

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 2, 2026 vol. 3

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 3, ISSUE 2

JUNE, 2026



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 3, ISSUE 2 JUNE, 2026

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.

Classification of factors affecting the tires of road transport vehicles operated under the conditions of JSC “Almalyk MMC”

B.I. Abdullaev¹, A.R. Kholmatov¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article provides a systematic classification of the factors affecting the tires of road transport vehicles operated under the conditions of the large mining and industrial complexes of JSC “Almalyk MMC”. The relevance of the study lies in the fact that the tires of dump trucks, loaders, truck cranes, and auxiliary transport vehicles operating on quarry roads, in crushing and screening areas, storage yards, loading and dispatch zones, and maintenance points are exposed to significantly higher abrasive, dynamic, thermal, and mechanical loads than tires used on ordinary motor roads. The study evaluates road surface abrasiveness, road gradient, turning radius, sharp stones and debris, moisture, internal air pressure, load distribution, driving style, speed regime, and tire temperature as the main influencing factors. The results show that tire service life depends not only on mileage, but also directly on rubber aging, heat accumulation, the risk of cuts and punctures, road geometry, and maintenance discipline. Based on the findings, road maintenance, operational, and technical management recommendations aimed at extending tire service life were developed.

Keywords: quarry transport, OTR (Off-The-Road) tires, tire service life, abrasive wear, thermal regime, turning radius, internal pressure, technological roads, mining dump truck, operational factors

«Olmalik KMK» AJ sharoitida ekspluatatsiya qilinayotgan avtomobil transport vositalari shinalariga ta'sir qiluvchi omillar tasnifi

Abdullayev B.I.¹, Xolmatov A.R.¹

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Mazkur maqolada “Olmalik KMK” AJ yirik tog'-kon va ishlab chiqarish majmualari sharoitida ekspluatatsiya qilinayotgan avtomobil transport vositalari shinalariga ta'sir etuvchi omillar tizimli tasnif qilindi. Tadqiqotning dolzarbligi shundan iboratki, karer yo'llari, maydalash-saralash hududlari, ombor maydonlari, yuklash-jo'natish zonalari va texnik xizmat ko'rsatish punktlarida harakatlanadigan samosval, yuklagich, avtokran hamda yordamchi transport vositalari shinalari oddiy avtomobil yo'llaridagi shinalarga nisbatan ancha yuqori abraziv, dinamik, termik va mexanik yuklamalarda ishlaydi. Ishda yo'l qoplamasining abrazivligi, yo'l nishabligi, burilish radiusi, o'tkir tosh va chiqindilar, namlik, ichki havo bosimi, yuk taqsimoti, haydash uslubi, tezlik rejimi hamda shina harorati asosiy ta'sir etuvchi omillar sifatida baholandi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, shina resursi faqat bosib o'tilgan masofaga emas, balki rezinaning eskirishi, issiqlik to'planishi, kesilish va teshilish xavfi, yo'l geometriyasi hamda texnik xizmat intizomiga ham bevosita bog'liq. Tadqiqot yakunida shina resursini uzaytirishga qaratilgan yo'l xo'jaligi, ekspluatatsion va texnik boshqaruv tavsiyalari ishlab chiqildi.

Kalit so'zlar: karer transporti, OTR (Off-The-Road tires) shinalar, shina resursi, abraziv yeyilish, issiqlik rejimi, burilish radiusi, ichki bosim, texnologik yo'llar, kon samosvali, ekspluatatsion omillar

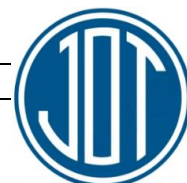
1. Kirish

Tog'-kon ishlab chiqarish tizimida transport vositalari uzluksiz texnologik zanjirning eng faol bo'g'inlaridan biri hisoblanadi. Xom ashyo qazib olish, tog' jinslarini maydalash va saralash, tayyor mahsulotni omborlash, yuklash va iste'molchiga jo'natish jarayonlarining har biri transportning barqaror ishlashini talab qiladi. Bunday tizimda shina transport vositasining yo'l bilan bevosita aloqa qiluvchi, yukni ko'taruvchi, tortish kuchini uzatuvchi va zarbalarni qabul qiluvchi elementi sifatida alohida ahamiyatga ega.

“Olmalik KMK” AJ sharoitida ishlatiladigan maxsus transportlar turli ishlab chiqarish hududlaridan o'tadi: ishchi qazib olish zonasi, maydalash va saralash hududi, chaqir tosh va qum-shag'al uyumlari joylashgan omborxona, tayyor mahsulotni yuklash maydoni, texnik xizmat ko'rsatish va yoqilg'i quyish punktlari. Ushbu zonalarining har birida yo'l yuzasi, harakat tezligi, yuklanish darajasi, burilishlar soni, qiyalik va namlik rejimi turlicha bo'ladi. Natijada bir xil shina modeli turli hududlarda turlicha xizmat muddati ko'rsatishi mumkin.

Karer sharoitida shinalarning xizmat muddati oddiy avtomobil yo'llaridagiga nisbatan sezilarli darajada qisqa

 <https://orcid.org/0009-0009-2998-3964>



bo'lishi amaliy kuzatuvlar bilan izohlanadi. Bunga, avvalo, tog' jinslari va chaqiq toshning yuqori abrazivligi, o'tkir qirrali fraksiyalarning protektor va yon devorga zarba berishi, yo'l notekisligi tufayli shina karkasining takroriy deformatsiyalanishi, ortiqcha yuklanish va ichki issiqlikning ortishi sabab bo'ladi. Shina harorati me'yordan oshganda rezina va kord orasidagi bog'lanish zaiflashadi, protektor qatlamining ko'chishi hamda karkas buzilishi xavfi ortadi.

