ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 10

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 10

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

KON TRANSPORT TIZIMLARIDA AVTOSAMOSVALLARNING O‘RNI VA YUKLASH JARAYONINING TEXNOLOGIK XUSUSIYATLARI

Xudoyberdiyev Bunyod
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti doktoranti
E-mail:bunyodbek2545@gmail.com
ORCID: 0009-0008-0501-2912,
Rustamova Maftuna
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti doktoranti
E-mail:mrustamova2201@gmail.com
ORCID: 0009-0006-9753-9054
Zarina Narzullaeva
Navoiy davlat universiteti doktoranti
E-mail:zarinafarmonova@gmail.com
ORCID: 0009-0004-9844-1601

Annotatsiya. Konchilik sanoati murakkab va ko‘p bosqichli ishlab chiqarish jarayonlaridan iborat bo‘lib, unda qazish, yuklash, tashish va bo‘shatish amallari o‘zaro uzviy bog‘langan holda amalga oshiriladi. Ushbu jarayonda kon transport tizimlari muhim hisoblanadi. Ochiq konlarda ishlab chiqarish sharoitlarining dinamikligi sabab avtomobil transporti, xususan, avtosamosvallar keng qo‘llaniladi. Mazkur tadqiqotning maqsadi - kon transport tizimlarida avtosamosvallarning o‘rni va yuklash jarayonining texnologik xususiyatlarini tahlil qilish hamda ularni takomillashtirish yo‘llarini aniqlashdan iborat. Shuningdek, yuklash jarayonini nazorat qilish va optimallashtirishda kompyuterli ko‘rish hamda intellektual texnologiyalardan foydalanish istiqbollari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: ochiq kon, karyer transport tizimi, avtosamosval, yuklash jarayoni, avtosamosval-ekskavator tizimi, dispetcherlik, kompyuterli ko‘rish, samaradorlik.

Abstract. The mining industry comprises complex, multi-stage production processes in which excavation, loading, hauling, and unloading operations are performed in close coordination. Mine transport systems play a vital role in this process. Due to the dynamic nature of production conditions in open-pit mines, automotive transport, particularly dump trucks, is widely used. The purpose of this study is to analyze the role of dump trucks in mine transport systems and the technological characteristics of the loading process, as well as to identify ways to improve them. The prospects of using computer vision and intelligent technologies to monitor and optimize the loading process are also highlighted.

Keywords: open pit, quarry transport system, dump truck, loading process, dump truck–excavator system, dispatching, computer vision, efficiency.

ISSN 3030-3907

Аннотация. Горнодобывающая промышленность представляет собой сложный и многоступенчатый производственный процесс, в котором операции по выемке, погрузке, транспортировке и разгрузке тесно взаимосвязаны. В этом процессе ключевую роль играют горнотранспортные системы. Ввиду динамичности производственных условий на открытых горных работах широкое применение находит автомобильный транспорт, в частности, карьерные самосвалы. Цель данного исследования - проанализировать роль карьерных самосвалов в горнотранспортных системах и технологические особенности процесса погрузки, а также определить пути их совершенствования.

Ключевые слова: открытый рудник, карьерная транспортная система, карьерный самосвал, процесс погрузки, система «экскаватор–самосвал», диспетчеризация, компьютерное зрение, производительность.

KIRISH.

Konchilik sanoati og‘ir va murakkab ishlab chiqarish tarmoqlaridan biri bo‘lib, foydali qazilmalarni qazib olish, yuklash va bo‘shatish kabi texnologik jarayonlar o‘zaro uzviy bog‘langan holda amalga oshiriladi. Ushbu texnologik zanjirda har bir bosqich ishlab chiqarish samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi, biroq aynan transport jarayoni qazib olingan massani keyingi qayta ishlash bosqichlariga yetkazib beruvchi asosiy bo‘g‘in sifatida alohida ahamiyatga ega [1, 2].

