Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

AVTOMOBIL YÖLLARIDA OĞIR YUK TRANSPORTI TA'SIRIDA YUZAGA KELADIGAN DEFORMATSIYALARNI KAMAYTIRIŞNING MUHANDISLIK YEÇIMLARI

Hamroliyev Umidjon Tölqin öğli
Farğona davlat texnika universiteti,
Yöl muhandisligi yönalişi,
13-25 YM guruhi talabasi.
Mamatov Xamidillo Abdullayeviç
Ilmiy rahbar:
Farğona davlat texnika universiteti,
Quriliş materiallari va buyumlari kafedrasi
dotsenti, PhD
https://doi.org/10.5281/zenodo.23950899

Annotatsiya.
Maqolada oğir yuk avtomobillari öq yuklamasining asfaltbeton yöl qoplamasiga nisbiy zarar ta'siri hisoblaş-tahliliy usulda baholandi. 10, 11,5 va 13 tonnalik öq yuklamalari uçun törtinçi darajali soddalaştirilgan model qöllanib, mos ravişda 1,000; 1,749 va 2,856 koeffitsiyentlar olindi. Harorat, namlik, qatlam mustahkamligi va yuklamalar takrorlanişining ta'siri alohida muhokama qilindi. Mahalliy yöllar uçun nazorat, diagnostika va konstruktiv mustahkamlaş çoralarini uyğunlaştiruvçi bosqiçli muhandislik algoritmi taklif etildi. Hisoblaşlar dala sinovi yoki haqiqiy koleya çuqurligi prognozi emas.
Kalit sözlar: oğir yuk transporti, öq yuklamasi, asfaltbeton, deformatsiya, koleya, ESAL, qoplama mustahkamligi, monitoring.

Аннотация.
В статье расчетно-аналитическим методом оценено относительное повреждающее воздействие осевых нагрузок тяжелых грузовых автомобилей на нежесткую дорожную одежду. Для нагрузок 10, 11,5 и 13 т применена упрощенная модель четвертой степени; получены коэффициенты 1,000; 1,749 и 2,856. Рассмотрены температура, влажность, прочность слоев и повторяемость нагрузок. Предложен поэтапный алгоритм инженерных мероприятий для дорог Узбекистана. Результаты не являются данными полевых испытаний или прогнозом фактической глубины колеи.
Ключевые слова: тяжелый транспорт, осевая нагрузка, асфальтобетон, деформация, колея, эквивалентная нагрузка, мониторинг.

Abstract.
This paper estimates the relative damaging effect of heavy-vehicle axle loads on flexible pavements through a transparent calculation-based analysis. A simplified fourth-power relationship is applied to axle loads of 10, 11.5 and 13 tonnes, producing relative factors of 1.000, 1.749 and 2.856. Temperature, moisture, structural capacity and load repetitions are discussed as interacting influences. A staged engineering framework combining axle-load enforcement, pavement diagnostics and structural

intervention is proposed for Uzbek road conditions. The results are illustrative rather than field measurements or predictions of actual rut depth.

Keywords: heavy vehicles, axle load, flexible pavement, rutting, relative damage, ESAL, pavement monitoring.

1. KIRIŞ

Özbekiston avtomobil yöllari tarmoğida yuk taşiş hajmi va transport vositalarining öq yuklamalari yöl töşamasi konstruksiyasining uzoq muddatli işlaşiga bevosita ta'sir etadi. Asfaltbeton qoplamada kuzatiladigan koleya, çarçoq yoriqlari, qatlamlararo siljiş va asosning qoldiq deformatsiyasi birgina omilga boğliq emas. Transport öqi yuklamasi, şina kontakt bosimi, harorat, namlik, materialning reologik xususiyatlari va konstruktiv qatlamlarning holati birgalikda hisobga olinişi lozim.

Mahalliy tadqiqotlarda M-39 yölining ayrim qismlarida oğir yuk transporti va qoplama notekisligi bilan boğliq muammolar yoritilgan [1, 2]. Xalqaro tadqiqotlar esa ortiqça yuklama, sekin harakatlaniş va yuqori harorat koleya rivojlanişini kuçaytirişini körsatadi [5–9]. Mazkur maqolaning maqsadi — uç xil öq yuklamasi ssenariysini taqqoslaş, natijalarni töğri talqin qiliş va mahalliy yöllarga mos muhandislik qarorlarini şakllantiriş.

Tadqiqot savoli: bir xil öq konfiguratsiyasi va bir xil ötişlar soni şaroitida 10 t bazaviy öq yuklamasiga nisbatan 11,5 va 13 t yuklamalarining hisobiy nisbiy zarar indeksi qança ortadi va bu holat qanday profilaktik tadbirlarni ustuvor qiladi?

2. MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot hisoblaş-tahliliy xarakterga ega. Öq yuklamasi P tonna birlikda ifodalanadi. Barça ssenariylarda bir xil öq turi, şina sxemasi va qoplama şaroiti şartli ravişda qabul qilinadi. Taqqoslaş bazasi P_0 = 10 t; P = 10; 11,5; 13 t. Bu qiymatlar maqola doirasidagi ssenariylar bölib, qonuniy ruxsat etilgan öq yuklamasi çegarasi sifatida talqin qilinmaydi.

$$K(P) = (P / P_0)^4 \quad (1)$$

Bu yerda K — bazaviy öqqa nisbatan ölçamsiz zarar indeksi; P — körib çiqilayotgan öq yuklamasi; P_0 — taqqoslaş uçun olingan bazaviy öq yuklamasi. Törtinçi daraja qoidasi dastlabki skrining uçun empirik yaqinlaşuvdir: u barça qoplama konstruksiyalari, öq konfiguratsiyalari va iqlimlar uçun universal qonun emas.

Nisbiy yiğma ta'sir: $D^* = \Sigma(n_i \times K_i)$, bunda n_i — i-turdagi öqning ötişlar soni. D^* standartga keltirilgan şartli ötişlar yiğindisi bölib, haqiqiy deformatsiya millimetrda aniqlanmaydi. Konstruksiya qatlamlaridagi deformatsiyani prognozlaş uçun laboratoriya modullari, harorat rejimi, namlik va kalibrlangan mexanistik-empirik model zarur.

Hisoblaş aniqligini körsatiş maqsadida P qiymatlari 0,5 t oraliqda özgarganida sezgirlik ham baholandi. Matematik hosila $dK/dP = 4P^3/P_0^4$ bölib, yuklama ortgani sayin zarar indeksi tezroq oşişini ifodalaydi.

3. NATIJALAR

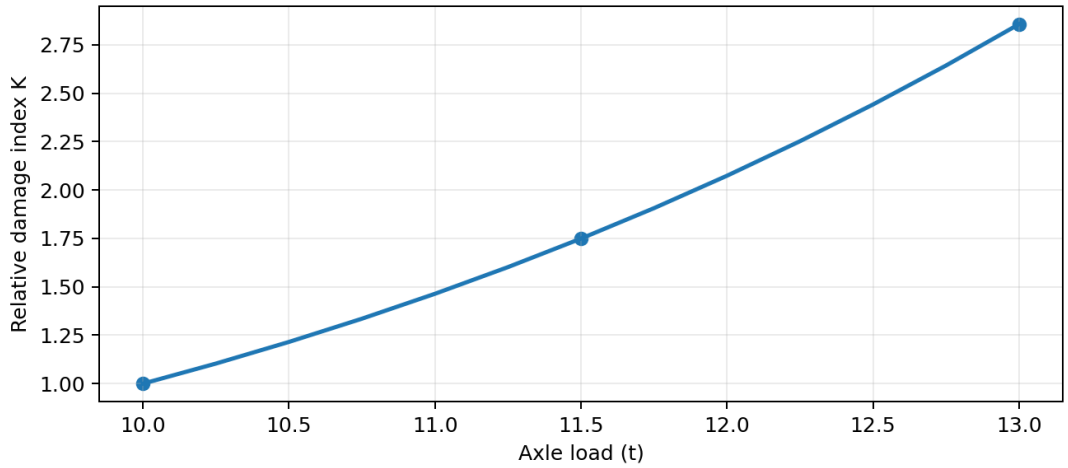
Ssenariy	Öq yuklamasi, t	K=(P/10)⁴	Bazaga nisbatan ösiş
A	10,0	1,0000	0 %
B	11,5	1,7490	74,90 %
C	13,0	2,8561	185,61 %

1-jadval. Bir xil şaroit uçun hisoblangan öq yuklamasining nisbiy zarar indeksi.

Misol: K(11,5)=(11,5/10)⁴=1,74900625; K(13)=(13/10)⁴=2,8561. Şunday qilib, 13 t ssenariysi bazaviy 10 t ssenariyiga nisbatan 2,8561 baravar hisobiy ta'sirga ega. 13 t ning 11,5 t ga nisbati esa 2,8561/1,7490 ≈ 1,633.

Ssenariy	10 000 ta ötiş uçun D*	20 000 ta ötiş uçun D*
10 t	10 000	20 000
11,5 t	17 490	34 980
13 t	28 561	57 122

2-jadval. Bir xil ötişlar sonida şartli yiğma ta'sir. Qiymatlar transport oqimining haqiqiy ölçovi emas, model misolidir.