Shinalarning muddatidan oldin ishdan chiqishi ishlab chiqarish jarayoniga ikki tomonlama salbiy ta'sir ko'rsatadi. Birinchidan, shina xarid qilish, almashtirish, ta'mirlash va utilitatsiya qilish xarajatlari ortadi. Ikkinchidan, transport vositasining bekor turib qolishi qazib olish, tashish yoki yuklash jarayonida uzilish keltirib chiqaradi. Ayniqsa karer samosvallari va yuklagichlarida bir dona yirik o'lchamli shinning ishdan chiqishi butun texnologik oqimning unumdorligini pasaytirishi mumkin.

Taqdim etilgan materiallarda shina resursiga ta'sir etuvchi omillar keng ko'lamda ko'rsatilgan: yo'l qoplamasining abrazivligi, nishablik, o'tkir toshlar, issiqlik rejimi, namlik, burilish radiusi, ichki bosim, haydash uslubi va yuklash tartibi. Ushbu omillar alohida-alohida emas, balki o'zaro bog'langan kompleks tizim sifatida ishlaydi. Masalan, yo'l qiyaligi ortganda dvigatel tortish rejimi va tormozlanish kuchayadi, bu shinning deformatsiyasini, sirpanishini va qizishini oshiradi; namlik esa o'tkir toshning rezinaga kirishini osonlashtirib, kesilish xavfini kuchaytiradi.

Shina yeyilishi ko'pincha faqat protektor balandligi kamayishi bilan izohlanadi. Ammo karer sharoitida yemirilishning kesilish, yulinish, yon devor shikastlanishi,

kord uzilishi, delaminatsiya, teshilish va issiqlikdan buzilish kabi shakllari mavjud. Shu sababli shinalar resursini baholashda faqat kilometr ko'rsatkichi emas, balki yo'l turi, yuklanish sikli, harorat, qiyalik, burilishlar, bosim va texnik xizmat sifati birgalikda hisobga olinishi zarur [1].

Tadqiqot dolzarbligi shina resursini uzaytirish orqali ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish, transport xavfsizligini oshirish va texnologik jarayonning uzluksizligini ta'minlash ehtiyoji bilan belgilanadi. Mazkur maqola amaliy kuzatuvlar asosida omillarni tizimlashtirishga, ta'sir mexanizmini tushuntirishga va kontransport xo'jaligi uchun aniq tavsiyalar ishlab chiqishga qaratilgan.

Texnologik ishlab chiqarish hududlari deganda karer ichidagi va unga tutash bo'lgan, qazib olishdan tayyor mahsulotni jo'natishgacha bo'lgan harakatni ta'minlovchi zonalar majmui tushuniladi. Bular ishchi qazib olish maydoni, maydalash-saralash qurilmalari joylashgan hudud, ochiq omborxona, yuklash platformalari, vaqtinchalik ish zonalar, laboratoriya-nazorat punktlari, texnik xizmat ko'rsatish bazalari va yoqilg'i quyish shoxobchalarini o'z ichiga oladi.

Ishchi zonada shina o'tkir qirrali tog' jinslari ustida past tezlikda, lekin yuqori moment va og'ir yuk ostida ishlaydi. Maydalash-saralash hududida mayda fraksiyalı toshlar, chang va notekisliklar protektor tishlari orasiga kirib, abraziv yeyilish va yulinish jarayonini kuchaytiradi. Ombor hududida esa tez-tez burilish, orqaga yurish, yuklash va to'xtash sikllari shina yon devoriga va protektor chetlariga qo'shimcha zo'riqish beradi (1-jadval).

1-jadval

Texnologik hududlar bo'yicha shinalarga asosiy ta'sirlar

Hudud	Asosiy yo'l sharoiti	Shina uchun xavf	Boshqaruv chorasi
1	2	3	4
Qazib olish zonasi	O'tkir jinslar, notekis yuza	Kesilish, teshilish, yon devor shikasti	Toshlarni tozalash, mustahkam protektor
Maydalash-saralash	Mayda fraksiya, chang, zarba	Abraziv yeyilish, chipping	Muntazam greyderlash va sug'orish nazorati
Ombor maydoni	Ko'p burilish va orqaga yurish	Yonlama kuch, protektor yulinishi	Radiusni kengaytirish, tezlikni cheklash
Yuklash-jo'natish	Takroriy qatnov, yukli rejim	Qizish, ortiqcha deformatsiya	Yukni me'yorlash va bosim nazorati
Texnik xizmat zonasi	Diagnostika va ta'mirlash	Noto'g'ri bosim, kech aniqlash	Rejali nazorat va qayd jurnali

Tayyor mahsulotni jo'natish hududlarida transportlar ko'pincha bir xil yo'nalishda takroriy qatnaydi. Bunday rejimda yo'lining ma'lum nuqtalarida chuqur, to'liq, tosh to'planishi yoki suv yig'ilishi doimiy shikastlanish manbaiga aylanadi. Texnik xizmat ko'rsatish hududlarida esa shinalarni ko'zdan kechirish, bosimni nazorat qilish, teshilishlarni aniqlash va profilaktik almashtirish ishlari vaqtda bajarilsa, butun ekspluatatsion tizimning ishonchligi oshadi [2].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot materiallari sifatida karer va texnologik ishlab chiqarish hududlarida shinalarning ishlashiga oid ma'lumotlar, ekspluatatsion kuzatuvlar, ta'sir etuvchi omillar ro'yxati va shina resursiga doir sifat hamda miqdoriy ko'rsatkichlar qabul qilindi. Ma'lumotlar tizimlashtirilganda shinalarning ishdan chiqishi faqat bitta sabab bilan emas, balki yo'l, texnika, iqlim, yuklanish va boshqaruv

omillarining kombinatsiyasi bilan izohlanishi inobatga olindi.

