

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 1, 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 1

MARCH, 2026



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 3, ISSUE 1 MARCH, 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.

A comprehensive assessment of workers' physiological workload during the technological process of closing the bottom hatches of open-top rail wagons

I.M. Toshtemirov¹, O.Sh. Khodjaev², A.K. Yusupov¹  ^a

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek. Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This article evaluates the physiological workload of workers involved in closing the bottom hatches of gondola railcars positioned on an elevated railway track, based on sanitary and hygienic standards. The study analyzes static and dynamic muscle strain, awkward working posture, waist-level operation factors, and repetitive load conditions occurring during the work process. It was determined that manual closing of the hatches, due to their substantial mass and the need to move them from an open to a closed position, creates significant biomechanical stress on the worker's body. This condition is particularly characterized by increased static strain on the lower back and shoulder muscles. To reduce this workload, a method for closing the hatches using an electric hoist moving along a monorail installed on the trestle has been proposed. Comparative assessment results indicate that the proposed mechanized solution can reduce workers' physiological workload, improve occupational safety, and enhance overall operational efficiency.

Keywords: Gondola railcar, bottom hatch, physiological workload, biomechanical analysis, monorail system, electric hoist, mechanization

Yarim ochiq vagon quyi lyuklarini yopish texnologik jarayonida ishchilarning fiziologik yuklanish darajasini kompleks baholash

Toshtemirov I.M.¹, Xodjayev O.Sh.², Yusupov A.Q.¹  ^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Tashkent, O'zbekiston

²Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Tashkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada ko'tarilgan temir yo'lda joylashgan yarim ochiq vagonlarning quyi lyuklarini yopish jarayonida ishchilarning fiziologik yuklanishi sanitariya-gigiyenik mezonlar asosida baholangan. Tadqiqot davomida mushaklarning statik va dinamik zo'riqishi, noqulay ishchi holati, bel sathida ishlash omili hamda takrorlanuvchi kuchlanishlar tahlil qilindi. Shuningdek, lyuklarni qo'lda yopish jarayoni ularning katta massasi va ochiq holatdan yopiq holatga keltirilishi zarurati sababli ishchi organizmiga sezilarli biomexanik yuklama keltirib chiqaradi. Bu holat, ayniqsa, bel qismi va yelka mushaklarida yuqori darajadagi statik zo'riqish bilan tavsiflanadi. Muammoni kamaytirish maqsadida lyuklarni estakadaga o'rnatilgan monorels bo'ylab harakatlanuvchi elektro tal qurilmasi yordamida yopish usuli taklif etildi. Qiyosiy baholash natijalari ushbu mexanizatsiyalashgan yechim ishchilarning fiziologik yuklanishini kamaytirish, mehnat xavfsizligini oshirish va jarayon samaradorligini yaxshilash imkonini berishini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: yarim ochiq vagon, quyi lyuk, fiziologik yuklanish, biomexanik tahlil, monorels, elektro tal, mexanizatsiya

1. Kirish

Temir yo'l transportida yuk tashish hajmining ortib borishi yuk ortish-tushirish jarayonlarini texnologik va ergonomik jihatdan takomillashtirish zaruratini yuzaga keltirmoqda. Ayniqsa, yarim ochiq vagonlarda tashiladigan ko'mir, ruda va boshqa sochiluvchan yuklarni quyi lyuklar orqali tushirish jarayoni yuqori mehnat sig'imiga ega bo'lib, ishchilarning jismoniy zo'riqishi bilan bog'liq.

Amaldagi amaliyotda ko'tarilgan temir yo'lda joylashgan yarim ochiq vagonlarning quyi lyuklarini yopish

ishlari asosan qo'lda bajariladi. Lyuklarning katta konstruktiv massasi, ularning ochiq holatdan yopiq holatga keltirilishi zarurati hamda ishchilarning noqulay holatda ishlashi mushak-skelet tizimiga sezilarli biomexanik yuklama hosil qiladi. Ayniqsa, bel va yelka mushaklarining statik zo'riqishi hamda takrorlanuvchi kuchlanishlar mehnat og'irligini oshiruvchi asosiy omillardan hisoblanadi.