1-rasm. Öq yuklamasi oşişi bilan nisbiy zarar indeksining özgarişi (muallif hisobi).

Sezgirlik tahlili: 10 t dan 10,5 t ga ötiş K ni 1,000 dan 1,216 ga; 12,5 t dan 13 t ga ötiş esa 2,441 dan 2,856 ga oşiradi. Demak, yuqori yuklama diapazonida bir xil 0,5 t qöşimça yuk sezilarli kattaroq absolyut indeks ösişini beradi.

4. MUHOKAMA

Hisobiy koeffitsiyentni koleya çuqurligi yoki qoplama xizmat muddatiga bevosita aylantiriş metodologik xato böladi. Qoplama çuqur qatlamlarining çökişi, asfaltbetonning yuqori haroratda plastik oqişi va qatlamlararo siljiş turli fizik mexanizmlardir. Li va boşqalar (2025) sekin harakatlanuvçi oğir yuk va yuqori haroratning qöşma ta'sirini uç ölçamli termomexanik model bilan tahlil qilgan [6]. Guo va boşqalar (2025) şina kontakt zöriqişlari hamda harorat gradientini hisobga oliş zarurligini körsatgan [7].

Özbekistonlik Urokov va Aşurov (2026) M-39 yölining tekşirilgan qismida IRI notekislik körsatkiçlari va oğir transport ta'sirini tahlil qilgan [1]. Urokov, Aşurov va Bobomuratov (2026) esa dinamik yuklama sinovlari natijalarini haroratga tuzatiş muhimligini qayd etgan [2]. Bu natijalar Farğona vodiysi yöllariga avtomatik köçirilmaydi: mazkur hududda aniq xulosa uçun alohida dala ölçovlari kerak.

Qoplamani mustahkamlaş çoralarini tanlaşda nuqson manbai aniqlanişi lozim. Asosning kötariş qobiliyati past bölsa, faqat yuqori qatlamni yangilaş yetarli bölmasligi mumkin. Aksinça, koleya asosan asfaltbetonning plastik oqişidan yuzaga kelsa, yuqori haroratga çidamli aralaşma, mineral skelet va ziçlaş sifatini optimallaştiriş ustuvor böladi. Drenaj işlamasa, namlangan asos deformatsiyasi tezlaşişi mumkin.

5. MUHANDISLIK YEÇIMLARI VA AMALIY ALGORITM

Bosqiç	Texnik tadbir	Tekşiriladigan natija
1. Diagnostika	Koleya profili, yoriq xaritasi, IRI, defleksiya, qatlam qalinligi va namlikni ölçaş	Nuqson turi va ustuvor uçastkalar
2. Yuk nazorati	Öq yuklamalarini tortiş va transport tarkibini hisobga oliş	Haqiqiy yuk spektri va takrorlaniş
3. Material sinovi	Asfaltbetonning dinamik moduli va koleyaga çidamliligi; asosning kötariş qobiliyati	Mahalliy kalibrlaş parametrlari
4. Loyihalaş	Qatlam qalinligi, material, drenaj va texnologiyani variantli baholaş	Texnik-iqtisodiy maqbul yeçim
5. Monitoring	Mavsumiy takroriy ölçovlar va natijalarni soliştiriş	Çora samaradorligini baholaş

3-jadval. Yöl uçastkasida yuklama bilan boğliq deformatsiyani kamaytiriş uçun taklif etilgan bosqiçli algoritm.

Birinçi ustuvorlik — normativdan ortiq yuklanişni aniqlaş va oldini oliş; ikkinçisi — yuqori xavfli uçastkalarda qoplama mustahkamligi va suv qoçiriş tizimini tekşiriş; uçinçisi — sinov bilan tasdiqlangan asfaltbeton tarkibi va qatlam konstruksiyasini tanlaş. Uşbu tartib yangi quriliş bilan bir qatorda mavjud yöllarni ta’mirlaşda ham qöllanişi mumkin.

Taklifning yangilik elementi — öq yuklamasining oddiy nisbiy zarar koeffitsiyentini yakka holda qaror mezoni qilmasdan, uni nuqson mexanizmi, haroratga tuzatilgan defleksiya va drenaj holati bilan birlaştirgan ketma-ket qaror algoritmi. Algoritmning samaradorligi hali tajriba orqali tasdiqlanmagan; keyingi bosqiçda nazorat va tajriba uçastkalarida tekşiriş talab qilinadi.