Metodik yondashuv uch bosqichdan iborat bo'ldi. Birinchi bosqichda ishlab chiqarish hududlari funksional zonalarga ajratildi. Ikkinchi bosqichda har bir zonada shinalarga ta'sir qiluvchi omillar fizik-mexanik mazmuniga ko'ra guruhlandi. Uchinchi bosqichda omillar shina resursiga ta'sir mexanizmi, kutiladigan shikastlanish turi va kamaytirish chorasi bo'yicha baholandi.

Omillarni tasniflashda besh asosiy guruh ajratildi: yo'l-geomotrik omillar, yo'l yuzasi va material omillari, termik-iqlim omillari, texnik-ekspluatatsion omillar va tashkiliy-boshqaruv omillari. Bunday tasnif shinalar ishonchligini faqat ta'mirlash masalasi sifatida emas, balki yo'l xo'jaligi, texnik xizmat, haydovchi intizomi va ishlab chiqarish logistikasini birlashtiruvchi tizimli masala sifatida ko'rish imkonini beradi [3].

Baholashda shina xizmat muddatining qisqarishi haqidagi mavjud ko'rsatkichlar shartli diagnostik indikator sifatida qo'llandi. Masalan, shag'alli va abraziv yo'llarda



protektor yeyilishi 30–70% gacha tezlashishi, 6% nishabli yo'lda resurs ikki baravargacha kamayishi, 10–12% qiyalikda shina umrining 36% ga qisqarishi, harorat 110°C dan oshganda rezina mustahkamligining keskin pasayishi kabi ma'lumotlar ta'sir darajasini sifat jihatdan solishtirish uchun ishlatildi.

Yo'l-geometrik omillarga qiyalik, burilish radiusi, yo'lning ko'ndalang qiyaligi, notekislik, chuqur va to'liqlar kiritildi. Bu omillar shina bilan yo'l orasidagi kontakt maydonini, normal va yonlama kuchlarni, sirpanish miqdorini hamda karkas deformatsiyasini belgilaydi. Ayniqsa kichik radiusli burilishlarda markazdan qochma kuch transport og'irligini tashqi shinalarga ko'chiradi va protektor tishlarining ko'ndalang siljishiga sabab bo'ladi [4].

Yo'l yuzasi va material omillari tog' jinslarining qattiqligi, o'tkirligi, fraksiyasi, shag'al, chaqiq tosh, qum-shag'al aralashmasi, loy va suv mavjudligi bilan tavsiflanadi. Abrziv material protektor qatlamini mexanik qirqadi; o'tkir jinslar kordga yetib boradigan kesilish yoki teshilishlarni yuzaga keltiradi; namlik esa sirpanishni oshirib, rezinaning kesilishga qarshiligini kamaytiradi.

Termik-iqlim omillari shina ichidagi issiqlik to'planishi, atrof-muhit harorati, quyosh nuri, rezinaning oksidlanishi va eskirishini qamrab oladi. Og'ir yuk ostida shina takroriy egilib-tiklanadi; bu jarayonda mexanik energiyaning bir qismi issiqlikka aylanadi. Agar issiqlik tashqi muhitga chiqarilmasa, karkas, breker va protektor qatlamlari orasida adgeziya zaiflashadi (2-jadval).

2-jadval

Ta'sir omillarini tasniflash mezonlari			
Omillar guruhi	Mezon	Natija	Nazorat ko'rsatkichi
1	2	3	4
Yo'l-geometrik	Qiyalik, radius, viraj	Yonlama kuch, qizish	% qiyalik, radius, tezlik
Yuza-material	Tosh o'tkirligi, abrazivlik	Kesilish, protektor yeyilishi	Yo'l tozaligi, fraksiya
Termik-iqlim	Harorat, quyosh, oksidlanish	Delaminatsiya, rezina eskirishi	Shina harorati, mavsum
Texnik	Bosim, yuk, osma holati	Notekis yeyilish, karkas zo'riqishi	Bosim, yuk massasi
Tashkiliy	Haydash uslubi, servis jadvali	Muddatidan oldin ishdan chiqish	Reyd nazorati, jurnal

Tasniflash natijalaridan keyingi tahlilda har bir omil shikastlanish turi bilan bog'landi. Bunda protektor yeyilishi, chipping, chunking, yon devor kesilishi, teshilish, ichki qizish, qatlamlarga ajralish va karkas deformatsiyasi asosiy diagnostik belgilar sifatida qaraldi.

Shinalarga ta'sir qiluvchi omillarni baholashda sabab-oqibat zanjiri tamoyili qo'llandi. Masalan, yo'l qoplamasining abrazivligi avvalo kontakt yuzasida ishqalanish koeffitsiyentini va mikroqirqilish jarayonini oshiradi; bu protektor tishlarining notekis yeyilishiga, keyinchalik issiqlik to'planishi va shina balansining buzilishiga olib keladi. Xuddi shunday, noto'g'ri ichki bosim shinning kontakt dog'ini o'zgartiradi: past bosim yon devor egilishini, yuqori bosim esa protektor markazining tez yeyilishini keltirib chiqaradi [5].

Baholash algoritmidagi quyidagi ketma-ketlik qabul qilindi: hududni aniqlash, yo'l sharoitini tavsiflash, transport turi va yuk rejimini belgilash, shikastlanish belgilarini qayd etish, asosiy omilni ajratish, ikkilamchi omillarni aniqlash va profilaktik chorani tanlash. Bu ketma-ketlik amaliy diagnostika uchun qulay, chunki shina shikasti ko'pincha bir nechta omil bir vaqtda ta'sir qilganida yuzaga keladi [6].