Sanitariya-gigiyenik me'yorlar va mehnat fiziologiyasi talablariga ko'ra, yuqori darajadagi statik yuklanish hamda

^a  <https://orcid.org/0000-0002-0662-4610>



noqulay ishchi pozitsiyasi kasbiy kasalliklar rivojlanish xavfini oshiradi. Shu sababli, yuk tushirish jarayonlarida mehnat sharoitini ergonomik jihatdan baholash va mexanizatsiyalashgan texnik yechimlarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

Mazkur maqolaning maqsadi ko'tarilgan temir yo'lda joylashgan yarim ochiq vagonlarning quyi lyuklarini yopish jarayonida ishchilarning fiziologik yuklanishini baholash hamda estakadaga o'rnatilgan monorels bo'yab harakatlanuvchi elektro tal qurilmasi yordamida yopish usulining samaradorligini asoslab berishdan iborat.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Adabiyotlar tahlili. Og'ir qo'l mehnati operatsiyalarining fiziologik va biomexanik asoslarini o'rganish harakat fiziologiyasi, mehnat gigiyenasi va ergonomika fanlari kesishmasida shakllangan. Ushbu yo'nalishning nazariy asoslari N.A. Bernshteyn tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, u harakatni markaziy boshqaruv tizimi tomonidan tashkil etiladigan murakkab funksional akt sifatida talqin qiladi (Бернштейн Н.А., 1966). Muallif harakatni vaqt, makon va dinamik parametrlar orqali tahlil qilish zarurligini asoslab beradi [1].

Harakat biomexanikasi masalalari D.B. Chaffin va G.B.J. Andersson tomonidan "Occupational Biomechanics" asarida keng yoritilgan. Ular zarba xarakteridagi harakatlarda kuch momenti va umurtqa pog'onasiga tushadigan bosim ortishini eksperimental ravishda ko'rsatgan. Ayniqsa og'irligi 5–6 kg bo'lgan asbob bilan takroriy zarba berishda bel segmentlariga dinamik yuklama keskin oshishi aniqlangan [2].

E. Grandjean ("Fitting the Task to the Human") ergonomika tamoyillarini ishlab chiqib, noqulay ishchi holati va takrorlanuvchi zarba harakatlari mushak-skelet tizimiga ortiqcha zo'riqish berishini ta'kidlaydi. Muallif bel balandligidan past yoki yuqorida bajariladigan kuch harakatlari energiya sarfini oshirishi va charchashni tezlashtirishini ko'rsatadi [3].

Mehnat fiziologiyasi sohasida V.I. Medvedev va A.A. Kosilov ishlari jismoniy mehnat og'irligini energiya sarfi, yurak urish tezligi va statik yuklanish ulushi asosida baholash zarurligini asoslaydi. Ularning tadqiqotlarida takrorlanuvchi kuchlanishlar markaziy asab tizimi yuklanishini oshirishi ko'rsatilgan [4].

Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO) tomonidan ishlab chiqilgan mehnat gigiyenasi tavsiyalarida og'ir qo'l mehnati va takrorlanuvchi zarba harakatlari kasbiy xavf omili sifatida qayd etilgan. WHO energiya sarfi va mushak zo'riqishi asosida mehnat og'irligini tasniflashni tavsiya etadi [5].

MDH (Mustaqil Davlatlar Hamdo'stligi) mamlakatlarida ham mehnat og'irligini gigiyenik baholash bo'yicha me'yoriy hujjatlar ishlab chiqilgan. Xususan, Rossiya Federatsiyasida "Gigiyenicheskaya klassifikatsiya usloviy truda" (R 2.2.2006-05) mehnat og'irligini statik va dinamik yuklanish ko'rsatkichlari asosida tasniflaydi (Rospotrebnadzor, 2005). O'zbekiston Respublikasida esa sanitariya me'yorlari va qoidalarida (SanPiN) jismoniy mehnat og'irligini baholash mezonlari belgilangan (O'zR SSV, 2012). Qozog'iston va Belarus amaliyotida ham ishlab

chiqarish jarayonlarini ergonomik optimallashtirish va mexanizatsiyalash ustuvor yo'nalish sifatida ko'rsatiladi (Kenzhebekov et al., 2019) [6].

GOST 12.1.005-88 va amaldagi Sanitariya qoidalari va me'yorlari (SanPiN) mehnat og'irligini Ila, IIb va III toifalarga ajratish mezonlarini belgilaydi. Bu mezonlar energiya sarfi (kkal/soat), harakat intensivligi va statik zo'riqish davomiyligiga asoslanadi [7].

