning kengligi, uning silliqdigi, svetoforlar soni va boshqa infratuzilma omillari bu ko'rsatkichga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Transport oqimining zichligini aniqlash uchun hozirgi kunda zamonaviy texnologiyalar — masalan, aerofotosyomka (havo suratga olish) va yo'lning yon tarafidan, balandlikdan amalga oshiriladigan video yoki kinosyomka ishlatiladi. Ushbu usullar yordamida yo'ldagi harakat intensivligi vizual va raqamli tahlil orqali aniqlanadi.

Transport oqimi zichlashgan paytlarda, ya'ni ko'plab avtomobillar bir vaqtning o'zida bir yo'nalishda harakatlanayotgan holatlarda yo'lning yuklanish darajasi ortadi. Bu esa o'z navbatida harakat tezligining pasayishiga olib keladi. Tezlikning kamayishi transport vositalarining to'xtab-turib yurishi holatlarini ko'paytiradi va natijada dvigatel ishlayotgan bo'lsa-da, transport vositasi harakatlanmasligi yoki juda sekin siljishi sababli atrof-muhitga ko'proq zaharli gazlar chiqariladi.

Shu sababli, atrof-muhitni muhofaza qilish nuqtai nazaridan, transport oqimining zichligini optimal darajada saqlash dolzarb hisoblanadi. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, agar avtomobillar oraliq masofani saqlagan holda 40–60 km/soat tezlikda harakatlansa, bu harakat tezligi yo'lning sig'imiga to'liq mos keladi hamda chiqindi gazlar chiqarilishi nisbatan kamayadi. Bu holat nafaqat ekologik, balki iqtisodiy va sog'liqni saqlash nuqtai nazaridan ham ijobiy natijalarga olib keladi.

Shunday qilib, transport oqimi zichligini nazorat qilish va uni ma'lum bir me'yoriy darajada ushlab turish — yo'l harakatini barqarorlashtirish, yo'lovchilar xavfsizligini ta'minlash va atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirishda muhim rol o'ynaydi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Transport oqimi — bu ma'lum bir yo'l kesmasi bo'yab harakatlanayotgan transport vositalarining birligi (odatda avtomobillar soni) va vaqt (soat, daqiqa) bo'yicha aniqlanadigan ko'rsatkichdir.

Harakat tezligi — bu transport vositalarining yo'l kesmasini bosib o'tishi uchun sarflangan vaqtga nisbatan olingan masofadir. Harakat tezligi quyidagicha tasniflanadi:

- O'rtacha tezlik (spot speed)
- Yo'l bo'yicha o'rtacha tezlik (space mean speed)
- Vaqt bo'yicha o'rtacha tezlik (time mean speed)

Shuningdek, tadqiqotda ko'cha-yo'l tarmog'idagi transport oqimlarining harakat tezligini real sharoitda aniqlash va ularni optimallashtirish yo'llarini ishlab chiqish maqsad qilingan. Tadqiqot quyidagi metodik yondashuvlar asosida amalga oshirildi:

1. Tahliliy-uslubiy yondashuv. Transport oqimlariga oid ilg'or nazariyalar, milliy va xorijiy amaliyotlar o'rganildi. Yo'l harakati xavfsizligi, tirbandlik, transport zichligi kabi ko'rsatkichlar asosida mavjud muammo va kamchiliklar aniqlanib, ilmiy-tahliliy asosda baholandi.

2. Empirik kuzatuv va dala tadqiqotlari. Shahar ko'chalarida real vaqtda kuzatuv ishlari olib borildi. Bunda quyidagi usullar qo'llanildi:

- Aerofotosyomka va dron orqali suratga olish orqali transport oqimining zichligi va yo'nalishlari aniqlandi.
- Radar uskunalari, GPS sensorlar va mobil ilovalar yordamida transport vositalarining harakat tezligi o'lchandi.
- Yo'l kesimlarida harakat soni va turi (avtobus, yengil avtomobil, yuk mashinalari) aniqlandi (avt/km birlikda).

3. Matematik modellash yondashuvi. Transport oqimlarining harakat tezligi va zichligi orasidagi bog'liqlik matematik modellar yordamida ifodalandi. Jumladan:

- Greenshields modeli asosida tezlik-zichlik grafigi chizildi;
- Macroscopic Fundamental Diagram (MFD) yondashuvi orqali turli shahar kesimlarida harakat oqimi tahlil qilindi;
- Regressiya tahlili orqali mavjud holatdan kelib chiqib bashoratli modellar ishlab chiqildi.

4. Optimallashtirish usullari. Transport harakatini samarali boshqarish uchun quyidagilar tavsiya etildi:

- Intellekual transport tizimlari (ITS) asosida svetoforlarni avtomatik tartibga solish;
- Vaqt bo'yicha transport oqimini ajratish (pik va nopik soatlar);
- Yo'nalishni qayta rejalashtirish (rerouting) orqali tirbandliklarni kamaytirish;
- Simulyatsion dasturlar (masalan, VISSIM, AIMSUN) yordamida taklif etilgan choralar samarasi baholandi.

5. GIS texnologiyalari va vizual tahlil. Geoinformatsion tizim (GIS) vositalari orqali:

- Transport harakatiga oid real xaritalar yaratildi;
- Tezlik, zichlik va tirbandliklar vizual tarzda grafik ko'rinishda tahlil qilindi.

Avtomobil yo'llarida transport harakati, odatda, qat'iy tartibga bo'ysunmaydi va ko'pincha tasodifiylik bilan shakllanadi. Har bir haydovchi harakatlanish chog'ida o'ziga qulay bo'lgan tezlikni va yo'l bo'lagini tanlaydi,



ammo u tanlagan harakat yo'nalishi va tezligi boshqa harakat ishtirokchilari xavfsizligiga qanday ta'sir ko'rsatishi haqida har doim ham chuqur o'ylamaydi. Bu esa umumiy harakat tartibini buzib, noxush holatlarga sabab bo'lishi mumkin.

Shuningdek, shahar ko'chalari va magistral yo'llar kengligining turlicha bo'lishi, transport vositalarining dinamik o'lchamlari (gabaritlari) bilan birga, harakatga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, katta gabaritli yuk mashinalari va yengil avtomobillar bir yo'lda harakatlanayotganida, yo'lning to'g'ri rejalashtirilmagan kengligi tirbandliklar, avariya xavfi va umumiy harakat samaradorligining pasayishiga olib kelishi mumkin [4].

Transport oqimining o'zaro ta'siri esa yo'ldagi harakat zichligi ortgani sayin kuchayadi. Oqim miqdori ko'paygani sari harakatdagi avtomobillar orasidagi masofa qisqaradi, boshqaruv murakkablashadi va bu holat xavfsizlik darajasini pasaytiradi.

Yo'l kengligini to'g'ri tashkil etish, ya'ni uni ilmiy va amaliy mezonlar asosida belgilash, transport harakatining sifatini va xavfsizligini oshirishga xizmat qiladi. Yo'l kengligini shakllantirishning asosiy maqsadi — har xil turdagi transport vositalarining yosilning istalgan faslida, har qanday ob-havo sharoitida, xavfsiz va yuqori tezlikda harakatlanishini ta'minlashdir.

Shu nuqtai nazardan yo'l kengligining asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

Transport vositalarining harakat tartibini aniqlash va uni barqaror ta'minlash, shuning bilan birga, harakatni muvofiqlashtirish orqali turli holatlarda yuzaga keladigan xavf-xatarlarning oldini olish;

Har qanday ob-havo sharoitida avtomobillarning samarali ishlashini ta'minlash, ya'ni yog'ingarchilik, qor, tuman kabi tabiiy hodisalarga moslashuvchan yo'l dizaynini shakllantirish;

Yo'lning har xil qismlarida va iqlim sharoitida harakat xavfsizligini yuqori darajada ushlab turish, bu orqali avariya holatlarining oldini olish;

Atrof-muhitga ta'sirni kamaytirish, ya'ni ekologik barqarorlikni saqlagan holda, transport harakatining atmosferaga salbiy ta'sirini cheklash;

Yo'l infratuzilmasi va transport vositalarining xizmat muddatini uzaytirish, ya'ni teskari ta'sirlardan saqlash, ortiqcha yuklama va asinishni kamaytirish;

Shaharlar va yo'ldagi tirbandliklar darajasini kamaytirish, bu orqali vaqtni tejash, yoqilg'i sarfini qisqartirish va transport tizimining samaradorligini oshirish.

Shuni alohida ta'kidlash lozimki, yog'ingarchilikli ob-havo sharoitlari quruq va qulay havo sharoitlariga nisbatan transport harakatining zichligi, yo'lning o'tkazuvchanlik darajasi hamda harakat tezligiga sezilarli darajada salbiy ta'sir ko'rsatadi. Bunday noqulay ob-havo sharoitida ko'rinuvchanlikning kamayishi, yo'l sirtining sirpanchiq holati, haydovchilarning ehtiyotkorligi ortishi transport oqimining samaradorligini pasaytiradi.

Shu sababli, transport vositalarining xavfsiz va uzluksiz harakatini ta'minlash, shuningdek, yo'l harakatini baholash jarayonida yuqori aniqlikdagi tezlik va zichlik o'lchovlariga ehtiyoj seziladi. Harakat zichligini aniq aniqlash orqali yo'lning real yuklamasi, xavfsizlik darajasi va harakatni optimallashtirish imkoniyatlari baholanadi.

Shahar yo'llarida olib borilayotgan eksperimental kuzatuvlarning asosiy maqsadi — turli meteorologik va yo'l sharoitlarida transport vositalarining harakat tezligi qanday o'zgarishini aniqlash, transport oqimi zichligining vaqti-

vaqti bilan qanday o'zgarishini tahlil qilish, shuningdek, tezlik, zichlik va oqim o'tkazuvchanligi kabi asosiy transport ko'rsatkichlari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni chuqur tadqiq etishdan iboratdir.

Tajriba shuni ko'rsatadiki, aholi yashash joylariga kiraverishda, ayniqsa 150–200 metr masofada, harakat zichligi yanada ortadi. Bu esa o'z navbatida harakat xavfsizligining pasayishiga olib keladi, ya'ni zichlik ortgan sari xavfsizlik ko'effitsiyenti kamayib boradi. Bunday sharoitlarda haydovchilardan yuqori e'tibor, tezlikni moslashtirish va xavfli vaziyatlarning oldini olish talab etiladi [6].

3. Xulosa

Shahar va avtomobil yo'llarida transport vositalari hamda piyodalar harakatini xavfsiz tashkil etish zamonaviy yo'l-transport tizimining asosiy vazifalaridan biridir. Aynan shu maqsadda yo'l harakati jarayonida ishtirok etuvchi harakatlanish subyektlari — transport vositalari va piyodalar harakatini tavsiflovchi asosiy ko'rsatkichlarni chuqur o'rganish dolzarb ilmiy va amaliy masala hisoblanadi.

Tadqiqot davomida aniqlanishicha, transport oqimining harakat tezligi, zichligi, o'tkazuvchanlik salohiyati va harakat tartibi kabi ko'rsatkichlar o'zaro chambarchas bog'liqdir. Ayniqsa, yog'ingarchilik, yo'l holati, qiyaliklar, temir yo'l kesishmalari va aholi zich joylashgan hududlar kabi real sharoitlar ushbu ko'rsatkichlarning o'zgaruvchanligiga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Transport oqimining zichligi oshgani sayin tezlik pasayadi, natijada xavfsizlik darajasi susayadi.

Shuningdek, eksperimental kuzatuvlar shuni ko'rsatadiki, harakatning jadalligi turli vaqt oraliq'ida va har xil yo'l kesimlarida farq qiladi. Ayniqsa, kesishmalar, ko'tarilishlar va tor yo'laklarda tirbandliklar yuqori darajada bo'lib, transport oqimining optimalligini pasaytiradi. Shu sababli harakatni boshqarishda nafaqat texnik vositalar, balki ilmiy asoslangan tahliliy metodlardan foydalanish muhimdir.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, harakatni samarali boshqarish va xavfsizlikni ta'minlash uchun transport oqimining asosiy tavsiflarini — tezlik, zichlik, oqim sig'imi — aniq va yuqori aniqlikda baholash zarur. Bu esa yo'l harakati qonuniyatlarini chuqur o'rganish, real sharoitlarda modellash va optimallashtirish choralari ishlab chiqishni taqozo etadi.

adqiqot natijalariga asoslanib quyidagi tavsiyalar beriladi:

Harakat zichligi va tezlikni baholashda real vaqtli kuzatuv va avtomatlashtirilgan tizimlardan keng foydalanish;

“Tezlik–zichlik” bog'liqligi asosida harakatni bashorat qilish va tartibga solish tizimlarini takomillashtirish;

Yomg'irli, qorli va qorong'i sharoitlarda xavfsiz harakatni ta'minlash uchun maxsus monitoring va ogohlantirish tizimlarini joriy etish;

Yo'l infratuzilmasini optimallashtirish va tirbandliklar yuqori bo'lgan kesimlarda yo'nalishlarni qayta rejalashtirish.

Shunday qilib, ko'cha-yo'l tarmog'ining haqiqiy sharoitida transport oqimlarini samarali boshqarish va harakat tezligini optimallashtirish — nafaqat transport tizimining ishlashini yaxshilaydi, balki inson hayoti va jamiyat xavfsizligini ta'minlashda ham muhim omildir.