Samosvallar uchun asosiy indikatorlar qiyalik, yuk massasi, tormozlanish rejimi va shina harorati bo'lsa, yuklagichlarda sirpanish, kesilish va yon devor shikasti ko'proq ahamiyatga ega. Avtokran va vaxtovkalarida esa aralash yo'l sharoiti, ichki bosim va og'irlik markazining o'zgarishi muhim hisoblanadi. Shu sababli har bir transport turi uchun yagona profilaktika emas, balki vazifaga mos shina tanlash va ekspluatatsion reglament zarur (3-jadval).

3-jadval

Shikastlanish belgisi bo'yicha ehtimoliy sababni aniqlash		
Shikastlanish belgisi	Ehtimoliy asosiy sabab	Birinchi choralar
1	2	3
Protektor markazi tez yeyilishi	Ortiqcha ichki bosim	Bosimni me'yoriy qiymatga keltirish
Yon devor qizishi va yorilishi	Past bosim yoki ortiqcha yuk	Yuk va bosimni birgalikda tekshirish
Tishlarning yulinishi	Kichik radiusli burilish, o'tkir tosh	Tezlikni kamaytirish va yo'lni tozalash
Kesilish va teshilish	O'tkir jinslar, namlik	Greyderlash, himoyalangan protektor
Qatlamlarga ajralish	Kritik qizish, uzun yukli sikl	Harorat va tezlik limitini nazorat qilish

3. Natija va muhokamalar

Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, karer yo'llarining holati shina resursiga eng kuchli ta'sir etuvchi omillardan biridir. Tog' jinslari, chaqiq tosh va shag'alli qoplamalar asfalt qoplamaga nisbatan ancha abraziv bo'lib, shina protektorida mikroqirqilish, silliqalanish va tishlar chetining yemirilishini tezlashtiradi. Abrziv muhitda shina faqat dumalanmaydi, balki yo'l yuzasidagi qattiq zarralar bilan doimiy kesishish va qirqilish jarayonida ishlaydi.

Shag'alli yo'llarda protektor yeyilishi 30–70% gacha tezlashishi mumkinligi shina resursini rejalashtirishda muhim ko'rsatkichdir. Bu degani, bir xil transport vositasi tekis va toza yo'lda belgilangan resursni ko'rsatsa, o'tkir fraksiyalı shag'al ustida ishlaganda xizmat muddati sezilarli qisqaradi. Ayniqsa maydalash-saralash hududida mayda, lekin o'tkir qirralı zarralar protektor kanallariga kirib qoladi va har bir aylanishda rezina qatlamini zaiflashtiradi [7].

Yo'l yuzasidagi o'tkir toshlar va chiqindilar shinning eng xavfli dushmanlaridan biridir. Ular protektorni kesishi, yon devorni yorishi yoki kord qatlamiga yetib boradigan



chuqur shikastlanish hosil qilishi mumkin. Bunday shikastlar ko'pincha oddiy yeyilishdan farqli ravishda to'satdan ishdan chiqishga olib keladi. Natijada transport vositasi rejalashtirilagan ta'mirga to'xtaydi va ishlab chiqarish jarayoni uziladi.

Abraziv muhit ta'siri faqat yo'l materiali bilan cheklanmaydi. Yuklama, tezlik va burilishlar bilan birgalikda u yanada kuchayadi. Masalan, ortiqcha yuklangan samosval qattiq shag'alli qiyalikda harakatlanganda protektor tishlari yo'l yuzasiga katta bosim bilan kiradi; tormozlanish yoki tezlanish paytida esa ishqalanish sirpanishga aylanib, yeyilish tezligini oshiradi [8].

Yo'lining nishabligi shina resursiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Qiyalik ortgan sari transport vositasi tortish kuchini ko'proq talab qiladi, shina kontakt yuzasida tangensial kuchlar ortadi, sirpanish ehtimoli kuchayadi va ichki issiqlik hosil bo'lishi jadallashadi. Taqdim etilgan ma'lumotlarga ko'ra, 6% nishabli yo'lda ishlayotgan samosval shinalarining resursi tekis yo'lga nisbatan ikki baravargacha kamayishi mumkin.

Yo'l qiyaligi 10% dan oshganda resursning keskin qisqarishi kuzatiladi. 10–12% qiyalik shina umrini 36% ga kamaytirishi mumkinligi nishablikni loyihalash va ekspluatatsion nazorat qilish zarurligini ko'rsatadi. Yuk bilan pastga harakatlanishda tormozlanish kuchayadi; shina protektori yo'l yuzasi bilan ko'proq ishqalanadi; issiqlik tarqalishga ulgurmaydi. Shuning uchun qiyalik faqat yo'l geometriyasi emas, balki shina issiqlik rejimini boshqaruvchi omil hamdir [9].

Kichik radiusli burilishlar shinalar uchun og'ir rejimlardan biri hisoblanadi. Burilish paytida markazdan qochma kuch transport og'irligini tashqi g'ildiraklarga ko'chiradi, shina yon devori egiladi, protektor tishlari esa yo'l yuzasiga nisbatan ko'ndalang siljiydi. Bu jarayon odatiy dumalanishdan farq qiladi va rezina qatlamining mexanik yulinishi, chipping hamda chunking holatlarini keltirib chiqaradi.

Burilish radiusiga mos ko'ndalang qiyalik, ya'ni viraj tashkil etilishi markazdan qochma kuchning bir qismini kompensatsiya qiladi. Yo'lining tashqi tomoni ichki tomoniga nisbatan balandroq qilib qurilganda transportning burilishdagi barqarorligi ortadi, yonlama kuchlar kamayadi va tashqi shinalarga tushadigan differensial yuklama pasayadi. Shu sababli karer yo'llarida burilishlarni kengaytirish, virajni to'g'ri berish va tezlikni 10–15 km/soat darajasida cheklash muhim profilaktik choralar qatoriga kiradi.