Sanoat xavfsizligi va balandlikda ishlash bo'yicha ilmiy ishlarda (Bridger R.S., "Introduction to Ergonomics") estakada sharoitida bajariladigan operatsiyalarda muvozanatni saqlash uchun qo'shimcha mushak faolligi yuzaga kelishi va bu umumiy fiziologik yuklamani oshirishi qayd etilgan [8].

Og'ir yuklarni ko'tarish xavfini miqdoriy baholashda National Institute for Occupational Safety and Health tomonidan ishlab chiqilgan NIOSH tenglamasi keng qo'llaniladi (Waters et al., 1993). Ushbu metodika yuk massasi, ko'tarish balandligi va tana egilish burchagini hisobga olgan holda umurtqa pog'onasiga tushadigan yuklamani aniqlaydi. Yevropa tajribasida ham European Agency for Safety and Health at Work hisobotlarida takrorlanuvchi va statik yuklanish sanoatdagi asosiy kasbiy xavflardan biri sifatida qayd etilgan [9].

Shunday qilib, xalqaro va MDH davlatlari tajribasi og'ir yuklarni qo'lda bajariladigan operatsiyalarni mexanizatsiyalash mehnat xavfsizligini oshirishning asosiy yo'nalishi ekanligini ko'rsatadi. Biroq temir yo'l infratuzilmasida yarim ochiq vagonlarning quyi lyuklarini yopish jarayonining fiziologik yuklanishi yetarli darajada o'rganilmagan bo'lib, mazkur tadqiqot ushbu bo'shliqni to'ldirishga qaratilgan.

Yarim ochiq vagonlardan yuklar quyi lyuklar orqali tushirilgandan so'ng texnologik jarayonning keyingi majburiy bosqichi lyuklarni yopish hisoblanadi. Mazkur jarayonda vagonlar dastlab lyuklari ochiq holatda ko'tarilgan yo'ldan tekis maydonga tushiriladi va bu operatsiyaga o'rtacha 5 daqiqa vaqt sarflanadi. Ushbu vaqt oraliq ishchilarning bevosita jismoniy mehnati bilan bog'liq bo'lmasa-da, ishlab chiqarish siklining ajralmas qismi bo'lib, umumiy mehnat jarayonining uzluksizligini ta'minlaydi. Hozirgi kunda "O'TY"AJ sharoitida vagonlar tekislikka tushirilgach, lyuklarni yopish ishlari ikki nafar ishchi tomonidan to'liq qo'lda bajariladi (1-rasm).



1-rasm. Yarim ochiq vagonning quyi lyuklari yuk tushirish jarayonidan lavhalar

Vagonlar tekislikka tushirilgach, lyuklarni yopish jarayonida ikki nafar ishchi ishtirok etadi. Har bir vagonida 14 ta quyi lyuk mavjud bo'lib, bitta lyukning konstruktiv massasi $m_{lyuk} = 250 \text{ kg}$ ni tashkil etadi. Ikki ishchi ishtirok etganligi sababli statik yuklama dastlab teng taqsimlanadi va har bir ishchiga: $m_{statik} = \frac{250}{2} = 125 \text{ kg}$ to'g'ri keladi. Bu qiymat mexanik yengillashtirishni hisobga olmagan boshlang'ich yuklama hisoblanadi.

Lyukni yopish 6 kg og'irlikdagi lom yordamida, aylanish o'qi atrofida bajariladi. Lom va tayanch mexanizmi hisobiga mexanik ustunlik mavjud bo'lib, amaliy sharoitda u taxminan 2 ga teng deb qabul qilinadi. Bu qiymat har bir ishchining yelka sohasi, bel va qo'l mushaklariga tushadigan ekvivalent yuklamani ifodalaydi va og'ir jismoniy mehnat toifasiga mos keladi. Shu sababli real fiziologik yuklama quyidagicha aniqlanadi $m_{fiz} = \frac{125}{2} = 62,5 \text{ kg}$ ni tashkil etadi.