**Foydalangan adabiyotlar /
References**

- [1] Мамажонов А.М. Транспорт оқимлари назарияси. – Т.: ТАТУ нашриёти, 2020. – 145 б.
- [2] Azizov F., Raximov B. Shahar transport tizimi va harakatni boshqarish asoslari. – Toshkent: Oliy ta'lim, 2019. – 200 b.
- [3] Тарнусов А.А. Основы теории дорожного движения. – Москва: Транспорт, 2018. – 275 с.
- [4] Kadirov B.K. Transport oqimlarining modellashirilishi va simulyatsiyasi. – Toshkent: TATU, 2021. – 185 b.
- [5] Швецов В.А. Автомобильные дороги: организационная деятельность и безопасность. – Москва: Издательство МАДИ, 2019. – 212 с.

[6] Кожевников С.В. Интеллектуальные транспортные системы. – Москва: Машиностроение, 2020. – 240 с.

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

Ruzimatova Gulbaxor
Adiljanovna
/
Ruzimatova Gulbakhor

Toshkent davlat transport universiteti
"Yo'l harakatini tashkil etish" kafedrasi
katta o'qituvchisi,
E-mail: Gulim1301@inbox.ru
Tel.: +998887800205
<https://orcid.org/0009-0008-1158-7819>



Tribotechnical analysis of tungsten carbide additives in mining drilling practice

J.U. Ziyamukhamedov¹^a, M.F. Wani²^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²National Institute of Technology, Srinagar, India

Abstract: In oil and gas extraction, especially in complex geological conditions, effective and reliable drilling is extremely important. This study presents a comprehensive failure analysis of tungsten carbide-cobalt (WC-Co) tool inserts used in rock drilling operations. The examination included visual inspection, optical microscopy, FESEM imaging, EDS, WDXRF, XRD, and microhardness tests. The results show that abrasive wear and material adhesion are the main failure mechanisms, with wear localized on the edges of the tool due to the influence of high stress and heat. Elemental analysis revealed transferred materials such as Fe, Ca, and Si on the worn surfaces, indicating tool-rock interaction during service. The high average hardness of WC inserts was 1350 Hv, which is suitable for their application. Despite excellent intrinsic properties, the study shows that in-service degradation limits the tool's lifespan. Recommendations include optimizing microstructure, suitable lubricating materials, binder composition, and surface design to improve performance in abrasive drilling environments.

Keywords: WC-Co, drilling tools, abrasive wear, geologically complex conditions, FESEM, optical, EDS, WDXRF, XRD, microhardness, lubricating materials, binder composition, surface design

Tog'-kon burg'ulash amaliyotida volfram karbidi qo'shimchalarining tribotexnik tahlili

Ziyamuxamedov J.U.¹^a, Wani M.F.²^b

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

²Srinagar milliy texnologiya instituti, Hindiston

Annotatsiya: Neft va gaz qazib olishda, ayniqsa murakkab geologik sharoitlarda, samarali va ishonchli burg'ilash juda muhim. Ushbu tadqiqotda tog' jinslarini burg'ilash ishlarida qo'llaniladigan volfram karbid-kobalt (WC-Co) asbob qistirmalarining to'liq buzilish tahlili keltirilgan. Tekshiruv vizual tekshiruv, optik mikroskopiya, FESEM tasvirlash, EDS, WDXRF, XRD va mikroqattqlik sinovlarini o'z ichiga olgan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, abraziv yeyilish va materialning yopishishi asosiy buzilish mexanizmlari bo'lib, yuqori kuchlanish va issiqlik ta'siri tufayli yeyilish asbobning chetlarida joylashgan. Elementlar tahlili yeyilgan yuzalarda Fe, Ca va Si kabi ko'chirilgan materiallarni aniqladi, bu esa xizmat ko'rsatish jarayonida asbob-tog' jinslarining o'zaro ta'sirini ko'rsatadi. WC qistirmalarining yuqori o'rtacha qattiqligi 1350 Hv ni tashkil etdi, bu ularning qo'llanilishiga mos keladi. Ajoyib ichki xususiyatlarga qaramay, tadqiqot shuni ko'rsatadiki, xizmatdagi degradatsiya asbobning umrini cheklaydi. Tavsialarga abraziv burg'ilash muhitida ish unumdorligini oshirish uchun mikrostruktura, mos moylash materiallari, bog'lovchi moddalar tarkibi va sirt dizaynini optimallashtirish kiradi.

Kalit so'zlar: WC-Co, burg'ilash asboblari, abraziv yeyilish, geologik murakkab sharoit, FESEM, optik, EDS, WDXRF, XRD, mikroqattqlik, moylash materiallari, bog'lovchi moddalar tarkibi, sirt dizayni

1. Kirish

Neft va tabiiy gaz global birlamchi energiya iste'molining 57% ni tashkil qiladi va rivojlanayotgan mamlakatlarda iqtisodiy va ijtimoiy rivojlanish uchun muhim bo'lib qoladi [1]. Ushbu resurslar, odatda, yer osti uglevodorodlarini olish uchun chuqur quduqlarni yaratish bilan bog'liq burg'ulash ishlari orqali qazib olinadi [2]. Burg'ulash tizimlariga ekstremal sharoitlarda ishlaydigan

turli xil tribologik komponentlar - burg'ilar, podshipniklar va klapanlar kiradi [3].

Burg'i va moylash materiallari ko'pincha yuqori haroratda ishdan chiqadi, bu esa ish unumdorligining pasayishiga, qimmatga tushadigan almashtirishlarga va ishlab chiqarish yo'qotishlariga olib keladi. Bunday buzilishlar ko'p jihatdan burg'ilash dolotolarida qo'llaniladigan materiallarning cheklanganligi bilan bog'liq. Burg'ulash samaradorligi va ishonchligini oshirish yanada mustahkam materiallarni ishlab chiqishni va buzilish mexanizmlarini aniq tushunishni talab qiladi.

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

^b <https://orcid.org/0000-0002-1747-5075>



Volframning sementlangan karbidlari kesish va burg'ilash uchun keng qo'llaniladi, chunki ular tezkesar po'lat va olmos kabi materiallarga nisbatan yuqori qattqlik va qovushqoqlikka ega [4]. Ularning xossalari qattiq WC fazalari, Co asosidagi metall bog'lovchi va ishlov berishning o'ziga xos parametrlari kombinatsiyasiga bog'liq [5,6]. Sementlangan karbidlardagi asosiy fazalarga geksagonal WC, aralash kubik karbid/karbonitrid (γ -faza) va Co bog'lovchisi kiradi. Bu materiallar, odatda, toblangan po'lat korpuslarga kiritilgan vkladishlar - knopkalar, konus uchlari, radial uchlari ko'rinishida ishlatiladi. Navlar WC donalarining o'lchami (1-10 mkm) va kobalt miqdori (3-20%) bilan farqlanadi [7].

WC burg'ilarining yeyilishi va ishdan chiqishi ko'plab tadqiqotlarda o'rganilgan. Dewangan et al. [7] va Angseryd et al. [8] WC donasining o'lchami kamayishi bilan qattqlik oshishini, yeyilish esa donning o'lchami va kobalt miqdori bilan ortishini aniqladilar. Cha va boshqalar [9] WC donasining o'lchamini 4 mkm dan 300 nm gacha kamaytirish qattqlikni 1200 HV dan 1900 HV gacha oshirganini xabar qilishdi. Bog'lovchi tarkibidagi HCP/FCC nisbatlarining yuqori bo'lishi uzilish qovushqoqligini yaxshiladi. Okamoto va boshqalar [10] katta WC donalari (20-30 mkm) egiluvchanlikni kuchaytirishini kuzatgan bo'lsa, Saito va boshqalar [11] WC donalari hajmining oshishi ham, kobalt tarkibining ko'payishi ham yeyilish tezligini oshirishini tasdiqladi.

Ushbu topilmalar shuni ko'rsatadiki, mikrostruktura, bog'lovchi modda miqdori va WC donasining o'lchami asbobning ishlashiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ushbu parametrlarni ma'lum muhitlarga moslashtirish chidamlilikni oshirishi va yeyilishni kamaytirishi mumkin.

Qattiq va yumshoq materiallarning mavjudligi tufayli bitta burg'ilash teshigida ham asbobning ishlashi o'zgaruvchanligini hisobga olgan holda, WC asboblarining ishdan chiqishini tahlil qilish yeyilish mexanizmlarini aniqlash va dizaynni takomillashtirish uchun muhimdir. Ushbu tadqiqotda tog'-kon va burg'ilash maydonlaridan yig'ilgan burg'ilash dolotlarining tizimli buzilish tahlili keltirilgan.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Burg'ilash asboblari dolotlarining buzilishini tahlil qilishda tizimli yondashuv uchun xronologik tartibda quyidagi tartib qabul qilindi:

I. Sayt inspeksiyasi

Eksploatatsiya sharoiti: burg'ilash chuqurligi, tog' jinsi, harorat, bosim, burg'ilash tezligi haqida ma'lumot to'plash.

Asbobdan foydalanish tarixi, jumladan, davomiylik, yuklanish sikllari va nosozliklar chastotasini to'plang.

II. Namuna olish

Ishdan chiqqan va yeyilgan burg'ilarni daladan olib chiqish.

III. Ko'zdan kechirish

Muvaffaqiyatsizlikning makroskopik belgilarini aniqlash uchun batafsil vizual tekshiruv o'tkazing: parchalanish, yorilish, parchalanish yoki haddan tashqari yeyilish.

Yuzani dastlabki baholash uchun optik mikroskopiya dan foydalaning.

IV. Metallografik ekspertiza

Namuna tayyorlashning standart usullariga muvofiq ishdan chiqqan asbob dolotlarining ko'ndalang kesimlarini tayyorlash.

Mikrostruktura, don chegaralari va yeyilgan/sinish yuzalarini o'rganish uchun skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) va optik mikroskopiya dan foydalaning.

V. Materiallar tarkibini tahlil qilish

Material tarkibini tasdiqlash va fazalarni aniqlash uchun energiya dispersion rentgen spektroskopiyasi (EDS), to'lqin uzunligi dispersion rentgen-fluorescent spektroskopiyasi (WDXRF), rentgen difraksiyasi (XRD) va Raman spektroskopiyasini o'tkazing.

VI. Qattqlikka sinash

Asbobning turli sohalarda qattqlikni o'lchash (masalan, Vickers, Rokvell).

3. Tahlil va natijalar

1. Namunani ko'zdan kechirish

1a va 1b-rasmlarda faol kon maydonidan olingan burg'ilash asbobi keltirilgan bo'lib, unda asbobning ishdan keyingi holati ko'rsatilgan. Asbob sakkizburchak shaklidagi kesuvchi tiqinlar bilan ta'minlangan bo'lib, ular aylanma burg'ilash jarayonida tog' jinslarini samarali kirib borishini ta'minlash uchun uning atrofiga o'rnatiladi. Dastlabki vizual tekshiruvda WC qistirmalarining chetlari va burchaklarida to'plangan sezilarli yeyilish va materialning yemirilishi aniqlanadi. Vkladishlar yuzasining morfologiyasi notekis ko'rinadi, o'yiqlar va qirralarning yumaloqlanishi ko'zga tashlanadi, bu esa abraziya va qirilish kabi mexanik yeyilish mexanizmlarining boshlanishidan dalolat beradi.

Ushbu dastlabki baholash shuni ko'rsatadiki, ustun yeyilish mexanizmlarini tushunish va ekspluatatsion kuchlanishlar ostida qistirmaning ishlashini baholash uchun qo'shimcha batafsil mikrostrukturaviy va sirt tahlili zarur.



1-rasm. Asbobning yuqori (a) va yon tomondan (b) ko'rinishi

Asbobning fizik parametrlari

Buyum	Miqdor	Shakl	O'lchamlar	Ashyo
Asbob	1	Silindr shaklidagi (1 va 2-rasmlarda ko'rsatilganidek)	UD- 70mm ID-55mm Uzunligi -80mm	Legirlangan po'lat
Vstavkalar	8 har bir asbob uchun	Sakkiz burchakli	Kengligi - 6 mm Uzunligi-15mm	Karbid- volfram

1. Material tavsifi / Kompozitsiya tahlili

Burg'ilash dolotalarining element tarkibi to'liq uzunlikli dispersion rentgeno fluoressent (WDXRF) spektroskopiyasi yordamida tahlil qilindi. Material tarkibini to'g'ri aniqlash muhim ahamiyatga ega, chunki u komponentning fizik-mexanik, issiqlik va funksional xususiyatlariga bevosita ta'sir qiladi. WDXRF - bu rentgen fluorensensiyasi tamoyiliga asoslangan yuqori sezgir va buzmaydigan tahlil usuli bo'lib, bunda tushayotgan rentgen nurlari namunadagi atomlarni qo'zg'atadi va ularning ikkilamchi (fluorescent) rentgen nurlarini chiqarishiga sabab bo'ladi. Chiqarilgan rentgen nurlari mavjud elementlar uchun xos bo'lgan energiyaga ega bo'lib, ayniqsa og'irroq elementlar uchun aniq sifat va miqdoriy element tahlilini o'tkazish imkonini beradi.