Og'ir yuk ostida ishlaydigan shinalar uchun issiqlik eng xavfli omillardan biridir. Shina har bir aylanishda egiladi va qayta tiklanadi; rezina histerezisi natijasida energiya bir qismi issiqlikka aylanadi. Notekis yo'l, chuqurlar, ortiqcha yuk, past ichki bosim va yuqori tezlik bu jarayonni kuchaytiradi. Agar hosil bo'lgan issiqlik tashqariga chiqarilmasa, shina ichida harorat to'planadi [10].

Ma'lumotlarga ko'ra, shina harorati 110°C dan oshganda rezining mexanik xususiyatlari yomonlashadi va mustahkamlik keskin kamayadi. 110–120°C oralig'i og'ir shinalar uchun kritik rejim sifatida qaraladi, chunki bu bosqichda protektorning ko'chishi, qatlamlarga ajralish va karkas buzilishi xavfi ortadi. Haroratning har 1°C ga ortishi yeyilish tezligini taxminan 2% ga oshirishi mumkinligi shina monitoringi zarurligini ko'rsatadi.

Ortiqcha yuklash shinalarning haddan tashqari zo'riqishiga olib keladi. Yukning noto'g'ri taqsimlanishi ma'lum o'qdagi shinalarni ikki barobar tezroq yeyishi mumkin. Kranlarda og'irlik markazining siljishi,

samosvallarda yukning kuzov bo'ylab notekis joylashishi, yuklagichlarda kovshdagi massa va ishchi siklning keskinligi shina deformatsiyasini oshiradi. Natijada protektor chetlari yemiriladi, yon devor zo'riqadi va karkas resursi kamayadi.

Haydash uslubi ham muhim omildir. Keskin tezlanish, qattiq tormozlanish, yuqori tezlikda burilish va nam yoki loy yo'lda g'ildirakning aylanib ketishi protektor yeyilishini tezlashtiradi. Sirpanish jarayonida shina dumalashdan ko'ra ishqalanib siljiydi; bu esa protektor yuzasida mahalliy qizish va rezina qirqilishini kuchaytiradi.

Transport turlari bo'yicha muammolar ham farqlanadi. Kon samosvallarida issiqlik to'planishi va qiyalikdagi yukli harakat asosiy xavf bo'lsa, ekskavator va yuklagichlarda o'tkir jinslar ustida ishlash, past tezlikda yuqori moment, sirpanish va yon devor kesilishi ko'proq uchraydi. Avtokran va vaxtovkalarida esa aralash yo'l sharoiti, noto'g'ri bosim va og'irlik markazining o'zgarishi shina umrini qisqartiradi.

Muhokama

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, shina resursini boshqarish faqat shina tanlash yoki almashtirish masalasi emas. Bu yo'l xo'jaligi, transport logistikasini rejalashtirish, haydovchi intizomi, yuklash nazorati va texnik xizmat ko'rsatishni birlashtiruvchi kompleks boshqaruv jarayonidir. Agar karer yo'llari muntazam greyderlanmasa, o'tkir toshlar vaqtida olib tashlanmasa va suv yig'ilishining oldi olinmasa, hatto eng mustahkam OTR shinalar (Off-The-Road tires) iborasining qisqartmasi bo'lib, yo'ldan tashqari og'ir sharoitlarda ishlatiladigan maxsus shinalardir ham qisqa muddatda shikastlanishi mumkin.

Yo'l omillari ichida qoplama abrazivligi, qiyalik va burilish radiusi eng kuchli ta'sirga ega. Bular shina kontakt zonasida bir vaqtda normal, tangensial va yonlama kuchlarni oshiradi. Shu sababli burilishlarni kengaytirish, virajni to'g'ri tashkil etish, qiyaliklarni me'yoriylash va tezlikni cheklash shina resursini uzaytirishning birlamchi yo'nalishlari hisoblanadi. Ayniqsa doimiy qatnov yo'nalishlari bo'yicha yo'l pasportini yuritish amaliy jihatdan foydali bo'ladi.

Texnik omillar ichida bosim va yuklanish eng tez nazorat qilinadigan ko'rsatkichlardir. Bosim nazorati tizimi mavjud bo'lmagan sharoitda ham smena oldidan va smena yakunida o'lchov jurnali yuritilishi shina ishdan chiqishini kamaytirishi mumkin. Yuklash intizomi esa dispatcherlik va operator mas'uliyati bilan bog'liq: me'yordan ortiq yuk qisqa muddatli unumdorlik bergandek ko'rinsa-da, shina, osma, tormoz va yo'l qoplamasiga tushadigan umumiy zararni oshiradi.

Muhokama shuni ko'rsatadiki, shina tanlashda faqat narx yoki o'lchamga tayanish yetarli emas. Karer sharoitida protektor chuqurligi, kesilishga chidamlilik, issiqlikka bardoshlilik, yon devor mustahkamligi va vazifaga mos protektor turi hisobga olinishi kerak. Masalan, o'tkir toshli hududlar uchun kesilishga chidamli, og'ir yukli uzun qatnovlar uchun issiqlikka bardoshli, kichik radiusli burilish ko'p bo'lgan hududlar uchun yon devori kuchaytirilgan shinalar afzal bo'ladi [11].

Shina resursini uzaytirish uchun chora-tadbirlar uch darajada tashkil etilishi maqsadga muvofiq: yo'l infratuzilmasi darajasi, transport ekspluatatsiyasi darajasi va texnik servis darajasi. Yo'l infratuzilmasi darajasida greyderlash, o'tkir toshlarni tozalash, suv qochirish, burilish radiuslarini kengaytirish va viraj hosil qilish zarur. Transport ekspluatatsiyasi darajasida tezlik limitlari, yuk me'yori, haydash uslubi va qatnov yo'nalishlari nazorat qilinadi.