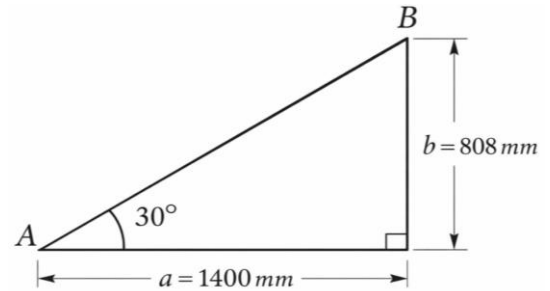
Shu sababli, ko'tarilgan yo'lda yarim ochiq vagonlarning quyi lyuklarini qo'lda ochish jarayoni fiziologik nuqtayi nazardan yuqori darajadagi mehnat sarfi bilan bog'liq bo'lib, ushbu jarayonni mexanizatsiyalash zarurati mavjudligini ko'rsatadi. Lyuklarni ochish bo'yicha mexanizatsiyalashgan texnik yechimlarni joriy etish ishchi xodimlarning jismoniy zo'riqishini kamaytirish, mehnat xavfsizligini oshirish va yuk tushirish jarayonining umumiy samaradorligini yaxshilash imkonini beradi.

Yuk tushirilgandandan so'ng lyuklar gravitatsiya ta'sirida taxminan 30° burchak ostida ochilgan holatda bo'ladi. Yopish jarayonida ishchilar lyukni pastdan yuqoriga yo'naltirilgan harakat bilan, yelkasi orqali 0,8 m balandlikkacha ko'taradi. Bu holat noqulay ergonomik holat bo'lib, statik va dinamik mushak zo'riqishining bir vaqtda yuzaga kelishiga sabab bo'ladi. Lyuk 0,8 m balandlikkacha 6 kg li lom yordamida, ishchilarning yelka va bel mushaklari ishtirokida ko'tariladi. Og'ir yuklar bilan ishlashda harakat tezligi odatda past bo'ladi. Ergonomik kuzatuvlarga asoslanib, lyukni ko'tarish tezligi o'rtacha 0,08 m/s deb qabul qilinadi. Shunda ko'tarish vaqti $t_{kottarish} = \frac{0,8}{0,08} = 10 \text{ s}$ ni tashkil etadi.

Lyukni ramkaga moslab yopish uchun qo'shimcha 8 soniya talab etiladi. Natijada bitta lyuk uchun "ko'tarish + yopish" operatsiyasining umumiy vaqti taxminan 18 s ni tashkil etadi.

Lyuk to'liq vertikal emas, balki 30° burchak ostida ko'tariladi (2-rasm). Shu sababli mushaklar tomonidan yengiladigan kuch og'irlik kuchining faqat vertikal tarkibiy qismi bo'ladi. Bunda samarali yuklama quyidagicha aniqlanadi:

$$m_{sam} = m_{ishchi} \cdot \sin \alpha, \text{ kg} \quad (1)$$



2-rasm. Yarim ochiq vagonning quyi lyukining ochilish balandligini aniqlash fragmenti

Ya'ni mushaklar real ravishda 31,25 kg yukni yengadi, ammo statik zo'riqish baribir saqlanib qoladi, chunki tana egilgan holatda ishlaydi. Bunda lyukni ko'tarishda bitta ishchi tomonidan bajariladigan mexanik ish quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$A_{mex} = m \cdot g \cdot h, J \quad (2)$$

Fiziologik energiya sarfi inson organizmi mexanik ishni 100% samaradorlik bilan bajara olmaydi. O'rtacha mushak samaradorligi $\mu = 0,25$ ni tashkil qiladi. Shu sababli real energiya sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$A_{fiz} = \frac{A_{lyuk}}{\mu}, J \quad (3)$$

Ushbu energiya zarba berilayotgan jismga uzatilib, uning deformatsiyalanishiga sabab bo'ladi va zarba berishdagi energiya sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$E_{zarba} = m \cdot g \cdot h, J \quad (4)$$

Shunday qilib, bitta lyuk uchun jami fiziologik energiya sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$E_{lyuk} = E_{fiz, kottarish} + E_{lom} + E_{fiz, zarba}, J \quad (5)$$

Vagonni tekislikka tushirish vaqti alohida texnologik operatsiya bo'lib, $t_{tushirish} = 5 \text{ daqiqa}$, yaniy 300 soniyani tashkil etadi.