Tahlildan oldin namunalar sirtning bir xilligi va analitik muvofiqligini ta'minlash uchun standart metallurgiya usullari yordamida tayyorlandi. WDXRF natijalari shuni ko'rsatdiki, asosiy tarkibiy qismlar volfram (W) va uglerod (C) ning o'rtacha og'irlik ulushlari mos ravishda taxminan 92,86% va 7,14% ni tashkil etdi. Ushbu tarkib an'anaviy volfram karbidi (WC) asbobsozlik materiallarining tarkibiga mos keladi, ular o'zining yuqori qattiqligi, yeyilishga chidamliligi va termik barqarorligi bilan mashhur bo'lib, bu xususiyatlar yuqori samarali ishlov berish dasturlari uchun juda muhimdir.

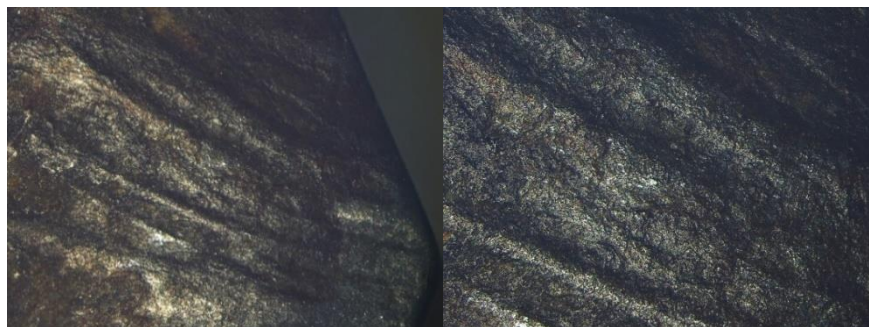
Asbob qistirmalari tutqichdan kesib olinib, mikroskopda tekshirishga tayyorlandi.

2. Optik mikroskopik tekshiruv:

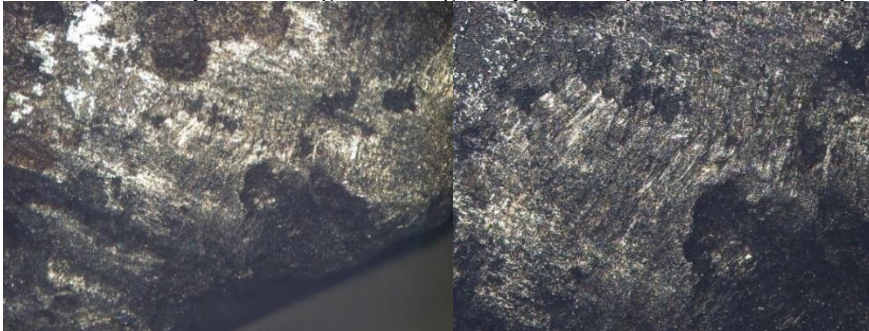
Namunaning chetlarida ham, o'rta qismida ham 100X va 200X kattalashtirishlarda optik mikroskop yordamida batafsil mikroskopik tadqiqot o'tkazildi. Ushbu tahlil namunaning turli qismlarida sirtning yeyilish darajasi va xususiyatini baholashga qaratilgan. 2-rasmda tasvirlanganidek, tekshirilgan sakkizta qirra orasida faqat bir yoki ikkitasi sezilarli darajada eskirish belgilarini ko'rsatganligi aniqlandi. Ushbu o'ziga xos qirralar sezilarli to'ntoqlikni ko'rsatdi, bu esa xizmat ko'rsatish jarayonida ishqalanish kuchlari yoki abraziv o'zaro ta'sirlar tufayli yuzaga kelgan mahalliy mexanik yemirilishni ko'rsatadi.

Sinchiklab qaralganda, yeyilgan qirralarning morfologiyasi sirt bo'ylab chuqur, noto'g'ri o'yiqlar mavjudligini ko'rsatdi. Bu ariqchalar yeyilish chandiqlarining o'ziga xos xususiyatlari bo'lib, odatda abraziv yoki yelimli yeyilish mexanizmlari yordamida hosil bo'ladi. Bundan tashqari, ba'zi hududlarda materialning yopishish dalillari kuzatildi, bu esa materialning qarama-qarshi yuzadan yoki ajralgan bo'laklarning qayta yotqizilishidan o'tishi mumkinligini ko'rsatadi. Chuqur yeyilish izlari va yopishgan materialning kombinatsiyasi mexanik va issiqlik ta'sirini o'z ichiga olgan murakkab yeyilish mexanizmini ko'rsatadi.

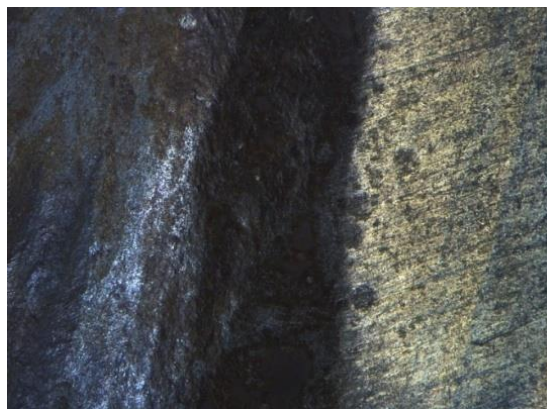
Bundan farqli o'laroq, namunaning markaziy qismi nisbatan butun ko'rindi, ikkala kattalashtirishda ham sirtning minimal shikastlanishi kuzatildi. Yeyilishning bunday fazoviy o'zgarishi namunaning qirralari yemirilishga ko'proq moyil ekanligini ko'rsatadi, bu ehtimol kuchlanish konsentratsiyasi yoki periferiyadagi kontakt kuchlarining yuqori ta'siri tufayli yuzaga kelgan.



2-rasm a). Asbob qistirmasining chetlaridagi chuqur chandiqlar / yeyilish chandiqlari



2-rasm b). Asbob qistirmasi yuzasidagi materiallarning yopishishi

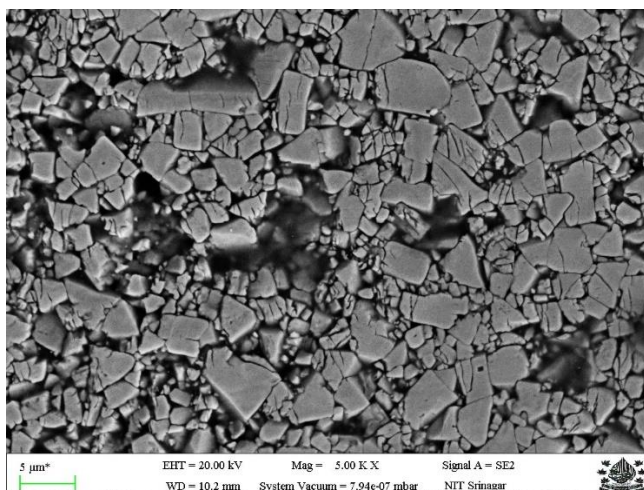


2-rasm v). Asbob qistirmasining o'tmas qirrasini

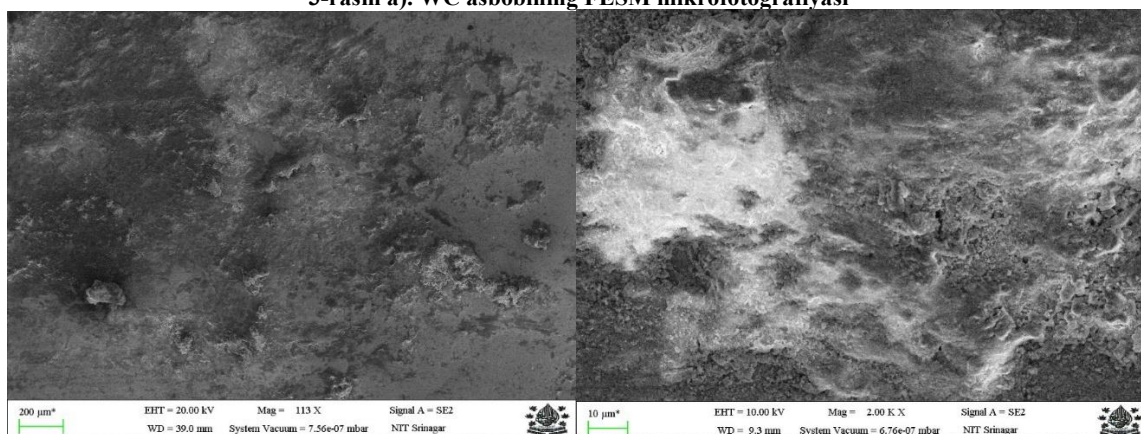
1. Elektron mikroskopiya va energetik dispersion spektroskopiya

WC asbobi yuzasidagi materialning adgeziyasini yanada chuqurroq o'rganish uchun Field Emission Scanning Electron Microscope (FESEM) qo'llanildi. 4-rasmda keltirilgan yuqori aniqlikdagi FESEM tasvirlari bimodal

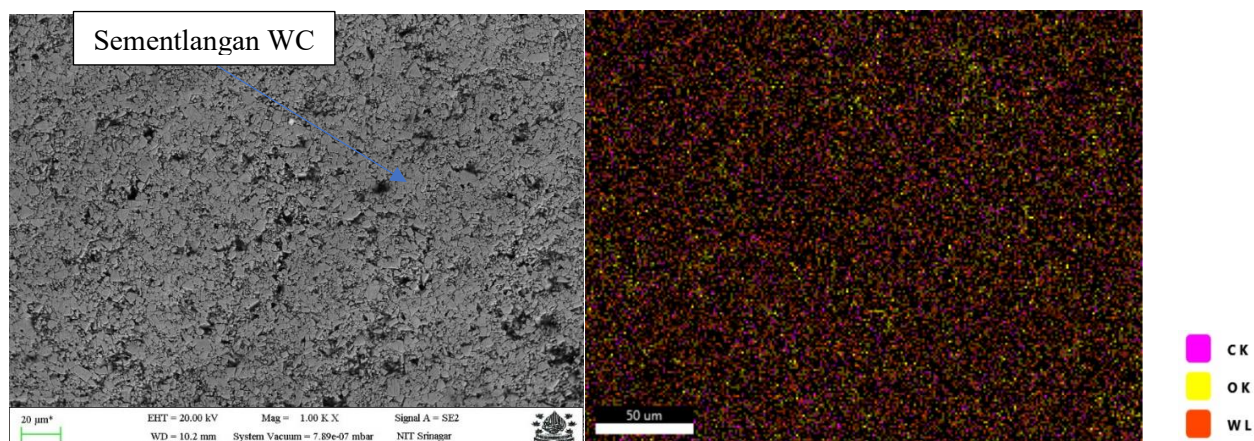
morfolojiyani namoyon qiluvchi o'ziga xos sementlangan volfram karbidi (WC) mikrostrukturasi aniqladi. Bu struktura ancha mayda WC zarrachalaridan iborat matritsaga kiritilgan yirik WC donalarining mavjudligi bilan ajralib turadi, bu esa yaxshi pishirilgan.



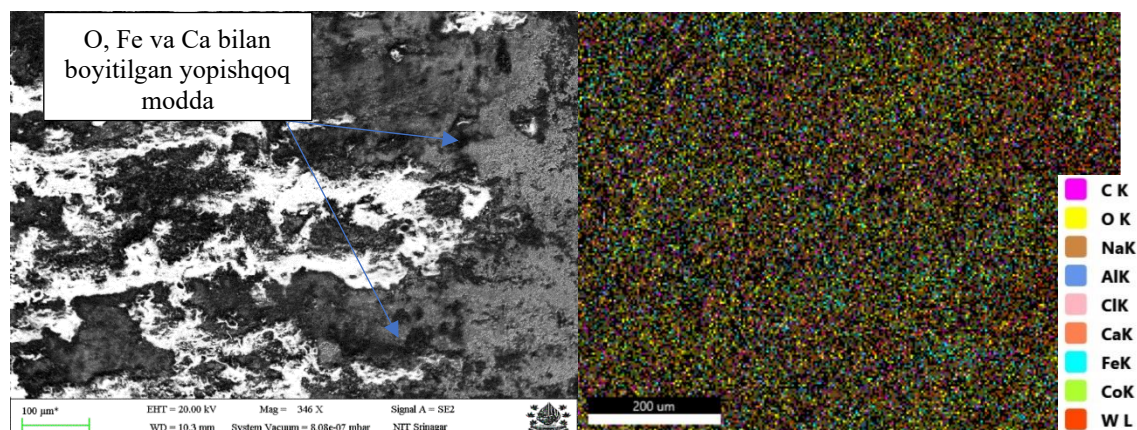
3-rasm a). WC asbobining FESM mikrofotografiyasi



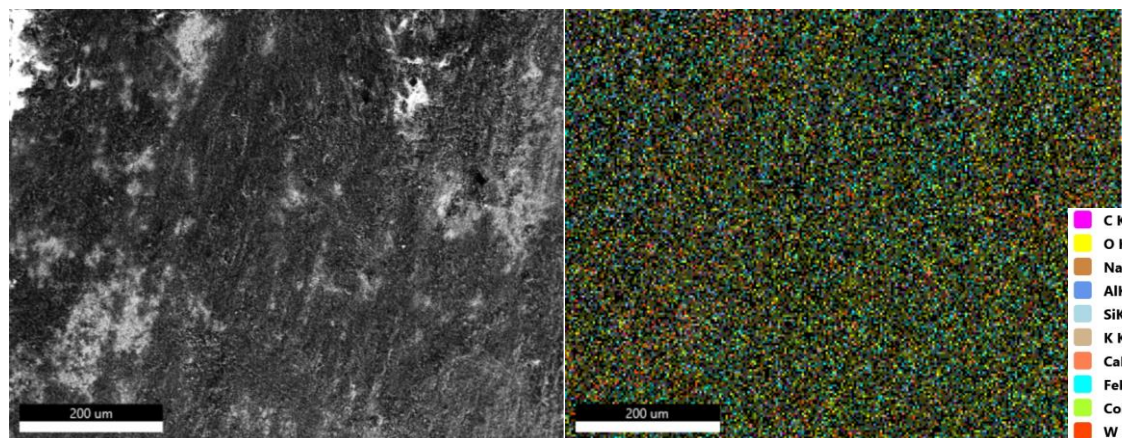
3-rasm b). FESM asbob qistirmasida materialning yopishishini ko'rsatuvchi mikrofotografiya



4-rasm: a) ERI elementli xaritasi asbob qistirmasi yuzasidagi elementning taqsimlanishini ko'rsatadi (Toza/Yeyilmagan maydon)



4-rasm: b) ERI elementli xaritasi asbob qistirmasi yuzasi-joylashuvi 1 da yopishgan material bilan elementning taqsimlanishini ko'rsatadi



4-rasm: c) ERI element xaritasi asbob qistirmasi yuzasida yopishgan material bilan elementning taqsimlanishini ko'rsatadi

Joylashuv 2

1. Qattiqlikka sinash

Materialning mahalliy plastik deformatsiyaga chidamliligini baholash uchun WC (volfram karbidi) asbob qistirmasining mikroqattiqligini sinash aniq mikroqattiqlikni sinash mashinasi yordamida amalga oshirildi. Sinov 100 kgs (kilogram-kuch) nazorat qilinadigan yuk ostida o'tkazildi, bu namuna yuzasi bo'ylab ishonchli va bir xil chuqurlikni ta'minlaydi.