Karyerlarda yuklash va tashish jarayonlari kundalik ishlab chiqarish sur’ati, uskunalarining yuklanishi va operatsion xarajatlarga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Bu ayniqsa avtosamosval-ekskavator tizimlarida yaqqol namoyon bo‘ladi. Kon transporti tizimida avtosamosvallarning tutgan o‘rni faqatgina tashish bilan cheklanib qolmaydi - ular qazish va yuklash jarayonlari o‘rtasidagi texnologik muvofiqlikni ta’minlaydi [1, 2].

Agar transport tizimi yetarli darajada samarali ishlamasa, eng zamonaviy qazish va yuklash uskunalarining imkoniyatlari ham to‘liq ishga solinmaydi. Shu sababli ilmiy adabiyotlarda avtosamosvallar kon ishlab chiqarish tizimining “bog‘lovchi bo‘g‘ini” sifatida baholanadi. Jahon miqyosidagi yirik ochiq konlarda - jumladan, Avstraliya, Kanada, Rossiya va O‘rta Osiyo mintaqalarida - avtosamosvallar asosiy transport vositasi sifatida belgilovchi o‘rin egallaydi [1, 2, 3].

Yuklash jarayoni texnologik zanjirning eng muhim va mas’uliyatli bosqichlaridan biri hisoblanadi. Aynan shu bosqichda qazib olingan tog‘ jinsi yoki ruda transport vositasiga yuklanadi va keyingi tashish jarayonining samaradorligi shakllanadi. Yuklash jarayonining to‘g‘ri tashkil etilishi transport sikli

ISSN 3030-3907

davomiyligi, avtosamosvallar faydali ish vaqti, yoqilg‘i sarfi, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari hamda umumiy ishlab chiqarish unumdorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [1, 3].

So‘nggi o‘n yilliklarda yuklash jarayonini avtomatlashtirish va nazorat qilishda kompyuterli ko‘rish hamda sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish keng rivojlanmoqda. Bu yo‘nalish nafaqat inson omiliga bog‘liq xatolarni kamaytirish, balki butun transport siklining raqamli boshqaruvini ta’minlash imkoniyatini beradi [8, 9, 10]. Quyidagi rasmda ochiq kon sharoitlarida yuklash va tashish jarayonlari tasvirlangan





a)





b)

1-rasm. Ochiq konlarda rudalarni a) yuklash b) tashish jarayonlari

METODOLOGIYA.

Mazkur tadqiqotda kon transport tizimlarida avtosamosvallardan foydalanish samaradorligini baholash hamda yuklash jarayonining texnologik xususiyatlarini aniqlash maqsadida kompleks ilmiy yondashuvlardan

ISSN 3030-3907

foydalanilgan. Tadqiqot metodologiyasi quyidagi o‘zaro bog‘liq bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

Adabiyotlarni tizimli tahlil qilish. Ochiq konlarda yuklash va tashish jarayonlariga oid ilmiy adabiyotlar ko‘rib chiqilgan. Avtosamosval-ekskavator tizimlari, avtosamosvallar ekspluatatsiyasi, yuklash jarayonining samaradorligi hamda transport tizimlarini optimallashtirishga bag‘ishlangan zamonaviy tadqiqotlar qiyosiy tahlil qilinib, mavjud yondashuvlarning afzalliklari va kamchiliklari aniqlab olingan.

Transport tizimlarini tizimli tahlil qilish. Kon transport tizimlarining tuzilmasi va ishlash prinsiplari o‘rganilgan. Avtosamosvallarning transport tizimidagi o‘rni, ularning texnologik sikldagi funksiyalari hamda yuklash–tashish jarayonlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqliklar tahlil qilingan. Transport siklining asosiy bosqichlari ajratib olinib, har bir bosqichning umumiy samaradorlikka ta’siri aniqlangan.

Yuklash jarayonining texnologik tahlili. Yukning hajmi, massasi va kuzov bo‘yicha taqsimlanish holati, yuklash vaqti hamda yuklash punktining tashkil etilishi kabi omillarning transport sikliga ta’siri o‘rganilgan. Yuklash jarayonining samaradorligini pasaytiruvchi asosiy muammolar - ortiqcha yuklanish, kam yuklanish, yukning notekis taqsimlanishi va bekor turish vaqtlarining ortishi - aniqlab olingan.