Bitta vagonni yopish uchun umumiy vaqt quyidagicha aniqlanadi:

$$t_{vagon} = t_{tushirish} + 14 \cdot t_{lyuk} + t_{otish}, c \quad (6)$$

Lyuklarni ochish jarayonida kuvalda yelka darajasidan zarba nuqtasigacha ma'lum amplitudada ko'tarilib urilishi natijasida ishchining biomexanik zo'riqishi kuzatiladi. Mazkur holatni hisobga olgan holda, hisob-kitoblarda samarali zarba balandligi quyidagicha ifodalanadi:

$$h_{samk} = 2 \cdot h_y, m \quad (7)$$

3. Natija va muhokamalar

Ushbu tadqiqot ko'tarilgan temir yo'l estakadasida joylashgan yarim ochiq vagonlarning quyi lyuklarini yopish jarayonida ishchining fiziologik yuklanishini kompleks baholashga qaratildi. Tadqiqot empirik kuzatuv, xronometraj, biomexanik tahlil hamda sanitariya-gigiyenik me'yorlar asosida tasniflash usullarini o'z ichiga oldi.



Tadqiqot obyekti sifatida yuk tushirilgan yarim ochiq vagonlarning quyi lyuklarini yopish jarayoni tanlandi. Jarayon ikki xil sharoitda o'rganildi:

birinchisi lyuklarni ikki ishchi tomonidan qo'lda, pastdan yuqoriga yo'naltirilgan kuch bilan yopish; ikkinchisi lyuklarni estakadaga o'rnatilgan monorels bo'yab harakatlanuvchi elektro tal qurilmasi yordamida yopish.

Tadqiqot davomida ish operatsiyalari tarkibiy elementlarga ajratildi: lyukni boshlang'ich holatdan ko'tarish, aylanish o'qi atrofida harakatlantirish, yopiq holatga keltirish va mahkamlash bosqichlari alohida qayd etildi. Har bir bosqichning davomiyligi xronometraj usuli bilan aniqlanib, bir lyukni yopish uchun sarflangan umumiy vaqt hisoblab chiqildi. Shuningdek, statik zo'riqish davomiyligi, takrorlanuvchi harakatlar soni va umumiy ish intensivligi baholandi.

Biomekanik tahlil natijalariga ko'ra, qo'lda yopish jarayonida ishchi tanasi oldinga egilgan holatda bo'lib, 250 kg massali lyukni 30° ochiq holatdan yopiq holatga keltirish jarayonida bel sohasiga sezilarli aylantiruvchi moment hosil bo'ladi. Bu esa umurtqa pog'onasining bel qismida statik zo'riqishni oshiradi va yelka kamari mushaklarining yuqori darajada yuklanishiga olib keladi.

Taklif etilgan mexanizatsiyalashgan usulda esa lyuk massasining asosiy qismi elektro tal mexanizmi tomonidan ko'tariladi, ishchi esa nazorat va yo'naltirish funksiyasini bajaradi. Natijada statik yuklanish va mushak zo'riqishining davomiyligi sezilarli darajada kamayadi.

Olingan ko'rsatkichlar O'zbekiston Respublikasi amaldagi Sanitariya qoidalari va me'yorlari (SanPiN) hamda GOST 12.1.005-88 talablariga muvofiq mehnat og'irligi klassifikatsiyasi bilan solishtirildi. Taqqoslama tahlil shuni ko'rsatdiki, qo'lda yopish usuli yuqori biomekanik zo'riqish va statik yuklanish bilan tavsiflanadi, taklif etilgan monorelsli elektro tal tizimi esa ishchi tanasining noqulay holatini kamaytirib, mehnat og'irligi darajasini pasaytiradi.

Natijada bir vagon bo'yicha bajariladigan ish vaqti optimallashtirilib, umumiy mehnat samaradorligi oshishi hamda ishchining fiziologik yuklanishi kamayishi aniqlandi(1-jadval).