Vickersning qattiqlik usuli qo'llanildi, ya'ni namunaning silliqlangan yuzasiga olmos shaklidagi indentorni (geometriyada piramida shaklida) bosish va hosil bo'lgan izning diagonallarini o'lchash. Bu usul, ayniqsa, volfram karbidi kabi qattiq va mo'rt materiallar uchun mos keladi va hatto mikro miqyosda ham aniq va takrorlanadigan natijalarni beradi.

WC asboblari namunalari uchun olingan Vickers mikroqattiqligining o'rtacha qiymati taxminan 1350 Hv ni tashkil etdi, bu qattiqlikning yuqori darajasini ko'rsatadi.

Bunday qattqlik darajasi sementlangan qattiq qotishmali materiallarga xos bo'lib, yuqori kuchlanishli ishlov berish sharoitida yuqori yeyilishga chidamlilikni, asbobning uzoq muddat ishlashini va ish unumdorligini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi.

4. Xulosa

Tog' jinslarini burg'ilash ishlarida qo'llaniladigan WC-Co asbob qistirmalari asosan abraziv yeyilish tufayli ishdan chiqdi, bu mikroskopik tekshiruvlarda kuzatilgan chuqur ariqchalar va yeyilgan qirralar bilan tasdiqlanadi.

Qistirma yuzalarida materiallarning yopishishi aniqlandi, yopishgan materiallar kislorod (O), temir (Fe) va kalsiy (Ca) ga boy bo'lib, ehtimol burg'ilangan tog' jinslari yoki atrof-muhitning ifloslanishidan kelib chiqqan.

Vizual va optik mikroskopiya shuni ko'rsatdiki, chetki hududlar eng ko'p to'mtoqlashgan va egatchalar hosil bo'lgan, markaziy hududlar esa nisbatan butun qolgan.

Yelimlangan sohalarning EDS tahlili tashqi elementlar (masalan, Fe, Ca, Si) mavjudligini ko'rsatdi, bu esa ish paytida materialning burg'ulash tagligidan asbob yuzasiga o'tishini tasdiqlaydi.

Buzilish tahlili shuni ko'rsatdiki, yaxshi o'ziga xos qattqlik va qovushqoqlikka qaramay, abraziv kesish va material uzatish kabi xizmat ko'rsatishdagi yeyilish mexanizmlari ekstremal kon sharoitlarida asbobning ishlash muddatini cheklaydi.

Kelajakda ish unumdorligini oshirishga sirt qoplamalari, tog'ri moylash, WC donasi o'lchami va Co bog'lovchisi tarkibini optimallashtirish yoki yuqori kuchlanishli chekka hududlarda yeyilishni kamaytirish uchun moslashtirilgan qo'shimcha geometriyalar orqali erishish mumkin.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Chen C, Li C, Reniers G, Yang F. Safety and security of oil and gas pipeline transportation: a systematic analysis of research trends and future needs using WoS. *Jurnal tozalagich ishlab chiqarish*. 2021-yil;279:123583.
- [2] Ikram R, Jan BM, Sidek A, Kenanakis G. Utilization of eco-friendly waste generated nanomaterials in water-based drilling fluids; state of art review. *Materiali* 2021;14:4171.
- [3] Geng Y, Zhang Z, Yan Z, Yuan Y, Zhou X, Yue W, An Y. Yuqori haroratli suv asosidagi burg'ulash eritmasini takomillashtirish uchun yangi grafen/triolein kompleks asosidagi moylash vositasi. *RSC Adv* 2023;13:34772-81.
- [4] H. Ortner, H. Kolaska, P. Ettmayer, The history of the technological progress of hardmetals, *Int. J. Refrakt. Uchrashdik. Qattiq material*. 44 (2014) 148-159.

[5] S. Norgren, J. Garcia, A. Blomqvist, L. Yin, Trends in the P/M hard metal industry, *Int. J. Refrakt. Uchrashdik. Qattiq material*. 48 (2015) 31-45.

[6] H.-O. Andren, Sementlangan karbidlarning mikrostrukturalari, *Gilam dizayni* 22 (2001) 491-498.

[7] S. Dewangan, Jaka Burja Kichik masshtabli granit burg'ulash uchun karbidli burama dolotaning muvaffaqiyatsizlik tahlili, *materiallar va texnologiya* 57 (2023) 3, 227-232

[8] J. Angseryd, V. From, J. Wallin, S. Jacobson, S. Norgren, Tog'-burg'ulash insertlari uchun asinma testida, *Wear*, 301 (2013) 1-2, 109-115, doi:10.1016/j.wear.2012.10.023

[9] S. I. Cha, S. H. Hong, G. H. Ha, B. K. Kim, Mechanical properties of WC-10Co cemented carbides fired from nanocrystall spray conversion processed powders, *Int. J. Refract Metal Hard Mater.*, (2001) 4-6, 397-403, doi:10.1016/S0263-4368 (01) 00057-9

[10] S. Okamoto, Y. Nakazono, K. Otsuka, Y. Shimoitani, J. Takada, Mechanical properties of WC/Co cemented carbide with larger WC grain size, *Mater. Charact.*, 55 (2005) 4-5, 281-287, doi:10.1016/j.matchar.2005.06.001

[11] H. Saito, A. Iwabuchi, T. Shimizu, WC sementlangan karbidining yeyilishiga Co tarkibi va WC don o'lchamining ta'siri, *Wear*, 261 (2006) 2,126-132, doi:10.1016/j.wear.2005.09.034

[12] S. Dewangan, On the Critical Assessment into the Damage Behavior of a WC-Co Hard Metal Alloy Used in the Form of Rock Drilling Bites, *J Fail. Anal. va Preven.*, 19 (2019), 461-470, doi:10.1007/s11668-019-00617-x.

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

Ziyamuxamedov Javoxirbek Ulug'bekovich/ Javokhirbek Ziyamukhamedov	Toshkent davlat transport universiteti "Materialshunoslik va mashinasozlik" kafedrasida mustaqil tadqiqodchisi E-mail: ulugbekovich0510@gmail.com Tel.: +998995202129 https://orcid.org/0009-0002-1362-7892
Mohd Wani Farooq / Mohd Wani Farooq	1.Toshkent davlat transport universiteti 2.Srinagar milliy texnologiya instituti. E-mail: mfwani@nitsri.ac.in Tel.: +917006472038 https://orcid.org/0000-0002-1747-5075



Improvement of technologies for the technical inspection of locomotives in TS-2

Sh.A. Umrzokova¹ 

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The main need to reduce operating costs and reduce the cost of transportation in a competitive environment encourages managers of locomotive facilities of railways to actively seek opportunities to increase the efficiency of the maintenance system and reduce the cost of maintaining locomotives in good technical condition. The existing planned preventive maintenance system mainly ensures high traffic safety, reduces the number of accidental failures compared to the time of repair (depending on the need), and also provides a high coefficient of technical readiness of locomotives, different loading times of repair equipment and crews. For this, the main - most important parts and assemblies are determined, the condition of which is associated with traffic safety, reliability of operation of locomotives, and they are grouped by operating time, by the number of failures and the volume of repair work.

Keywords: plan repair, aggregate, traffic safety, technological process, structure, mechanical equipment, electrical equipment

Lokomotivlarni TXK-2 texnik ko'rigidan o'tkazish texnologiyalarini takomillashtirish

Umrzoqova Sh.A.¹ 

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Raqobat sharoitida ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish va tashish tannarxini pasaytirishning asosiy zarurati temir yo'llarning lokomotiv obyektlari rahbarlarini texnik xizmat ko'rsatish tizimining samaradorligini oshirish va lokomotivlarni yaxshi texnik holatda saqlash xarajatlarini kamaytirish imkoniyatlarini faol izlashga undaydi. Mavjud rejali profilaktik ta'mirlash tizimi asosan yuqori harakat xavfsizligini ta'minlaydi, texnik holatga (zaruratga qarab) ta'mirlash vaqtidagiga qaraganda tasodifiy nosozliklar sonini kamaytiradi, shuningdek, lokomotivlarning texnik tayyorgarligining yuqori koeffitsientini, ta'mirlash uskunolari va brigadalarini turli xil yuklash vaqtlarini belgilab beradi. Buning uchun asosiy - eng muhim qismlar va agregatlar aniqlanadi, ularning sharti harakat xavfsizligi, lokomotivlarning ishlashi ishonchligi bilan bog'liq bo'lib, ular ish vaqti bo'yicha nosozliklar va tiklash ta'mirlash ishlarining hajmi bo'yicha guruhlanadi.

Kalit so'zlar: rejali ta'mirlash, agregat, harakat xavfsizligi, texnologik jarayon, tortuvchi harakat tarkibi, mexanik uskunalar, elektr uskunalar

1. Kirish

Lokomotiv xo'jaligi temir yo'l transportining eng muhim tarkibiy qismidir, chunki tovar aylanmasi sohasida ishlab chiqarish jarayonini davom ettirib, umuman jamiyat ishlab chiqarishining samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Lokomotiv xo'jaligining asosiy vazifasi - yuk va yo'lovchilar tashish uchun zarur bo'lgan yuk va yo'lovchilarni tortish vositalari bilan ta'minlash va ushbu vositalarni to'liq xavfsizligini va poyezdlar harakati jadvaliga to'liq rioya etilishini kafolatlaydigan soz holatda saqlashdir. Ushbu funktsiya temir yo'lning boshqa xo'jaliklari faoliyati bilan uzviy bog'liq bo'lib, sanoatning iqtisodiy ko'rsatkichlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Lokomotivlarga texnik xizmat ko'rsatish TXK-2 da bajarilishi shart bo'lgan ishlar hajmi ushbu texnologik

jarayon, elektrovozlarni joriy ta'miri va texnik xizmat ko'rsatish qoidalariga asosan o'rnatiladi.