Nazorat va optimallash texnologiyalarini taqqoslash. Yuklash jarayonini nazorat qilishda qo‘llaniladigan turli texnologiyalar - kompyuterli ko‘rish, og‘irlik sensorlari, LiDAR va GPS-telematika tizimlari - bir-biri bilan qiyosiy tahlil qilingan. Ularning aniqlik darajasi, joriy etish xarajatlari va amaliy qo‘llanilish imkoniyatlari baholangan.

Statistik va miqdoriy tahlil. Adabiyotlarda keltirilgan miqdoriy ko‘rsatkichlar - yoqilg‘i sarfi, texnik xizmat xarajatlari, transport sikli davomiyligi - umumlashtirilgan va o‘zaro taqqoslangan. Bu asosda yuklash jarayonini takomillashtirishning iqtisodiy samarasi baholangan.

NATIJALAR.

Kon transport tizimlarida avtosamosvallarning o‘rni. Ochiq konlarda transport tizimining tanlanishi konning chuqurligi, geologik sharoiti, qazish frontining konfiguratsiyasi, ishlab chiqarish quvvati va iqtisodiy omillarga bog‘liq. Temiryo‘l va konveyer tizimlari ma’lum sharoitlarda yuqori samardorlik ko‘rsatishi mumkin, biroq ularning marshrutlari nisabatan qattiq, qayta joylashtirish xarajatlari esa yuqori bo‘ladi. Avtosamosvallar esa mazkur kamchiliklarni qisman bartaraf etib, transport tizimiga zarur moslashuvchanlini ta’minlaydi [2,5]. Avtosamosvallarning asosiy afzalliklaridan biri - qazish

ISSN 3030-3907

frontining siljishi va kon geometriyasining o‘zgarishiga tez moslasha olishidir. Bu xususiyat ochiq konlarda ishlab chiqarish jarayonining dinamik tabiatiga to‘liq mos keladi. Bundan tashqari, avtosamosvallar transport tizimini bosqichma-bosqich kengaytirish imkonini beradi, bu esa ayniqsa konning dastlabki rivojlanish bosqichida muhim afzallikdir. Truck–shovel tizimlari bo‘yicha zamonaviy tadqiqotlar ham uskunalar tarkibi va ularning mos tanlovi ishlab chiqarish natijalariga bevosita ta’sir qilishini ko‘rsatadi [2,5]. Zamonaviy ochiq konlarda avtosamosvallar asosan siklli transport tizimlarida qo‘llaniladi. Ushbu tizimlarda transport jarayoni yuklash, tashish, bo‘shatish va bo‘sh holatda qaytishdan iborat texnologik sikl asosida tashkil etiladi. Ushbu siklning davomiyligi va barqarorligi transport tizimi samaradorligining asosiy mezonlaridan hisoblanadi. Shuning uchun avtosamosvallarning manevr qobiliyati, yuk ko‘tarish sig‘imi, tezligi va yuklash punktlarida bekor turish vaqti kon transport tizimining umumiy natijadorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [3,6]. Ilmiy adabiyotlar tahliliga ko‘ra, ochiq konlarda transport tizimlarining asosiy qismini avtomobil transporti tashkil etadi. Xususan, avtosamosvallar eng keng qo‘llaniladigan transport vositasi bo‘lib, ularning ulushi ayrim hollarda 60-70% gacha yetadi. Temiryo‘l va konveyer transport tizimlari esa konning texnologik va geologik sharoitlariga bog‘liq holda qo‘llaniladi [1,3].

1-jadval.