1-jadval

Temir yo'l yarim ochiq vagonlaridan ko'tarilgan yo'lda yuk tushirishda quyi lyuklarni ochishning amaldagi va taklif etilgan usul kesimida mehnat sharoitlari qiyosiy tahlil

T/r	Tahlily ko'rsatkichlar	Amaldagi usul (lyukni pastdan turib ochish)	Taklif etilgan usul (lyukni estakadada ochish)
1	Ishchi joylashuvi	Vagon ostida, ≈2,8 m pastda	Ko'tarilgan yo'lda, bel sathida
2	Ishchi holati	Noqulay	Ergonomik
3	Lyuklarni ochish usuli	Qo'lda, yuqori amplitudali zarbalar	Ishchi maydonchadan zarba berish
4	Asbob turi	6 kg lom	5 kg kuvalda

5	Bir lyukdagi zarbalar soni	8 ta	8 ta
6	Bitta zarba vaqti	2,2 s	1,5 s
7	O'tish vaqti	3,15 s	3,15 s
8	Bitta lyuk uchun umumiy vaqt	20,75 s	15,15 s
9	Bitta vagon uchun vaqt	4,8 daqiqa	3,5 daqiqa
10	Vaqt tejalishi	-	≈30–40 %
11	Samarali zarba balandligi	≈1,2 m	≈1,0 m
12	Mexanik ish (1 vagon)	≈7,9 kJ	≈5,5 kJ
13	Fiziologik energiya sarfi	≈7,6 kkal	≈5,3 kkal
14	Mushak zo'riqishi	Yuqori (bel, yelka, tirsak)	O'rtacha
15	Charchash tezligi	Tez	Sekin
16	Mehnat xavfsizligi	Past	Yuqori
17	Mehnat toifasi (SanPiN)	Yengil ishlar (yuqori zo'riqish bilan)	Yengil ishlar (me'yoriy)
18	Umumiy baho	Samarasiz va xavfli	Texnik va ergonomik jihatdan samarali

Mexanik va fiziologik energiya sarfining kamayishi ishchining charchash sur'atini pasaytiradi. Shu bilan birga, ishchilarning yuk tushirish zonasidan uzoqda joylashishi mehnat xavfsizligini sezilarli darajada oshiradi. Umuman olganda, taklif etilgan texnologik yechim amaldagi holatga nisbatan mehnat sharoitlarini yaxshilovchi, samarali va xavfsiz yechim ekanligi ilmiy jihatdan asoslanadi

4. Xulosa

O'tkazilgan tadqiqot natijalari ko'tarilgan temir yo'l estakadasida joylashgan yarim ochiq vagonlarning quyi lyuklarini qo'lda yopish jarayoni yuqori darajadagi statik va dinamik biomekanik yuklanish bilan tavsiflanishini ko'rsatdi. Lyuklarning katta konstruktiv massasi va ularni pastdan yuqoriga yo'naltirilgan kuch bilan yopish zarurati bel hamda yelka mushaklarida sezilarli zo'riqish hosil qiladi va mehnat og'irligini oshiradi.

Qiyosiy tahlil natijalariga ko'ra, lyuklarni estakadaga o'rnatilgan monorels bo'yab harakatlanuvchi elektro tal yordamida yopish ishchining fiziologik yuklanishini kamaytiradi, statik zo'riqish ulushini qisqartiradi hamda ish vaqtini optimallashtiradi. Shu bilan birga, mexanizatsiyalashgan usul mehnat xavfsizligini oshiradi va ishlab chiqarish samaradorligini yaxshilaydi.

Elektro tal yordamida yarim ochiq vagonlarning quyi lyuklarini yopish texnologiyasini qo'llash mehnat



sharoitlarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Ushbu usulda lyuklarning asosiy massasi elektro tal tomonidan ko'tarilgani sababli ishchiga tushadigan statik yuklama 250 kg dan 25 kg gacha kamayadi. Natijada ishchilarning bel, yelka va qo'l mushaklariga tushadigan zo'riqish keskin pasayadi. Lyuklarni yopish jarayoni ko'tarilgan yo'lda estakada va monorels tizimi orqali bajarilgani ish holatini ergonomik jihatdan qulay holatga keltiradi. Bitta lyukni yopish uchun ketadigan umumiy vaqt 27,15 soniyani tashkil etib, bitta vagon uchun to'liq operatsiya 8,17 daqiqada yakunlanadi. Bu ko'rsatkich amaldagi qo'lda yopish usuliga nisbatan ancha qisqa hisoblanadi. Mexanizatsiyalashgan ko'tarish jarayonida ishchining mushak kuchi deyarli sarflanmaydi va mexanik ish elektro tal dvigateli hisobiga bajariladi. Ishchilarning faol fiziologik energiya sarfi asosan zakidka va sektorlarni kuvalda bilan mahkamlash jarayonida yuzaga keladi. Hisob-kitoblarga ko'ra, bitta ishchi tomonidan sarflanadigan faol fiziologik energiya 3,35 kkalni tashkil etadi. Ushbu energiya sarfi ish vaqtiga nisbatan baholanganda soatiga 63 kkalga teng bo'ladi. Amaldagi me'yorlarga muvofiq, bu ko'rsatkich "yengil ishlar" toifasiga mos keladi. Shunday qilib, elektro tal qo'llanilishi quyi lyuklarni yopish jarayonida mehnat og'irligini bir pog'onaga kamaytirib, mehnat xavfsizligi va ish unumdorligini oshiradi. Taklif etilgan texnologik yechimni amaliyotga joriy etish mehnat sharoitlarini yaxshilash, kasbiy xavflarni kamaytirish hamda temir yo'l yuk tushirish jarayonlarining umumiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. – М.: Медицина, 1966. – 349 с.
- [2] Chaffin D.B., Andersson G.B.J., Martin B.J. Occupational Biomechanics. – 4th ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2006. – 560 p.
- [3] Grandjean E. Fitting the Task to the Human: A Textbook of Occupational Ergonomics. – 4th ed. – London: Taylor & Francis, 1988. – 363 p.
- [4] Bridger R.S. Introduction to Ergonomics. – 3rd ed. – Boca Raton: CRC Press, 2009. – 568 p.
- [5] Медведев В.И. Физиология труда. – М.: Медицина, 1982. – 312 с.

[6] Kenzhebekov, A., Tuleubekova, A., & Sadykova, G. (2019). Ergonomic assessment of physical workload in industrial enterprises of Kazakhstan. *Journal of Occupational Health*, 61(4), 321–328.

[7] World Health Organization. Occupational Health: Stress at the Workplace and Physical Workload. – Geneva: WHO Press, 2010.

[8] International Labour Organization (ILO). Ergonomic Checkpoints: Practical and Easy-to-Implement Solutions for Improving Safety, Health and Working Conditions. – Geneva: ILO, 2010.

[9] O'zbekiston Respublikasi Sanitariya qoidalar va me'yorlari (SanPiN). Ish joylarida jismoniy mehnat og'irligini gigiyenik baholash mezonlari. – Toshkent.

[10] International Labour Organization. (2001). Guidelines on occupational safety and health management systems (ILO-OSH 2001). ILO.

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

Toshtemirov Inomjon Muqimjonovich / Inomjon Toshtemirov	Toshkent davlat transport universiteti Temir yo'ldan foydalanish ishlarini boshqarish kafedrasi izlanuvchisi E-mail: Inomjon160382@gmail.com Tel.:+99894320316
---	---

Yusupov Azizjon Qahramonovich / Azizjon Yusupov	Toshkent davlat transport universiteti "Temir yo'ldan foydalanish ishlarini boshqarish" kafedrasi dotsenti, t.f.f.d., (PhD), E-mail: yusupovaziztosh@gmail.com Tel.:+998990439737 https://orcid.org/0000-0002-0662-4610
---	--

Xodjaev Oybek Shavkatovich / Oybek Khodjaev	Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti E-mail: oybekxodjayev48@gmail.com Tel.:+998958667999
---	--



M. Miralimov, I. Mengliev, E. Muminov <i>Detection of defects and damages in road bridges and assessment of their load-bearing capacity for the passage of excessive loads</i>	161
M. Ravshanov, A. Tuychiev <i>Development of a classification of passenger services within the transport-service complex system</i>	169
U. Safarov, O. Ablyalimov, N. Julenev <i>Mathematical modeling and analysis of the traction-economic characteristics of the transition zone during locomotive speed changes on Uzbekistan railways</i>	174
D. Airapetov, R. Khakimov, O. Vafaev, Sh. Alimukhamedov <i>Experimental assessment of multi-stage vacuum filtration in the restoration of performance properties of spent engine coolants</i>	179
D. Butunov, Ch. Jonuzokov <i>Issues of optimizing train processing time standards</i>	185
I. Toshtemirov, O. Khodjaev, A. Yusupov <i>A comprehensive assessment of workers' physiological workload during the technological process of closing the bottom hatches of open-top rail wagons</i>	191