6. TADQIQOT ÇEKLOVLARI

Hisoblaşlarda real öq yuklamasi taqsimoti, transport tezligi, şina bosimi, asfaltbetonning vaqtga boğliq xossalari va konstruktiv qatlamlarning aniq parametrlari mavjud emas. Şu sababli maqola deformatsiyaning millimetrdagi çuqurligini, xizmat muddatini yoki iqtisodiy tejamni hisoblab bermaydi. Törtinçi darajali boğlaniş faqat qiyosiy skrining vositasi sifatida işlatilgan. 10 t bazasi şartli tanlangan va amaldagi loyiha standartini almaştirmaydi.

7. XULOSA

1. Bir xil şaroitda 10, 11,5 va 13 t öq yuklamalari uçun nisbiy zarar indeksi mos ravişda 1,000; 1,749 va 2,856 ga teng böldi. 13 t ssenariysi 10 t bazaga nisbatan 185,61 % yuqori şartli zarar indeksini beradi.

2. Bir xil 10 000 ötiş uçun yiğma indeks 10 000; 17 490 va 28 561 şartli standart ötişga teng böldi. Uşbu qiymatlar haqiqiy transport hisoboti yoki deformatsiya ölçovi emas.

3. Muhandislik yeçimi yuk nazorati, konstruksiya diagnostikasi, materialning yuqori haroratga çidamliligini tekşiriş, asosni mustahkamlaş va suv qoçirişni birgalikda körib çiqişi kerak.

4. Farğona vodiysi şaroitida modelni amaliy qöllaş uçun yuk spektri, qoplama harorati, defleksiya, koleya profili va material sinovlari böyiça mahalliy ma'lumotlar töplanişi zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Urokov A., Ashurov E. Study of the impact of heavy trucks on the smoothness of asphalt concrete pavement. Engineer, 4(3), 186–190 (2026). DOI: 10.56143/3030-3893-2026-3-186-190.
2. Urokov A., Ashurov E., Bobomuratov S. Evaluation of the impact of dynamic loads on road pavements and pavement strength under temperature factors. Engineer, 4(2), 34–37 (2026). DOI: 10.56143/3030-3893-2026-2-34-37.
3. Urokov A.X., Ashurov E.T., Bekmurodov U.B. Problems caused by the impact of heavy trucks on the surface of asphalt concrete pavements. Journal of Transport, 1(3) (2024).
4. Pakenari M.M., Suleiman N., Gedafa D.S. Investigating Flexible Pavement Responses and Performance under Trunnion Axle Loading Using Three-Dimensional Finite Element Modeling and Field Validation. Transportation Research Record (2026). DOI: 10.1177/03611981261443200.
5. Abdelfattah H.F.H., Al-Shamsi K. Estimation of damage cost from truck overload on flexible pavements based on rutting performance. International Journal of Pavement Engineering, 26(1) (2025). DOI: 10.1080/10298436.2025.2525524.
6. Li P., Fu J., Sun L., Yue J., Zang Q. Analysis of Rutting Formation Mechanisms and Influencing Factors in Asphalt Pavements Under Slow-Moving Heavy Loads. Materials, 18(17), 4153 (2025). DOI: 10.3390/ma18174153.
7. Guo M. et al. Analysis of tire contact stresses and asphalt pavement rutting under gradient temperature and typical driving conditions. Scientific Reports, 15, 2985 (2025). DOI: 10.1038/s41598-025-87453-2.
8. Prathapa R.C., Velayudhan S., Mathew S. Impact of overloaded axles on the pavement service life: a case study of a two-lane national highway. International Journal of Pavement Engineering, 26(1) (2025). DOI: 10.1080/10298436.2025.2490222.
9. Yang R., Liu L., Sun L., Jin T., Cheng H., Yuan J. Effective temperature model for rutting prediction considering temperature distribution inside the asphalt pavements. Road Materials and Pavement Design, 26(12), 3118–3137 (2025). DOI: 10.1080/14680629.2025.2477312.
10. Liu F. et al. Development and Validation of Asphalt Pavement Rutting Prediction Model with Transient Temperature Field Considered. Transportation Research Record, 2679(3), 934–960 (2025). DOI: 10.1177/03611981241284623.
11. Ganiev I., Yuzboev R., Ganieva Z. Comprehensive assessment of road pavement performance using modern diagnostic technologies: insights from Uzbekistan's evolving infrastructure. Science and Education, 6(7), 71–77 (2025).
12. Ganiev I., Umirzakov Z., Ganiyeva Z., Mardiyev A. Comprehensive analysis of flexible pavement performance in continental climate conditions: A case study from Uzbekistan. Academic Journal of Science, Technology and Education, 1(4), 28–30 (2025).