Texnik servis darajasida bosim, harorat, protektor holati va shikastlar qayd etiladi.

Tavsiya etiladigan nazorat tizimi oddiy jurnal shaklida boshlanishi mumkin. Unda transport raqami, shina o'rimi, bosim, harorat, protektor qoldig'i, aniqlangan kesilish yoki

teshilish, ishlagan zona, haydovchi va ko'rilgan chora qayd qilinadi. Bunday ma'lumotlar keyinchalik qaysi hududda shina shikastlari ko'p uchrashini, qaysi haydovchi yoki transport turida yeyilish tezligini, qaysi yo'l uchastkasida ta'mirlash zarurligini aniqlash imkonini beradi (4-jadval).

4-jadval

Amaliy profilaktika choralarining kutiladigan samarasi			
Chora-tadbirlar	Ta'sir qiladigan omil	Kutiladigan natija	Mas'ul bo'linma
1	2	3	4
Muntazam greyderlash	Notekislik, o'tkir tosh	Kesilish va qizish kamayadi	Yo'l xo'jaligi
Burilish radiusini kengaytirish	Yonlama kuch	Tish yulinishi kamayadi	Loyiha/ekspluatatsiya
Tezlikni cheklash	Qizish, sirpanish	Issiqlik rejimi barqarorlashadi	Transport xizmati
Bosim monitoringi	Past/yuqori bosim	Notekis yeyilish kamayadi	Texnik servis
Yuk me'yori nazorat qilish	Ortiqcha yuk	Karkas zo'riqishi kamayadi	Dispatcherlik

Ushbu choralar alohida bajarilganda ham ma'lum samara beradi, biroq eng yuqori natija ularni yagona boshqaruv tizimi sifatida joriy etganda olinadi. Masalan, tezlik cheklovi yo'l notekisligi bartaraf qilinmasa to'liq natija bermaydi; bosim nazorati esa ortiqcha yuklash davom etsa shinning qizishini to'liq oldini olmaydi. Shuning uchun profilaktika integratsiyalashgan bo'lishi kerak.

Kon samovallari uchun asosiy e'tibor yukli qatnov yo'nalishlariga qaratilishi lozim. Qiyalik yuqori bo'lgan uchastkalarda tezlik, tormozlanish va shina harorati nazorat qilinadi; pastga yuk bilan harakatlanish rejimi alohida xavfli deb baholanadi. Samovallarda protektorning issiqlikka bardoshliligi va karkas mustahkamligi muhim, chunki uzoq masofali yukli sikllarda shina ichida issiqlik to'planishi tezlashadi.

Yuklagichlar va ekskavatorlar uchun kesilish va yon devor himoyasi birinchi o'ringa chiqadi. Ular ko'pincha o'tkir toshlar, yirik jinslar va mayda fraksiyalar ustida ishlaydi; harakat masofasi kam bo'lsa ham, statik zo'riqish, burilish va g'ildirakning aylanib ketishi yuqori bo'ladi. Bunday texnikalar uchun yon tomoni mustahkam, chuqur protektorli va kesilishga chidamli shinalarni tanlash maqsadga muvofiq.

Avtokran va vaxtovka transportlarida sharoit aralash bo'lgani uchun bosim va yuk taqsimoti eng muhim nazorat ko'rsatkichiga aylanadi. Asfalt, shag'al va karer ichki yo'llari almashib kelganda shina bir xil rejimda ishlamaydi. Kranlarda yuk ko'tarish paytida og'irlik markazi o'zgaradi, bu ayrim shinalarda ortiqcha yuklanish keltirib chiqaradi. Shu sababli ish boshlashdan oldingi texnik ko'rik va bosim tekshiruvi majburiy bo'lishi kerak.

Shina modellari va protektor sinfini tanlashda ishlash joyining asosiy xavfi aniqlanishi lozim. Agar hududda o'tkir toshlar ko'p bo'lsa, kesilishga chidamli protektor; agar uzoq masofali yukli qatnov ustun bo'lsa, issiqlikka bardoshli

konstruksiya; agar kichik radiusli burilishlar ko'p bo'lsa, yon devori kuchaytirilgan va super-lug turidagi yechimlar afzal. Bunday differensial yondashuv shina xarajatlarini optimallashtirishga yordam beradi [12].

Hisob amallari

Shinalarga ta'sir etuvchi omillarni faqat sifat jihatdan tasniflash yetarli emas, balki ularning resursga ta'sirini miqdoriy ko'rsatkichlar orqali ham baholash zarur. Shu maqsadda shina resursining kamayishini ifodalovchi koeffitsiyentli model taklif etiladi. Model shartli diagnostik hisob-kitob uchun mo'ljallangan bo'lib, karer yo'llarida ishlayotgan avtomobil transport vositalari shinalarining xizmat muddatini baholash imkonini beradi.

Shinning amaldagi resursi (R_0) quyidagi ko'paytma model orqali aniqlanadi:

$$R_0 = T_0 \cdot k_a \cdot k_n \cdot k_t \cdot k_b \cdot k_y \quad (1)$$

bunda R_0 – me'yoriy bazaviy resurs; k_a – yo'l qoplamasining abrazivligi koeffitsiyenti; k_n – nishablik ta'siri koeffitsiyenti; k_t – harorat ta'siri koeffitsiyenti; k_b – ichki havo bosimi intizomi koeffitsiyenti; k_y – yuklanish va yuk taqsimoti koeffitsiyenti.

Abraziv yeyilish kuchaygan holatda $k_a = 1 / (1 + \delta)$ ko'rinishida baholanadi. Agar shag'alli va o'tkir qirrali yo'lda protektor yeyilishi o'rtacha 50% ga tezlashsa, $\delta = 0,50$ bo'ladi va $k_a = 1 / 1,50 = 0,667$ ga teng.