Kon transport tizimida transport vositalarining ulushi (ochiq konlar misolida)

Transport vositasi turi	**Ulushi (%)**	**Qo‘llanish sohasi**	**Asosiy afzalliklari**
 Avtosamosvallar	60–70%	Barcha turdagi ochiq konlar	Yuqori moslashuvchanlik, tez qayta joylash
 Temir yo‘l transporti	15–20%	Katta hajmli, statsionar konlar	Yuqori yuk ko‘tarish sig‘imi, past tannarx

ISSN 3030-3907

 Konveyer tizimlari	8–12%	Gorizontal va kam qiyalikli joylar	Uzluksiz ishlash, avtomatlashtirish imkoni
 Gidravlik transport	3–5%	Suyuq va mayda fraksiyali materiallar	Yopiq tizim, chang va changlanish yo‘q
Boshqa turlar	2–5%	Maxsus sharoitlar	Individual echimlar

Yuklash jarayonining texnologik xususiyatlari

Avtosamosvallardan foydalanish samaradorligini belgilovchi asosiy texnologik bosqichlardan biri yuklash jarayonidir. Aynan ushbu bosqichda transport vositasiga yuklanayotgan rudaning hajmi, massasi hamda kuzov bo‘ylab taqsimlanish holati shakllanadi. Yuklash sifati keyingi tashish jarayonining xavfsizligi, unumdorligi va iqtisodiy samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ochiq konlarda avtosamosvallar, asosan, ekskavatorlar yoki frontal yuklovchi mashinalar yordamida yuklanadi. Yuklash jarayoni ma’lum texnologik ketma-ketlik asosida amalga oshiriladi: avtosamosval yuklash punktiga kiradi, belgilangan pozitsiyani egallaydi, ekskavator kovshlari yordamida ketma-ket yuklanadi va yuk massasi me’yoriy qiymatga yetgach, tashish marshruti bo‘ylab harakatni boshlaydi. Ushbu jarayonning har bir bosqichi yuqori texnologik intizomni talab qiladi, chunki yuklashdagi har qanday kechikish yoki xatolik transport sikli davomiyligining ortishiga, uskunalarning bekor turish vaqtining ko‘payishiga hamda ishlab chiqarish samaradorligining pasayishiga olib keladi. Yuklash jarayonida eng ko‘p uchraydigan muammolardan biri rudaning me’yoridan ortiq yoki kam yuklanishidir. Ortiqcha yuklanish avtosamosvalning harakat xavfsizligini pasaytiradi, rama va osma tizim elementlariga tushadigan dinamik yuklamalarni oshiradi, shinalarning xizmat muddatini qisqartiradi hamda yoqilg‘i sarfining ortishiga sabab bo‘ladi. Bundan tashqari, transport vositasining konstruktiv elementlarida muddatidan oldin eskirish va avariyaviy holatlar yuzaga kelish xavfi ortadi. Kam yuklanish esa tashish jarayonining iqtisodiy samaradorligini pasaytiradi. Bunda avtosamosvalning yuk ko‘tarish qobiliyatidan to‘liq foydalanilmaydi, natijada bir tonna rudani tashishga sarflanadigan energiya va ekspluatatsion xarajatlar ortadi. Shu sababli yuklash jarayonida rudaning

ISSN 3030-3907

haqiqiy massasini tezkor va aniq nazorat qilish, shuningdek, yukning kuzov bo‘ylab bir tekis taqsimlanishini ta’minlash zamonaviy kon transport tizimlarining muhim vazifalaridan biri hisoblanadi. So‘nggi yillarda ushbu muammolarni hal etish maqsadida sun’iy intellekt, kompyuter ko‘rish (Computer Vision) va raqamli monitoring texnologiyalariga asoslangan nazorat tizimlarini joriy etishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Bunday tizimlar yuklash jarayonini real vaqt rejimida kuzatish, yuk hajmini avtomatik aniqlash va ortiqcha yoki kam yuklanish holatlari yuzaga kelishining oldini olish imkonini beradi.

2-jadval.