Lokomotiv xo'jaligining asosiy vazifalari lokomotiv xo'jaligi korxonalarini va uning bo'linmalarining ishlab chiqarish faoliyatining eng yuqori iqtisodiy samaradorligiga erishish uchun barcha tortuvchi harakat tarkibi (TRS) ish rejasini to'liq va sifatli bajarish, eng samarali ishlashini ta'minlash va ta'mirlash uchun texnik resurslardan tejamkor foydalanish hisoblanadi. Bunga keng qo'llaniladigan uskunalar va agregatlarga rejali profilaktik xizmat ko'rsatish tizimi (PPR) yordam beradi. Tashishning kutilayotgan hajmidan kelib chiqib, texnik xizmat ko'rsatish (TO) va joriy ta'mirlash (TR) dasturi rejalashtirilgan, ta'mirchilarning mehnat xarajatlari, materiallar va ehtiyot qismlarning sarflanishi, ta'mirlanayotgan TRSning to'xtab qolish muddati va uning narxi standartlashtirilgan, ta'mirlash qoidalariga, ko'rsatmalariga va belgilangan texnologik reglamentlarga mos keladigan deponing texnologik jihozlari tartibga solinadi. PPR tizimi TRSni yaratish va ishlatish

 <https://orcid.org/0009-0002-7644-3257>



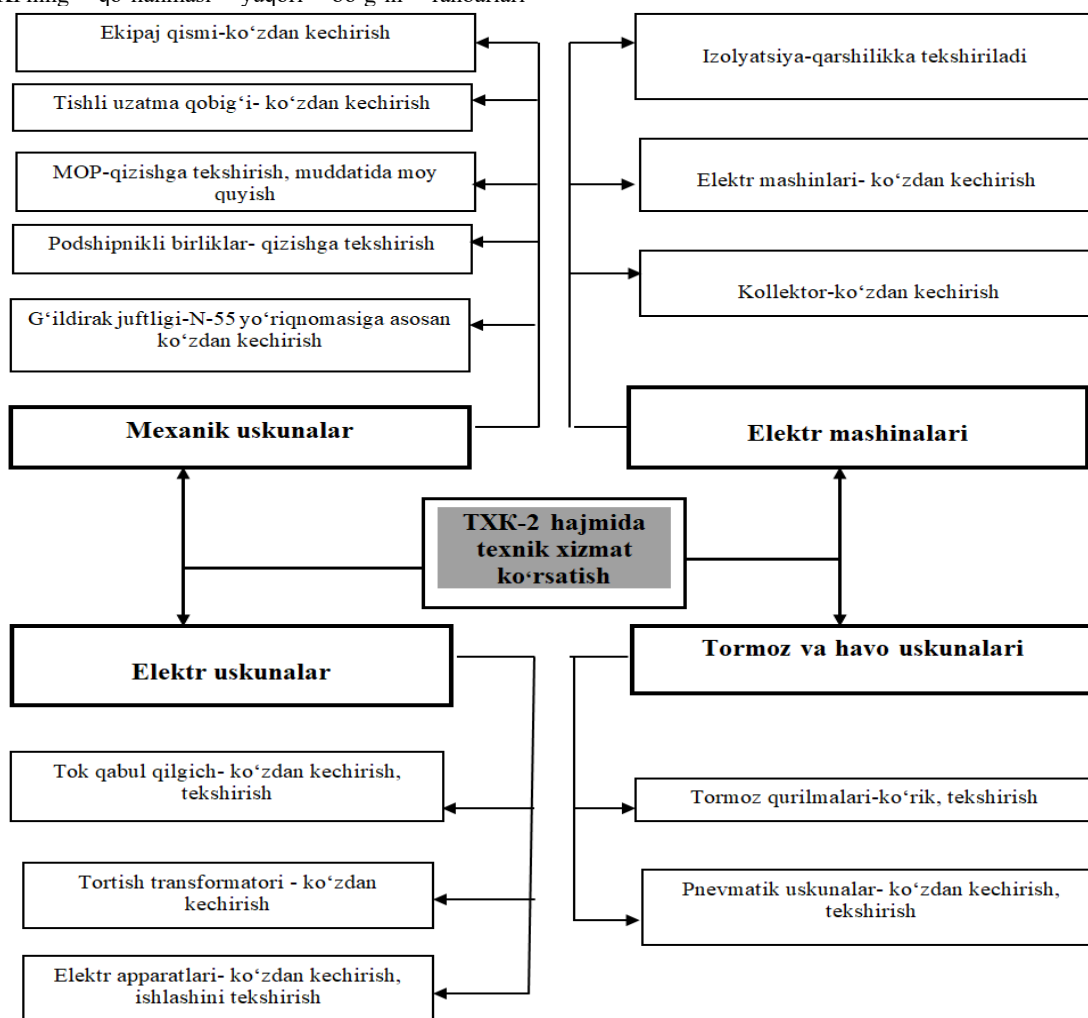
sohasida o'ziga xos standart ro'lini o'ynaydi. Yangi TRSni loyihalashda PPRning asosiy qoidalari agregatlar va elektr zanjirlarining resurslarini belgilangan ta'mirlash davrlariga va belgilangan TO va TR turlariga moslashtirish zarurati hisobga olgan holda qo'llaniladi.

LTXXP (lokomotivlarga texnik xizmat ko'rsatish punkti) ning umumiy tashkiliy va texnikaviy qo'llanmalari asosiy depo boshlig'i tomonidan amalga oshiriladi va kerak bo'ladigan qurilmalar, yuqori malakali ishchilar, materiallar, extiyot qismlar, asbob va uskunalar bilan butlashni ta'minlaydi. [1, 3].

2. Tadqiqot metodologiyasi

TXK-2ni bajarayotgan chilangar va boshqa ishchilar soni bir vaqtning o'zida ko'rilayotgan lokomotivlarning rusumi va xizmat ko'rsatishning davomiyligi inobatga olinib "O'TY" AJ ning me'yoriy xujjatlariga asosan belgilanadi.

"O'TY" AJ ning amaldagi buyruqlariga asosan LTXXPning qo'llanmasi yuqori bo'g'in rahbarlari



1-rasm. "O'z-Y" rusumli elektrovozlariga TXK-2 hajmida texnik xizmat ko'rsatishning tarmoq tizimi

Dizel dvigatellari va lokomotiv agregatlarining ekspluatatsiyasidagi nuqsonlarni dastlabki bosqichda ekspluatatsiya qilish jarayonida aniqlash lokomotivning yo'lda nosozlik holatlarini bartaraf etish, rejadan tashqari ta'mirlash xarajatlarini kamaytirish, dizel dvigatellarining

tomonidan tayyorlanadi. Bu shaxslar tasdiqlangan texnik jarayon va texnologik karta asosida o'zgaruvchan to'kli VL80s, VL60k, O'z-Y, O'z-EL, O'z-ELR, 2O'z-ELR, O'zbekiston rusumidagi elektrovozlariga TXK-2 jarayonini bajarish uchun ishlarni tashkillashtirishlari shart. O'z-Y rusumli elektrovozlariga texnik xizmat ko'rsatish (TXK-2) quyida ko'rsatilgan asosiy shartlar asosida amalga oshirilishi mumkin (1, 2-rasmlar) [1-2]:

-O'z-Y rusumli elektrovozlariga TXK-2ni, tasdiqlangan texnologik jarayon asosida kompleks brigadani zamonaviy asbob-uskunalar, materiallar va extiyot qismlar bilan ta'minlashni tashkillashtirish;

-ishlab chiqarishni boshqarish va rejalashtirish, kompleks avtomatlashtirish va mexanizasiyalashtirishni keng qo'llagan holda mexnat va ishlab chiqarishga qaratilgan ilmiy tashkilotlarni jalb etish;

-TXK-2 sifatini yuqori mahsulдорlik bilan amalga oshirish uchun barcha bo'limlar, ish joylari minimal mexanizasiyalash vositalari va qurilmalar bilan ta'minlanishi.

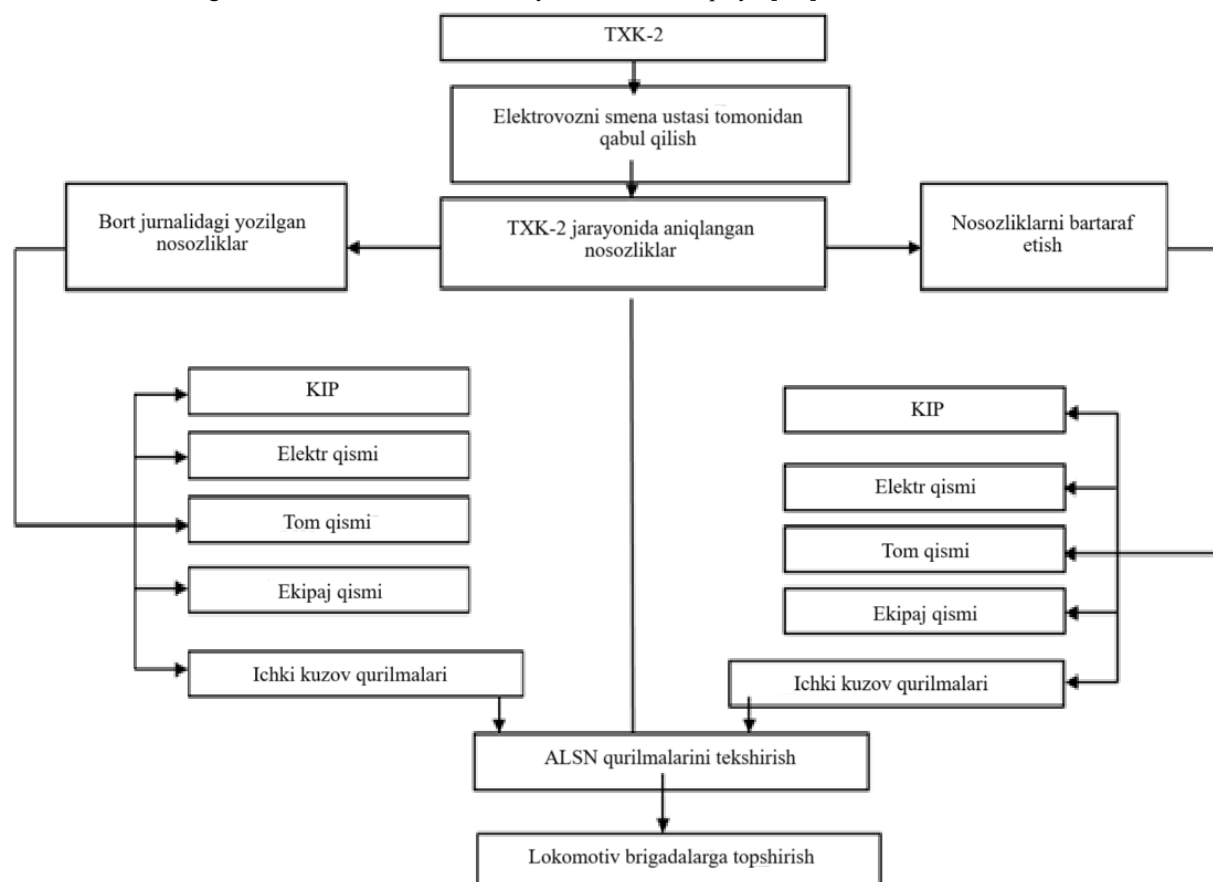
ish samaradorligini va poezdlar harakati xavfsizligi darajasini oshirish imkonini beradi.

Teplovozni texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlashdan qabul qilish belgilangan tartibda texnik diagnostika vositalaridan foydalangan holda amalga oshiriladi.



Teplovozda texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash vaqtida bajarilgan ishlar to'g'risidagi ma'lumotlar (ta'mirlash turi, sanasi, ish vaqti, kirish-chiqish diagnostikasi natijalari, bajarilgan qo'shimcha operatsiyalar ro'yxati va bajarilmagan rejali texnik xizmat ko'rsatish) yagona ma'lumotlar bazasiga kiritiladi. U tekshirish bo'yicha

tavsiyalarning bajarilishi yoki bajarilmasligi, diagnostikaning uni demontaj qilish natijasida aniqlangan qurilmaning haqiqiy holatiga muvofiqligi yoki nomuvofiqligi, texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash vaqtida aniqlangan nosozliklar to'g'risida ma'lumotlarni to'playdi[3-4].



2-rasm. “O‘z-Y rusumli elektrovozlarni TXK-2 xajmida texnik ko‘rik tarmoq diagrammasi

Shuni ta’kidlash kerakki, ishlab chiqarishning o‘tgan yillarida ishlab chiqarilgan lokomotivlar sinovdan o‘tishning juda past darajasi bilan ajralib turadi. Bu tayyorgarlik ishlarining sezilarli davomiyligi va mehnat zichligiga olib keladi, diagnostika jarayonini murakkablashtiradi va uni tegishli blokni ta’mirlash jarayoniga vaqt, mehnat xarajatlari va boshqa. xarajatlarga yaqinlashtiradi [5-6]. Aynan lokomotivlarning sinovga chidamliligini oshirish texnik xizmat ko'rsatish tizimini takomillashtirish bo'yicha ishlarning birinchi bosqichining asosiy vazifasi hisoblanadi. Bu yo'nalishdagi hal qiluvchi qadam barcha yangi ishlab chiqarilgan lokomotivlarni bortli diagnostika quyi tizimi bilan jihozlashdir.

Hozirgi vaqtda temir yo‘l tarmog‘ida lokomotivlarni amaldagi texnik holatiga qarab xizmat ko'rsatish tizimiga bosqichma-bosqich o'tish uchun shart-sharoitlar yaratildi, bu amalga oshirilgan va uzoq vaqt davomida sinovdan o'tgan PPR tizimining ijobiy tomonlarini rivojlantirish va ijodiy anglashning natijasi bo'lishi kerak hamda ko'plab

nazariy va amaliy tadqiqotlarning natijalariga asoslanishi kerak. Birinchi bosqichda tortish birliklarining navbatdagi TR yoki TOga qo'yilish muddati dastlab belgilangan ta'mirlash davrlari normalariga muvofiq rejalashtiriladi; keyinchalik esa, ta'mirlash ustaxonalarining kutilayotgan yuklanishiga va ushbu temir yo'l lokomotivining amaldagi texnik holatini baholash natijalarini hisobga olgan holda, u o'zgartirilishi mumkin. Bunday baholash uchun ma'lumot manbai sifatida asosiy cheklovchi bo'g'inlarning ishlangan vaqti, qoldiq resursi va nosozlik ehtimoli, ushbu lokomotivning oldingi davrdagi ishlash ishonchligi va poezdlarni tortish uchun lokomotivning o'rtacha energiya sarflariga oid ma'lumotlar yagona lokomotiv depo ma'lumotlar bazasida saqlanadi.

Lokomotivlarga texnik xizmat ko'rsatish punktlarida zarur jihozlar, uskunarlar va moslamalar bo'lishi kerak. Kerakli namunaviy uskunalarning ro'yxati 1-jadvalda keltirilgan.