Harorat ta'siri 110 °C dan yuqori rejim uchun $k_t = 1 / [1 + 0,02 \cdot (T - 110)]$ ifoda bilan baholandi. Masalan, $T = 115$ °C bo'lsa, $k_t = 1 / [1 + 0,02 \cdot 5] = 0,909$ bo'ladi.

Namunaviy hisob-kitob uchun kon samovali shinasining bazaviy resursi $R_0 = 10000$ soat deb olindi. Abraziv yo'l sharoiti, 10–12% gacha bo'lgan nishablik, 115 °C ishchi harorat, bosimdagi chetlanish va yuklanish notekisligi hisobga olindi [5,6]. Hisob natijalari 5-jadvalda keltirilgan.

5-jadval

Shina resursini koeffitsiyentli model asosida hisoblash natijalari				
Ko'rsatkich	Belgisi	Qabul qilingan qiymat	Hisoblash tartibi	Natija
1	2	3	4	5
Bazaviy shina resursi	R_0	10000 soat	Me'yoriy resurs	10000 soat
Abraziv yo'l ta'siri	k_a	$\delta = 0,50$	$k_a = 1/(1+0,50)$	0,667



Nishablik ta'siri	k_n	10–12% qiyalikda resurs 36% qisqaradi	$k_n = 1 - 0,36$	0,640
Harorat ta'siri	k_t	$T = 115\text{ }^{\circ}\text{C}$	$k_t = 1/[1+0,02 \cdot (115-110)]$	0,909
Bosim intizomi ta'siri	k_b	Bosim me'yordan chetlangan	Ekspert baholash	0,900
Yuklanish ta'siri	k_y	Yuk notekis taqsimlangan	Ekspert baholash	0,850
Hisobiy shina resursi	R	-	$R = 10000 \cdot 0,667 \cdot 0,640 \cdot 0,909 \cdot 0,900 \cdot 0,850$	taxminan 2969 soat

Hisob-kitob natijasiga ko'ra, ko'rib chiqilgan og'ir ekspluatatsiya sharoitida shinning amaldagi resursi taxminan 2969 soatni tashkil etadi. Bu bazaviy resursga nisbatan 70,3% ga qisqarishni anglatadi. Demak, karer sharoitida shina resursini baholashda faqat bosib o'tilgan masofa emas, balki yo'l abrazivligi, qiyalik, harorat, bosim va yuklanish koeffitsiyentlari birgalikda hisobga olinishi kerak.

Shina yeyilish intensivligini quyidagi ifoda orqali baholash mumkin:

$$I_y = \frac{h_0}{R} \quad (2)$$

bunda: I_y – protektor yeyilish intensivligi, mm/soat; h_0 – protektorning boshlang'ich foydali balandligi, mm; R – shinning hisobiy resursi, soat. Agar $h_0 = 70$ mm va $R = 2969$ soat bo'lsa, $I_y = 70 / 2969 = 0,0236$ mm/soat bo'ladi.

Shinalarga yillik ehtiyoj quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$N_{sh} = \frac{n_a \cdot H_y}{R} \quad (3)$$

bu yerda: N_{sh} – bir transport vositasi uchun yillik shina ehtiyoji, dona/yil; n_a – avtomobildagi shinalar soni; H_y – yillik ish vaqti, soat/yil. Agar $n_a = 6$ dona, $H_y = 4500$ soat/yil va $R = 2969$ soat bo'lsa, $N_{sh} = (6 \cdot 4500) / 2969 = 9,09$ dona/yil bo'ladi. Amaliy rejalashtirishda bu qiymat 10 dona/yil deb qabul qilinadi [8].

Profilaktik tadbirlar natijasida yo'l qoplamasini yaxshilash, qiyalik va burilishlarda tezlikni cheklash, bosim monitoringini joriy etish hamda yukni me'yorlash hisobiga koeffitsiyentlar yaxshilansa, shina resursi sezilarli darajada ortadi. Masalan, $k_a = 0,80$; $k_n = 0,75$; $k_t = 0,95$; $k_b = 0,97$; $k_y = 0,95$ deb olinsa, $R_2 = 10000 \cdot 0,80 \cdot 0,75 \cdot 0,95 \cdot 0,97 \cdot 0,95 = 5249$ soat bo'ladi.

Bunday sharoitda yillik shina ehtiyoji $N_{sh2} = (6 \cdot 4500) / 5249 = 5,14$ dona/yil, ya'ni amaliy jihatdan 6 dona/yilni tashkil etadi. Demak, bir transport vositasi bo'yicha yillik tejalish taxminan 4 dona shinaga teng bo'ladi. Agar bitta OTR shinning shartli narxi 18 mln so'm deb olinsa, yillik iqtisodiy samara quyidagicha aniqlanadi:

$$E = (N_{sh1} - N_{sh2}) \cdot C_{sh} = (10 - 6) \cdot 18 = 72 \text{ mln so'm/yil.}$$

Ushbu hisob-kitoblarda shuni ko'rsatadiki, yo'l holatini yaxshilash, bosim va harorat monitoringini joriy etish, ortiqcha yuklanishni cheklash va haydovchilar intizomini kuchaytirish nafaqat shina resursini oshiradi, balki transport vositalarining bekor turib qolish vaqtini ham kamaytiradi. Natijada kon-transport tizimida ekspluatatsion xarajatlar pasayadi, texnologik jarayonning uzluksizligi esa ortadi.

4. Xulosa

“Olmaliq KMK” AJ sharoitida transport vositalari shinalariga ta'sir qiluvchi omillarni tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, shina resursi ko'p omilli tizim natijasidir. Yo'l qoplamasining abrazivligi, o'tkir toshlar, qiyalik, kichik radiusli burilishlar, namlik, ichki bosim, yuk taqsimoti,

haydash uslubi, issiqlik rejimi va rezinaning tabiiy eskirishi birgalikda shinning xizmat muddatini belgilaydi.