Lokomotivlarga texnik xizmat ko'rsatish sexida zaruriy qurilma va uskunalar ro'yxati

Uskuna va moslamalar nomi	Chizma raqami qurilma turi	Soni, donasi
Lokomotivlarni olib kirish va chiqarish uchun kuchlanishi kamaytirilgan yarim o'tkazgichli rostlovchi uskuna	ТЭЛП № 452	1
Himoya to'siq bilan jihozlangan ko'rik maydonchasi	ТЭЛП № 501-189	6
Buksalarni ko'tarish uchun yuk ko'taruvchanligi 10-15 tonnalik domkrat	ПП771	2
	ПП1086	2
Lokomotivlarga dizel yoqilg'isini quyish qurilmasi	A1066.02	6
Lokomotivlarga dizel moyini quyish qurilmasi	A1062.03	6
Harakatlanuvchi tortuvchi tarkibning uzal va detallarini Moylash-moylash ishlari uchun moslama	A655.01	3
Elektr distillyator	A468	1
Distillangan suv uchun vanna	A226	1
Elektrolit uchun idish	A225	1
Akkumulyatorlarga suv quyish uchun olib yuriladigan jo'mrakli idish	ПП-1064.01	3
Tokarlik-vintni kesadigan dastgohi	1M61	1
Vertikal-parmalaydigan dastgoh	2H118	1
Charxlaydigan-silliqlaydigan dastgoh	3B632	1
Parmalaydigan ctolga qo'yiladigan dastgoh	2M-112	1
ALSN va avto to'xtatish qurilmalari ishlashini tekshiruvchi pult-stativ qurilma	ГТСС № 15625-00-00	2
Sinov bo'linmasi (shleyf)	ГТСС №12862 и № 12863	3
Chilangar ish stoli (verstak)	P35.11.00	5
	A363	5
Ehtiyot qismlar va moslamalar uchun stol	P35.14.00	1
Gazli suv avtomati	AT-100C	1
Dizel tizimini sovutishda quyish uchun suv tayyorlash inshooti		1
Elektrokara	ЭК-2	1

Lokomotivlarga texnik xizmat ko'rsatish punkti (LTXXKP) chilangarlarining malaka darajasi kamida to'rtinchi razryad bo'lishi kerak. LTXXKPning chilangarlari, ushbu seriyadagi lokomotivlarni joriy ta'mirlashni amalga oshirishda tajribaga ega bo'lishi kerak. Brigadaning kamida 70% ishchilari TXK-2 davomida bajariladigan barcha turdagi majburiy va qo'shimcha ishlarni bajarishi shart [7-11].

3. Xulosa

Texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash turlarining to'plami tegishli tuzilma va davriylik bilan tavsiflangan ta'mirlash siklini tashkil qiladi. Shunday qilib, lokomotivlarni ta'mirlash va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytirish imkoniyati ta'mirlash muddati va hajmini rejalashtirishda ularning haqiqiy texnik holatini aniq hisobga olgan holda amalga oshiriladi. Bu imkoniyatni amalga oshirish uchun ko'plab lokomotiv depolari turli lokomotiv agregatlarining texnik holatidagi o'zgarishlarni kuzatish va prognozlashning zamonaviy texnik vositalari

bilan jihozlangan. Tortish kuchi birliklarini texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash uchun qabul qilingandan so'ng ularning obyektivligi va nuqsonlarining chuqurligini oshirish, texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash bo'yicha ish hajmini lokomotivning haqiqiy holatiga muvofiq asoslash mumkin bo'ladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] "O'z-Y" rusumli elektrvozidan foydalaniish va unga xizmat k'rsatish buyicha kulanna.
- [2] "O'z-Y" rusumli elektrvozigа TXK-3 hajmidagi texnik xizmat k'rsatishning odatii texnologik jaraeni (2010.й 22.11.)
- [3] Кольцов С.В., Коваленко Л.В. Совершенствование методов технического обслуживания и ремонта локомотивов, Сборник научных трудов ДОНИЖТ, 2018 № 49, С. 24–32.



[4] В.Т. Данковцев, Техническое обслуживание и ремонт локомотивов. – М.: УМЦ ЖДТ, 2007. – 558 с.

[5] А. В. Грищенко, В. В. I. V. Pustovoy, I. I. Lakin Setevoye planirovaniye remonta servisnykh lokomotivov [The network planning of maintenance service of locomotives]. Lokomotiv – Locomotive, 2015, no. 7, pp. 6 – 10.

[6] А. В. Грищенко, В. В. Грачев, В. А. Кручек, М. А. Шрайбер, Повышение эффективности технического обслуживания локомотивов ISSN 1815-588X. Известия ПГУПС 93 –97 с.

[7] M.N. Masharipov, Sh.A. Umrzoqova Methodological approach to the strategy of operation, maintenance and repair of locomotives, Journal of Transport ISSN: 2181 - 2438 Volume 1|Issue:2|2024

[8] N.M. Aripov, Sh.M. Suyunbayev, O.O. Xusenov Program for calculation of the fuel consumption of a shunter locomotive and the results of the experiment under this program // Young specialist.– 2022. – No 3. – P. 61-69..

[9] N.M. Zaripov, Sh.M. Suyunbayev, D.Ya. Nazhenov, U.U. Husenov Analysis of the fulfillment of the fuel consumption rate by a shunting locomotive at the station “K” // Young Specialist. – 2022. – Vol. 1. – No. 2. – pp. 54-59.

[10] Umrzoqova Sh.A., Achilov U.R., Depodagi lokomotivlarga texnik xizmat ko'rsatish vaqtini jadvashtirish Journal of Transport ISSN: 2181- 2438 Volume: 1 |Issue:4|2024.

[11] N.M. Aripov, N.M. Zaripov, Sh.M. Suyunbayev, U.U. Husenov, M.M. Pulatov Method of determining the employment of a shunting locomotive in the production of technological operations for the supply and cleaning of wagons to cargo facilities // Young scientist. — 2022. — № 15 (410). — Pp. 371-380.

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

Umrzoqova Shohzoda Axrorjon qizi / Shohzoda Umrzokova	Toshkent davlat transport universiteti, “Temir yo'ldan foydalanish ishlarini boshqarish” kafedrası tayanch doktoranti E-mail: umrzoqovashahzoda22@gmail.com https://orcid.org/0009-0002-7644-3257
---	--



The key directions for integrating micromobility into the public transport

U.A. Abdurazzokov¹^a, B.T. Khasanova¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

This article examines the role of micromobility solutions, such as e-scooters and e-bicycles, in improving the accessibility of public transport. These eco-friendly and compact vehicles are becoming increasingly popular and are already being used in many cities, including those in Uzbekistan. In the context of rapid urban development and uneven coverage of public transport, the “first and last mile” problem remains highly relevant, as residents often face difficulties accessing transport stops. The integration of micromobility can make trips more convenient and accessible, especially in remote or poorly served areas. The development of micromobility in Uzbekistan contributes not only to improved transport accessibility but also to reducing traffic congestion, improving the environmental situation, and supporting the principles of sustainable urban development.

Keywords:

public transport, micromobility devices, integration, electric scooter

Ключевые направления интеграции микромобильных средств в инфраструктуру общественного транспорта

Абдураззоков У.А.¹^a, Хасанова Б.Т.¹^b

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация:

В статье рассматривается значение микромобильных средств, таких как электросамокаты и электровелосипеды, для повышения доступности общественного транспорта. Эти экологичные и компактные транспортные устройства становятся всё более востребованными и широко применяются, включая города Узбекистана. В условиях ускоренного роста городской застройки и неравномерного охвата общественным транспортом особенно актуальна проблема «первой и последней мили», связанная с трудностями доступа к остановкам. Интеграция микромобильности позволяет сделать поездки более удобными и доступными, особенно в отдалённых или слабо обслуживаемых районах. Развитие микромобильных решений в Узбекистане способствует не только улучшению транспортной доступности, но и снижению заторов, улучшению экологической ситуации и соответствует принципам устойчивого развития.

Ключевые слова:

общественный транспорт, микромобильные устройства, интеграция, электросамокаты

1. Введение

В целях повышения эффективности городской транспортной системы, в частности в столице, был принят Указ Президента Республики Узбекистан «О дополнительных мерах по дальнейшему развитию системы общественного транспорта города Ташкента» (ПП-111 от 02.02.2022 г.). Документ предусматривает комплексное развитие общественного транспорта, увеличение уровня его использования населением как минимум в два раза, а также стимулирование альтернативных видов передвижения — развитие велосипедного и других немоторизованных транспортных средств. Кроме того, указом предусмотрено внедрение системы проката велосипедов и организация специализированных стоянок для них [1].

Половина населения мира проживает в городских центрах, и, по прогнозам, к 2050 году этот процент продолжит расти. Строительство большего количества дорог для удовлетворения транспортных потребностей

не только выходит за рамки возможностей городского бюджета, но и противоречит целям устойчивого развития. Как показывает практика, такой подход зачастую оказывается неэффективным. Общественный транспорт играет важную роль в обеспечении мобильности, однако нередко он не охватывает все районы города в равной степени. Горожанам по-прежнему приходится решать проблему «последней мили» — как добраться до остановки общественного транспорта и вернуться обратно. По мнению ряда зарубежных исследователей, микромобильность позволяет восполнить эти пробелы и предоставляет ряд дополнительных преимуществ [2–6].

Эффективная интеграция микромобильности в существующую систему общественного транспорта представляет собой сложный процесс, который требует тщательного планирования и тесного сотрудничества между основными заинтересованными сторонами.

Обзор литературы. Микромобильность относится к ряду небольших и легких транспортных средств, движущихся со скоростью, как правило, менее 25 км/ч (15 миль/ч) и управляемых лично пользователями. К

^a <https://orcid.org/0000-0002-8181-7674>

^b <https://orcid.org/0009-0008-1778-7686>



средствам микромобильности относятся велосипеды, электровелосипеды, электросамокаты, электроскейтборды, общие велосипедные парки и электрические велосипеды с pedalным приводом (pedelec) [2]. В первоначальных определениях главным условием включения в категорию микромобильности была полная масса транспортного средства менее 500 кг (1100 фунтов) [3]. Однако в соответствии со стандартом SAE International в 2018 г. это определение было изменено, чтобы исключить устройства с двигателями внутреннего сгорания и устройства с максимальной скоростью более 45 км/ч в час (28 миль/ч) [4].

За последние десять лет микромобильные устройства, особенно электросамокаты и электровелосипеды, получили широкое распространение по всему миру. Они активно используются в мультимодальных поездках с целью повышения эффективности общественного транспорта.

До настоящего времени ряд учёных изучали методы интеграции микромобильных средств в систему общественного транспорта. На практике было выделено **четыре основных измерения интеграции**[7]:



Рис. 1 Четыре основных измерения интеграции

1. Физическая интеграция — обеспечение удобного пространственного размещения транспортных средств и объектов инфраструктуры для облегчения пересадки между общественным транспортом и микромобильными средствами (например, размещение парковок для электросамокатов и велосипедов возле станций метро, остановок автобусов и т. д.).

2. Тарифная (финансовая) интеграция — создание объединённой системы оплаты, позволяющей пассажирам оплачивать проезд в нескольких видах транспорта одним способом или по единому тарифу (например, через одну карту или мобильное приложение).

3. Информационная интеграция — предоставление пользователям единой информационной платформы, включающей расписания, маршруты, наличие транспорта и навигацию как по общественному транспорту, так и по микромобильным устройствам.

4. Институциональная интеграция — координация и сотрудничество между различными транспортными операторами и органами управления для совместного планирования и реализации комплексных транспортных решений.

Американская ассоциация общественного транспорта [8] предлагает городам, желающим улучшить мобильность для всех своих жителей, следовать следующим правилам:

- Города должны сделать первый шаг к интеграции, обеспечив сотрудничество операторов — как государственных, так и частных — с государственным сектором для предоставления надежных, удобных и доступных транспортных услуг всем своим жителям.

- Городам необходимо будет переключить свое внимание с оперативного регулирования контроля микромобильности на его интеграцию в общественный транспорт. Одного лишь регулирования оказалось недостаточно для поощрения широкого использования режимов микромобильности, и оно не позволило создать операционные структуры, которые были бы особенно выгодны для городов, операторов и пользователей.

Интеграция не является конечной целью. Интеграция, с другой стороны, является методом увеличения доступа к местам назначения и услугам без использования личного транспортного средства.

2. Методология исследования

В рамках данного исследования была применена комплексная методологическая схема, направленная на всестороннее изучение процессов интеграции микромобильных средств в инфраструктуру общественного транспорта Узбекистана. Подход

сочетает теоретический анализ, сравнительные исследования и экспертную оценку.

К основным методам, использованным в работе, относятся:

- Анализ нормативно-правовой базы, включая государственные программы и стратегические документы, регламентирующие развитие городского транспорта и устойчивой мобильности в Узбекистане.

- Обзор научной и прикладной литературы, в ходе которого были изучены современные исследования отечественных и зарубежных авторов, а также материалы международных организаций, посвященные вопросам микромобильности и организации городской транспортной системы.

- Сравнительный анализ практических кейсов, позволяющий выявить успешные зарубежные примеры интеграции микромобильных решений и оценить их применимость с учётом особенностей транспортной инфраструктуры городов Узбекистана.

- Системное рассмотрение проблемы, предусматривающее оценку взаимосвязей между транспортными, социальными и экологическими аспектами при внедрении микромобильных устройств в городскую среду.

- Экспертные консультации, проведённые среди специалистов транспортной и градостроительной сферы, позволили собрать профессиональные суждения о приоритетах и барьерах интеграции микромобильности.

Такое сочетание методов обеспечивает всестороннюю оценку возможностей внедрения микромобильных средств в транспортную инфраструктуру и позволяет определить наиболее актуальные и реалистичные направления их развития в условиях Узбекистана.

3. Результаты исследования

В ходе проведённого исследования были выявлены основные проблемы и перспективы интеграции микромобильных средств в транспортную систему Узбекистана.

Анализ нормативно-правовой базы показал, что в стране уже существуют предпосылки для развития альтернативных видов мобильности, включая положения, направленные на расширение велосипедной инфраструктуры и стимулирование использования экологичных транспортных средств. Однако в действующих документах отсутствует чёткое регулирование вопросов, связанных с микромобильностью, таких как размещение стоянок для электросамокатов и электровелосипедов, безопасность их эксплуатации и взаимодействие с другими участниками дорожного движения.

Сравнительный анализ международного опыта показал, что эффективная интеграция микромобильности требует комплексного подхода, включающего физическую, тарифную, информационную и институциональную интеграцию. В городах, где успешно применяются подобные меры (например, в Париже, Вене, Берлине), наблюдается рост привлекательности общественного транспорта, снижение нагрузки на дорожную сеть и повышение экологической устойчивости городской среды.

Опрос среди экспертов и специалистов в области транспорта подтвердил высокий потенциал применения микромобильных решений в Узбекистане, особенно в крупных городах, таких как Ташкент, Самарканд, Бухара и Наманган. Среди основных барьеров были названы:

- отсутствие достаточной велосипедной и пешеходной инфраструктуры;
- низкий уровень информированности населения о возможностях микромобильности;
- отсутствие унифицированных правил эксплуатации электросамокатов и других подобных устройств;
- недостаточная координация между государственными органами, операторами общественного транспорта и частным сектором.

В то же время, на основе анализа текущей ситуации и экспертных оценок были определены ключевые направления интеграции микромобильности в инфраструктуру общественного транспорта страны, которые могут стать основой для разработки национальных стратегических документов и практических мероприятий.

4. Заключение

Учитывая рост урбанизации и необходимость повышения доступности и привлекательности общественного транспорта, интеграция микромобильных средств — таких как электросамокаты и электровелосипеды — представляет собой перспективное направление для Узбекистана. Применение международного опыта показывает, что:

- Создание физической и информационной инфраструктуры (велодорожки, парковки, навигационные приложения) значительно повышает удобство мультимодальных поездок;

- Тарифная интеграция через внедрение единой системы оплаты может стимулировать использование общественного транспорта в связке с микромобильностью;

- Для устойчивого развития необходима институциональная координация между местными органами власти, транспортными операторами и частными прокатными сервисами.

Таким образом, в Узбекистане целесообразно развивать комплексный подход к городской мобильности, в котором микромобильные средства становятся не конкуренцией, а дополнением к общественному транспорту, особенно на этапе "первой и последней мили".

Список использованной литературы / References

[1] Постановление Президента Республики Узбекистан от 2 февраля 2022 года № ПП-111 «О дополнительных мерах по дальнейшему развитию системы общественного транспорта города Ташкента».

[2] The Electric Assist: Leveraging E-bikes and E-scooters for More Livable Cities. Institute for Transportation



and Development Policy, 2019. [PDF]. <https://itdp.org/publication/electric-assist/>

[3] Dediu, H. The Micromobility Definition. micromobility.io. [https://micromobility.io/news/what-is-micromobility#:~:text=Initially%20coined%20by%20Micromobility%20Industries,1%2C000%20kilograms%20\(2%2C200%20lb\).](https://micromobility.io/news/what-is-micromobility#:~:text=Initially%20coined%20by%20Micromobility%20Industries,1%2C000%20kilograms%20(2%2C200%20lb).)

[4] O'Hern, S., Estgfaeller, N. (2020). A Scientometric Review of Powered Micromobility. Sustainability, 12(22), 9505. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/22/9505>

[5] The Micromobility Definition. <https://en.wikipedia.org/wiki/Micromobility>

[6] P. (2021). Everything you need to know about Micromobility. Micromobility Report.

[7] Цуй, К., Чжан, Ю. Интеграция совместной микромобильности в общественный транспорт: систематический обзор литературы с учётом «серой» литературы. Кафедра гражданского и экологического строительства, Университет Южной Флориды, Тампа, Флорида, США. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/9/3557#B52-sustainability-16-03557>

[8] Американская ассоциация общественного транспорта. Доступно онлайн: <https://www.apta.com/lets->

[rethink-how-public-transit-impacts-our-economy/#get-the-facts](https://www.apta.com/lets-rethink-how-public-transit-impacts-our-economy/#get-the-facts).

Информация об авторах/ Information about the authors

Абдураззаков Умидулла
Абдураззакович / Abdurazzokov Umidulla
Профессор кафедры «Инженеринг транспортных средств» Ташкентского государственного транспортного университета, кандидат технических наук (PhD),
E-mail:

abdurazzoqovumid@gmail.com

Tel.: +998909154183

<https://orcid.org/0000-0002-8181-7674>

Хасанова Барчиной Тохир кизи / Khasanova Barchinoy
Докторант кафедры «Инженеринг транспортных средств» Ташкентского государственного транспортного университета.
E-mail: barchinoy0996@gmail.com

Tel.: +998946545875

<https://orcid.org/0009-0008-1778-7686>



Models and trends of digitalization in the energy sector - analysis based on international experience

J.Kh. Makhmudov¹^a

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

Abstract: This article analyzes models of digitalization of the energy sector based on international experience. Nowadays, digitalization creates opportunities not only for effective management of energy infrastructure, but also for sustainable development, energy saving, carbon emission reduction, and rapid response to consumer needs. The application of Smart Grid, Big Data, AI, IoT, Blockchain, and Digital Twin technologies in energy is analyzed using the examples of the European Union, the United States, China, and Japan. The advantages and distinctive features of the models in each country are shown. The results of the study showed that digitalization plays an important role in increasing efficiency in energy systems, ensuring stability of supply, saving resources, and improving interactive relations with consumers. Recommendations for Uzbekistan are also substantiated - the need to form management based on integrated systems, consumer centricity, artificial intelligence, and Big Data.

Keywords: digital energy, artificial intelligence, Smart Grid, Big Data, AI, SCADA, IoT, Blockchain, international experience, energy transformation

Energetikada raqamlashtirish modellari va tendentsiyalari - xalqaro tajriba asosida tahlil

Maxmudov J.X.¹^a

¹Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada xalqaro tajribalar asosida energetika sohasini raqamlashtirish modellari tahlil qilingan. Hozirgi zamonda raqamlashtirish nafaqat energetik infratuzilmani samarali boshqarishga, balki barqaror rivojlanish, energiya tejash, uglerod chiqindilarini kamaytirish va iste'molchilar ehtiyojlariga tezkor javob berish imkoniyatini ham yaratadi. Yevropa Ittifoqi, AQSh, Xitoy va Yaponiya misolida Smart Grid, Big Data, AI, IoT, Blockchain va Digital Twin texnologiyalarining energetikadagi qo'llanilishi tahlil etilgan. Har bir mamlakatdagi modellarning afzalliklari va o'zgacha jihatlari ko'rsatilgan. Tadqiqot natijalari raqamlashtirishning energetik tizimlarda samaradorlikni oshirish, ta'minot barqarorligini ta'minlash, resurslarni tejash va iste'molchilar bilan interaktiv aloqalarni yaxshilashda muhim ahamiyat kasb etishini ko'rsatdi. Shuningdek, O'zbekiston uchun tavsiyalar – integratsiyalashgan tizimlar, iste'molchi markazlashuvi, sun'iy intellekt va Big Data asosida boshqaruvni shakllantirish zarurligi asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: raqamli energetika, sun'iy intellekt, Smart Grid, Big Data, AI, SCADA, IoT, Blockchain, xalqaro tajriba, energetika transformatsiyasi

1. Kirish

Gidrokarbon resurslariga qaramlik, global iqlim o'zgarishlari, energiya ta'minotidagi uzilishlar va energiya uzluksizligini ta'minlash kabi dolzarb muammolar bugungi kunda barcha rivojlangan va rivojlanayotgan davlatlarning e'tibor markazida turibdi [1]. Bu muammolarni hal etishda energetika sohasining raqamli transformatsiyasi asosiy strategik yo'nalishlardan biriga aylanib bormoqda. Ayniqsa, elektr energetika tizimlarida samaradorlik, ishonchlilik, xavfsizlik va ekologik barqarorlikni ta'minlash uchun raqamli texnologiyalar va "aqlli boshqaruv" yechimlarining joriy etilishi global tendentsiyaga aylanmoqda [2].

Global energetika bozori raqamli transformatsiyaning turli modellari va yo'nalishlarini sinab ko'rgan ilg'or tajribalarga boy. Bu modellar davlat siyosati, texnologik infratuzilma, inson kapitali va bozor sharoitiga bog'liq holda shakllangan. Masalan, ayrim mamlakatlar "aqlli tarmoqlar" (Smart Grid) modellari joriy qilgan bo'lsa, boshqalari "energetik ekotizimlar" (Energy Ecosystems) kontseptsiyalariga asoslangan yondashuvlarni tanlagan. Bu modellar o'zaro raqobat va integratsiya sharoitida jadal rivojlanmoqda [3].

Yevropa Ittifoqi mamlakatlarida strategik yondashuv sifatida Smart Grid modellari ko'proq qo'llaniladi. Xususan, Germaniya, Frantsiya, Niderlandiya kabi davlatlar "Smart Energy Europe" strategiyasini amalga oshirmoqda [4]. Ushbu strategiyaning asosiy tarkibiy qismlari quyidagilardan iborat:

^a <https://orcid.org/0009-0002-2626-5296>



1. Intellektual hisoblagichlar (Smart meters) yordamida iste'molchilar tomonidan energiya sarfini real vaqtda kuzatish va tahlil qilish;

2. Smart Grid orqali elektr ta'minotini avtomatlashtirish, tizimdagi yuklamalarni optimallashtirish va talab yuqori paytlarda intellektual qayta taqsimlashni ta'minlash;

3. Distributed Generation – detsentralizatsiyalashgan energiya manbalarini (quyosh, shamol, biomassa) tarmoqqa samarali integratsiya qilish;

4. Green Digitalization – raqamli texnologiyalarning ekologik samaradorlik bilan uyg'unlashgan holda joriy etilishi, karbon izini kamaytirishga qaratilgan tizimlar.

Germaniyada amalga oshirilayotgan "E-Energy" pilot loyihalarida mahalliy elektr tarmoqlari SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) va IoT (Internet of Things) platformalari bilan birlashtirilgan. Bu esa har bir tarmoq uzelinig real vaqtda monitoringini va intellektual boshqaruvini ta'minlaydi [5-7]. Masalan, lokal iste'mol nuqtalarda ortiqcha sarf aniqlansa, sistema avtomatik ravishda energiya taqsimotini o'zgartirish imkoniga ega. Shuningdek, raqamli boshqaruv markazlari (Digital control centers) orqali elektr oqimi real vaqtda nazorat qilinib, prognozlash asosida qaysi tarmoq elementlari yuklamani ko'tara olmasligi yoki ishdan chiqishi mumkinligi aniqlanadi [8-9].

Bunday yondashuvlar nafaqat ishonchli ta'minotni, balki energiya tejankorligi, iste'molchi va ishlab chiqaruvchi o'rtasidagi o'zaro ta'sirning shaffofligini ham ta'minlaydi. Raqamli texnologiyalar, sun'iy intellekt, blokcheyn va "bulutli hisoblash" kabi texnologik vositalar butun energetik tizimni inklyuziv, barqaror va raqobatbardosh qilishda muhim omil sifatida namoyon bo'lmoqda [10].

O'zbekistonda ham elektr energetika sohasida raqamli texnologiyalarni joriy qilish borasida bosqichma-bosqich islohotlar olib borilmoqda. Biroq, xorijiy tajribalarni tahlil qilish orqali mamlakatimizda qanday raqamli yechimlar eng samarali bo'lishi mumkinligini aniqlash, texnologik infratuzilma va boshqaruv mexanizmlarini takomillashtirish dolzarb vazifa hisoblanadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

AQSh energetika sohasini raqamlashtirishda xususiy sektor yetakchi hisoblanadi va xususiy kompaniyalar faol

rol o'ynaydi. EnerNOC, General Electric, Pacific Gas & Electric kabi korporatsiyalar intellektual tizimlar orqali elektr ta'minotini avtomatlashtirmoqda. Grid Modernization Initiative (GMI) – AQSh Energetika vazirligi tomonidan amalga oshirilayotgan islohotlar kompleksi hisoblanadi. Demand Response Systems – sun'iy intellekt va Big Data yordamida talab asosida energiya taqsimoti amalga oshiriladi. Digital Twins – energetik uskunalarning raqamli modellari yaratish va texnologik xatarlarni prognozlash uchun qo'llaniladi. Natijada energetikadagi avariya soni 25% ga kamaygan, elektr ta'minotdagi uzilishlar vaqti 40% ga qisqargan.