Karer yo'llarining holati shina resursiga eng kuchli ta'sir ko'rsatadi. Abraziv va o'tkir qirrali qoplamalarda protektor yeyilishi tezlashadi, kesilish va teshilish xavfi ortadi. Qiyalik 6% va undan yuqori bo'lganda shina resursining jiddiy kamayishi, 10–12% qiyalikda esa umr qisqarishining keskinlashishi kuzatiladi. Kichik radiusli burilishlar yonlama kuchlarni oshirib, tishlarning yulinishi va yon devor deformatsiyasini kuchaytiradi.

Issiqlik rejimi shina ishonchligining markaziy ko'rsatkichidir. Shina harorati 110°C dan oshganda rezina mustahkamligi pasayadi, qatlamlarga ajralish xavfi ortadi va karkasning ishchanligi kamayadi. Shuning uchun tezlikni cheklash, ortiqcha yukni oldini olish, bosimni me'yorda ushlash hamda yo'l notekisliklarini kamaytirish issiqlikni boshqarishning asosiy usullari hisoblanadi.

Amaliy tavsiyalar sifatida karer yo'llarini muntazam greyderlash, burilish radiuslarini kengaytirish va viraj hosil qilish, namlik va suv yig'ilishini bartaraf etish, shinalar bosimi va haroratini monitoring qilish, yuk me'yoriga rioya qilish, haydovchilar uchun burilish va qiyaliklarda tezlik limitlarini joriy etish, shina shikastlarini qayd etish jurnalini yuritish hamda transport turiga mos shina modelini tanlash taklif etiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Continental. Off-The-Road Tires: Technical Data Book. Hannover: Continental Reifen Deutschland GmbH, 2020.
- [2] Bridgestone Corporation. Data Book: Off-the-Road Tires. Tokyo: Bridgestone Corporation, 2023.
- [3] Michelin. Technical Data: Earthmover Tires. Clermont-Ferrand: Compagnie Generale des Etablissements Michelin, 2022/2023.
- [4] Goodyear. Off-The-Road Tire Maintenance Manual. Akron: The Goodyear Tire & Rubber Company, 2017.
- [5] The Yokohama Rubber Co., Ltd. OTR Tire Handbook. Tokyo: Yokohama Rubber Co., Ltd., 2024.
- [6] Caterpillar Inc. Haul Road Design and Management. Peoria: Caterpillar Global Mining, 2010.
- [7] Tannant D.D., Regensburg B. Guidelines for Mine Haul Road Design. Vancouver: University of British Columbia, 2001.
- [8] Darling P. SME Mining Engineering Handbook. 3rd ed. Englewood: Society for Mining, Metallurgy & Exploration, 2011.
- [9] Kennedy B.A. Surface Mining. 2nd ed. Littleton: Society for Mining, Metallurgy & Exploration, 1990.



[10] ShNQ 2.05.02-23. Avtomobil yo'llari. Toshkent: O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligi, 2023.

[11] The Tire and Rim Association. Year Book. Copley: The Tire and Rim Association, 2023.

[12] ETRTO. Standards Manual. Brussels: European Tyre and Rim Technical Organisation, 2023.

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

Abdullayev Botir Inatovich / Botir Abdullaev Toshkent davlat transport universiteti, "Transport logistikasi" kafedrasida dotsenti,

t.f.f.d., (PhD), dotsent
E-mail: botir_i@tstu.uz
Tel.: +998 94 699 41 52
<https://orcid.org/0009-0009-2998-3964>

Xolmatov Abduraximjon Robiljon o'g'li / Abdurakhimjon Kholmatov Toshkent davlat transport universiteti, "Transport logistikasi" kafedrasida talabasi
E-mail: abdurahimxolmatov9@gmail.com
Tel.: +998 95 187 77 57



Kh. Alimov, A. Martazaev, F. Azizova, M. Umarov	
<i>Dynamic analysis of three-layer pendulum-type fluoroplastic seismic insulated buildings.....</i>	99
O. Chulponov, A. Bakhodirov	
<i>Hydraulic structures, hydraulic shock, aerated flow, internal volume, lower slope aerated flow in the Rezaksay reservoir</i>	103
R. Saydakhmedov, J. Berdimurodov	
<i>A mathematical model for determining the optimal parameters of coating application technology.....</i>	108
A. Murodov, Z. Atadjanova	
<i>An integral model for assessing the technical efficiency of a regional transport and logistics system: a case study of Khorezm region.....</i>	114
U. Khusenov, A. Bakoev, M. Bakhtiyorov	
<i>Assessment of the impact of non-stop train crossing on the line capacity of single-track railway sections.....</i>	118
E. Ametova, J. Kudratov	
<i>Optimization of the response time of microprocessor-based protection devices in phase-sensitive railway track circuits.....</i>	126
N. Tokhirov, M. Akhmedova	
<i>Steps to improve the processes for issuing speed limit warnings.....</i>	131
N. Tokhirov	
<i>Development of a mathematical model for assessing data quality based on a Bayesian network to justify the effectiveness of modern technologies in issuing alerts.....</i>	136
N. Ganieva, D. Pak	
<i>Structural analysis of information relationships and classification of gas supply problems</i>	142
S. Sulaymonov, N. Erdonova	
<i>Analysis of hazardous (injury-causing and harmful) production factors in the technological processes of ceramic tile manufacturing.....</i>	147
B. Abdullaev, A. Kholmatov	
<i>Classification of factors affecting the tires of road transport vehicles operated under the conditions of JSC "Almalyk MC"</i>	153