Xitoy raqamli energetika ekotizimi va sun'iy intellekt asosida boshqaruvni amalga oshirmoqda va raqamli energetikada "State Grid Corporation" orqali markazlashgan, yirik miqyosli platforma yaratgan. Platforma yordamida Big Data markazlari har bir transformator va hisoblagichdan ma'lumot yig'adi, AI algoritmlar yordamida talabni bashorat qilish va energiya zaxiralarini boshqarish amalga oshiriladi. Shuningdek, Blockchain asosida qayta tiklanuvchi energiya almashinuvi va sertifikatlash tizimi va SuperGrid va Ultra High Voltage (UHV) tarmoqlarida raqamli boshqaruv yo'lga qo'yilgan.

Bu model Xitoyga 2023 yilga kelib 12% ga kam energiya yo'qotish va iste'molchilarga faol hisob-kitob platformalarini yaratish imkonini bergan.

3. Tadqiqot natijalari va muhokama

Yaponiya raqamlashtirish va barqarorlik uyg'unligini ta'minlash maqsadida "Society 5.0" kontseptsiyasi asosida raqamli energetika modelini joriy etmoqda. Natijada:

1. TEPCO kompaniyasi elektr tarmoqlarida intellektual hisoblagichlar, amalda real-time billing tizimini joriy etgan;

2. Smart Energy Communities – mahalliy aholi va biznes uchun integratsiyalangan energiya menejmentini yo'lga qo'ygan;

3. Seysmik xavfli hududlarda raqamli himoya tizimlari – sun'iy intellekt orqali xavfni oldindan aniqlash amalga oshiriladi.

1-jadvalda modellarni taqqoslash natijalari keltirilgan:

1-jadval

Modellarni taqqoslash natijalari

Mamlakat	Asosiy texnologiyalar	Model turi	Afzalliklari
Germaniya	Smart Grid, IoT	Tarmoq asosidagi raqamlashtirish	Barqarorlik, "yashil energetika"
AQSh	Big Data, AI, CRM	Xususiy sektor yetakchiligidagi transformatsiya	Talabga mos energiya taqsimoti
Xitoy	Big Data, Blockchain	Markazlashgan platforma	Qamrov kengligi, yuklamani bashorat qilish
Yaponiya	AI, Digital Communities	Jamoaviy raqamlashtirish	Iste'molchi-markazlashuv, xavfsizlik

Muhokama. Tahlillar O'zbekiston uchun quyidagi saboqlar va tavsiyalarni keltirib chiqardi [3]:

1. Integratsiyalashgan yondashuv: SCADA, ERP, GIS va CRM tizimlarini birlashtirish;

2. Iste'molchi markazlashuvi: mobil ilovalar va onlayn platforma orqali real vaqtda hisob-kitob;

3. Qayta tiklanuvchi energiya va raqamli monitoring: energiya manbalarini raqamli ko'rinishda kuzatish;



4. Data-Driven boshqaruv: Big Data markazlarini shakllantirish va KPI tizimini avtomatlashtirish;

5. Sun'iy intellekt va prognostik tahlillar: energiya ehtiyojlarini oldindan aniqlash va optimal taqsimot.

4. Xulosa

Xalqaro tajriba shuni ko'rsatmoqdaki, raqamli transformatsiya – bu nafaqat texnologik, balki strategik o'zgarishlar jarayonidir. Turli modellarni taqqoslash orqali O'zbekiston o'z milliy sharoitiga mos keladigan, samarali va barqaror raqamli energetika tizimini yaratishi mumkin. Bu jarayonda davlat siyosati, xususiy sektor ishtiroki va kadrlar tayyorgarligi hal qiluvchi omillar bo'lib xizmat qiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Ю.Туровец, Л. Проскурякова, А. Страдубцова, В. Бьянко. “Зеленая” цифровая трансформация в электроэнергетике // ФОРСАЙТ, Москва, 2021., Том 15, №3. стр.35-51.

[2] А.Е. Мозохин, В.Н. Шведенко. Анализ направлений развития цифровизации отечественных и зарубежных энергетических систем // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, Университет ИТМО, Москва, 2019., Том 19, №4. стр.657-672.

[3] J.N. Fayzullaev. Raqamli iqtisodiyot tushunchasining mohiyati bo'yicha ilmiy yondashuvlar tahlili. Iqtisod va Moliya / Ekonomika i Finansy 2022, 1(149).

[4] Zhang, Y., Wang, L., & Sun, H. (2020) Smart grid technologies and applications: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 134, 110202. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110202>

[5] Gungor, V. C., Sahin, D., Kocak, T., et al. (2013) Smart grid technologies: Communication technologies and standards. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 7(4), 529–539. <https://doi.org/10.1109/TII.2011.2166794>

[6] Liu, Y., Fan, R., & Chen, Y. (2018). Big Data in smart grids: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81, 1484–1494. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.133>

[7] Mohassel, R. R., Fung, A., Mohammadi, F., & Raahemifar, K. (2014). A survey on advanced metering infrastructure. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 63, 473–484. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2014.06.005>

[8] Crosbie, T., & Vyas, H. (2021). Digitalization and electricity demand: A comprehensive review. Energy Reports, 7, 2359–2371. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.04.013>

[9] Fang, X., Misra, S., Xue, G., & Yang, D. (2012). Smart grid – The new and improved power grid: A survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 14(4), 944–980. <https://doi.org/10.1109/SURV.2011.101911.00087>

[10] Zhou, K., Fu, C., & Yang, S. (2016). Big Data driven smart energy management: From big data to big insights. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 56, 215–225. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.050>.

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

Makhmudov Jakhongir Khakim ugli/ Makhmudov Jakhongir	Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Karyera markazi va talabalar amaliyoti bo'limi boshlig'i. E-mail: jaxongir9316@icloud.com Tel.: +99890 968 51 31 https://orcid.org/0009-0002-2626-5296
---	--



K. Lesov, A. Uralov, J. Yuldashaliev <i>Experimental research on protecting the slope of the land line from the process of erosion using geosynthetic materials</i>	5
B. Kasimov <i>Assessment of indicators for detecting electric vehicle malfunctions and improving their service</i>	9
B. Turakulov <i>Effect of operating temperature of hydraulic fluid on the service life of automatic transmission</i>	14
D. Butunov, Ch. Jonuzokov, J. Juraboev, D. Kengesbaeva <i>Factors affecting the throughput and processing capabilities of railway stations</i>	22
M. Juraev, M. Ikromov <i>Improving models for ensuring the regularity of city bus traffic</i>	27
M. Rasulmuhamedov, M. Shomurova <i>The personal work plan of a teacher: Problems and the necessity of automation</i>	31
U. Shaozimova, A. Ibadullaev, A. Djumabaev, E. Rakhmatov, J. Ziyamukhamedov <i>Ensuring interchangeability in the Elting system of oil and gas products with targeted application of multifunctional composite polymer materials based on special materials and secondary resources</i>	35
R. Aliev, M. Aliev, G. Talipova, M. Yuldasheva <i>Mathematical model for studying the danger zone of train approach on sections of the roads of JSC "Uzbekistan Railways"</i>	41
B. Abdullaev <i>Development of a passenger flow forecasting model</i>	46

B. Sindorov

The importance of the supervisory board in the implementation of effective corporate governance principles in the management of industrial enterprises 49

E. Jonikulov, R. Ayapbergenov, H. Salohiddinov, K. Fayzullaev

Analysis of wireless communication technologies in the control and monitoring of railway station switches 53

D. Yuldoshev, K. Matrasulov

Analysis of methods for assessing the state of urban public transport infrastructure based on logistics principles 59

N. Yaronova, A. Ablayeva

Analysis of failures of components in a complex of backup power sources for signaling and communication devices on a railway section using the Petri net and Monte Carlo method.....64

O. Shavkatov

Study of technical maintenance and repair documentation for medical equipment.....69

A. Bondarenko, K. Lesov, T. Salakhov, M. Kenjaliev

Stability assessment of continuous welded railway with Vossloh fastenings using the finite element method.....73

M. Kabulov

The current state of terminal and logistics technology in Uzbekistan and its development.....78

M. Rakhmatov, A. Riskulov, Kh. Nurmetov

Metallopolymer materials for the construction of tribotechnical parts of cardan shafts of a new type 81

A. Abdullayev

Analysis of the technical characteristics of the restored part of the plunger pair of the diesel fuel system assembly.....88

A. Ikramov, O. Shokirov

Development and justification of measures to reduce the speed of vehicles in mountainous areas of the road. (on the example of mountainous areas of the M-39 road).....92

M. Sobirov

Problems and analyses in automobile brake systems.....97

S. Inomjonov, A. Khodjaev

Formation of calculation model of multistory reinforced concrete frame buildings with non-traditional loads.....103

I. Maturazov, D. Sarsenbayev

Impact of post-flight maintenance on flight safety.....106

I. Maturazov, Sh. Shodiyev

Maintenance algorithm for GENx-B1 engine.....109

B. Komilov, Z. Juraev, Kh. Vasiyev

Influence of the ISO 7101-2023 standard on the medical system...113

S. Boltayev, O. Muhiddinov, S. Valiyev, I. Kodirov

Modeling of automatic control of routes on the train dispatcher plot.....117

A. Azizov, S. Ubaydullayev, A. Sadikov, Sh. Botirova

Versus the repeated maneuver route relay circuit analysis and model.....122

Kh. Shavkatov, J. Narziyev, K. Urinbayev

Analysis of energy consumption during the braking process of electrically driven mining dump trucks (Case Study: Komatsu 860E).....126

Z. Mirzaeva, N. Andakulova

Promising directions for the development of automation of geodetic survey in the construction of the metropoliten.....130

I. Maturazov, A. Juraev

Implementation of performance based navigation (pbn) in civil aviation.....135

N. Zayniddinov, U. Abdulatipov, A. Muminov <i>Increasing the efficiency of diesel engines through the use of three-stage filters in the cooling system of UzTE16M diesel locomotives</i>	138
M. Miralimov, K. Juraev, Kh. Urazov <i>New types of prefabricated-monolithic span structures of highway bridges and overpasses</i>	142
D. Butunov, Sh. Daminov, Sh. Ergashev <i>Increasing the attractiveness of suburban passenger train services</i>	147
Kh. Zukhridinov <i>Experimental program and methods for developing and improving systems and tools to forecast and monitor emergency situations in railway infrastructure</i>	153
M. Talipov <i>Analysis of experimental research results on the causes of injuries among train conductors</i>	156
K. Lesov, A. Uralov, M. Yakhyayeva <i>Constructive and technological solutions based on climatic zoning of the Bukhara – Miskin railway line</i>	159
T. Nurmukhamedov, Sh. Yuldashev, O. Koraboshev <i>Improving the efficiency of real-time monitoring systems based on forecasting models</i>	164
J. Kutlumuratov, I. Adilbaev <i>Issues of creating an intellectual transport system</i>	168
A. Bakoyev, A. Yusupov, B. Rustamjonov <i>Selection of the sequence for railcar delivery and removal at loading and unloading fronts</i>	172
A. Mukhitdinov, D. Turgunov, M. Numanov, J. Ravshanbekov <i>Evaluation of the influence of the catalyst on the quantity of exhaust gases</i>	177

D. Dulobov

Research on the operation of technical maintenance points at railway marshalling yards 182

S. Sulaymanov, Sh. Musayev

Analysis of occupational diseases associated with noise pressure levels in workplaces of railway enterprise employees 186

S. Sulaymanov, Sh. Musayev

Sanitary and hygienic evaluation of working conditions and noise characteristics of equipment in the metalworking shop of the Tashkent passenger railcar construction and repair plant 189

A. Muratov

Flow of automobile transport vehicles and the laws of time distribution of service 196

B. Kodirov

Systematic analysis and improvement of the information flow operating model in electronic learning systems 201

G. Rikhsikhodjaeva, N. Khudayberganova, Sh. Esanmurodov, K. Kuvandikov

Improvement of biological purification technology 205

M. Miralimov, Sh. Akhmedov, B. Mukhitdinov, A. Menglibaev

Characteristic defects of structures encountered on highway bridges in the republic of Karakalpakstan 209

Kh. Kamilov

Biomechanical approach to improving safety of working conditions at non-stationary workplaces in railway transport (on the example of the workplace of train components) 213

R. Samatov, A. Rakhmanov, N. Tursunov

Analysis of intersection safety assessment methods 216

U. Samatov

Dependence of transport costs on the volume of container delivery by road transport with quadratic approximation.....220

S. Turdibekov

The role of special road vehicles in the spreading of anti-icing technological materials (salt-sand mixture).....225

A. Muratov

The impact of working time on improving the efficiency of the shipping process.....229

J. Tolipov, A. Saidov

Reliability of power grids with integrated distributed generation sources.....233

F. Amirkulov

Methods for identifying factors influencing the complexity of urban bus routes.....237

G. Ruzimatova

Ways to determine and optimize traffic flow speeds under the real conditions of the street-road network.....242

J. Ziyamukhamedov, M. Wani

Tribotechnical analysis of tungsten carbide additives in mining drilling practice.....246

Sh. Umrzokova

Improvement of technologies for the technical inspection of locomotives in TS-2.....252

U. Abdurazzokov, B. Khasanova

The key directions for integrating micromobility into the public transport.....257

J. Makhmudov

Models and trends of digitalization in the energy sector - analysis based on international experience.....261