Yuklash jarayonidagi asosiy muammolar va ularning ta’siri

Muammo turi	Texnik oqibatlari	Iqtisodiy zarari
Ortiqcha yuklanish (>110%)	Shina va rama eroziyasi tezlashadi; tormoz tizimi zo‘riqadi; yoqilg‘i sarfi 12–18% oshadi	Texnik xizmat xarajatlari 20–30% ortadi; avvaldan rejalashtirilmagan to‘xtash xavfi
Kam yuklanish (<80%)	Samaradorlik pasayadi; ishchi vaqtidan to‘liq foydalanilmaydi	Tashish tannarxi 15–25% oshadi; uskunalar amortizatsiyasi samarasiz
Yukning notekis taqsimlanishi	Dinamik yuklamalar oshadi; balans buziladi; shinalarda notekis eskirish	Shina almashtirish chastotasi 2x oshadi; avariya xavfi 30–40% ko‘tariladi
Haddan tashqari yuklash vaqti	Transport siklining cho‘zilishi; ekskavator samaradorligi pasayishi	Soatlik unumdorlik 10–20% kamayadi; operatsion xarajatlar oshadi
Noto‘g‘ri pozitsiyalash	Ko‘proq manevr vaqti talab etiladi; kuzov deformatsiyasi xavfi	Yoqilg‘i sarfida qo‘shimcha 5–8%; vaqt yo‘qotishlari ko‘payadi

Shuningdek, yukning avtosamosval kuzovi bo‘ylab notekis taqsimlanishi transport vositasining konstruktiv elementlarida qo‘shimcha dinamik yuklamalar hosil qiladi hamda harakat barqarorligining pasayishiga olib keladi. Natijada rama, osma tizim va shinalarning eskirish jarayoni tezlashadi, transport vositasining ag‘darilish yoki boshqaruvchanligini yo‘qotish xavfi ortadi [3,7,8]. Ayniqsa, qiyalikli va murakkab kon yo‘llarida yukning markazdan siljishi harakat xavfsizligiga jiddiy salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.Shu sababli yuklash jarayoni faqatgina rudani kuzovga joylashtirish bilan cheklanib qolmay, balki yukning massasi, hajmi va kuzov bo‘ylab taqsimlanish holatini me’yoriy talablarga muvofiq shakllantirish jarayoni sifatida qaraladi. Yukning optimal taqsimlanishi transport

ISSN 3030-3907

vositasining yuk ko‘tarish qobiliyatidan to‘liq foydalanish, texnik resurslarni tejash hamda tashish siklining samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Demak, yuklash sifati kon transport tizimining texnik, iqtisodiy va xavfsizlik ko‘rsatkichlarini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Yuklash jarayonini nazorat qilish va optimallashtirish orqali transport vositalarining unumdorligini oshirish, ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish hamda ishlab chiqarish xavfsizligini ta’minlash mumkin. Shu bois zamonaviy ochiq konlarda yuklash parametrlarini real vaqt rejimida monitoring qilish va boshqarish masalalari dolzarb ilmiy-amaliy vazifalardan biri sifatida qaralmoqda [1,7].



2-rasm.Avtosamosvallarga yuklanishning ortiqligi yoki muvozanatda emasligi tufayli kelib chiqqan avariya holatlari. Yuklash jarayonini boshqarish va optimallashtirishga doir ilmiy yondashuvlar

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, avtosamosvallar asosidagi transport tizimlarida samaradorlikni oshirish uchun yuklash va tashish jarayonlari o‘rtasidagi muvofiqlik hal qiluvchi omil hisoblanadi. Agar ekskavatorlar va avtosamosvallar ishida nomutanosiblik yuzaga kelsa, bir tomondan yuklash uskunasi bekor turadi, ikkinchi tomondan avtosamosvallar navbatda to‘planib qoladi. Natijada transport sikli cho‘ziladi, ishlab chiqarish ritmi buziladi va xarajatlar oshadi [1,3,6]. So‘nggi yillarda yuklash–tashish tizimlarini optimallashtirish bo‘yicha turli yondashuvlar taklif etilgan. Ular orasida truck allocation, truck dispatching, simulyatsiya asosidagi optimallashtirish, ko‘p maqsadli modellashtirish hamda mashinaviy

ISSN 3030-3907

o‘rganishga asoslangan boshqaruv algoritmlari alohida o‘rin tutadi [4,5,6]. Zamonaviy dispatching tizimlari faqat transport oqimini emas, balki ruda sifati, tushirish punktlari, navbat va marshrut tanlovini ham birgalikda hisobga olishga intiladi. Yuklash jarayonini nazorat qilishda intellektual tizimlardan foydalanish ham alohida e’tiborga loyiq. Xususan, tasvirlar asosida yuk hajmini baholash, yukning kuzov bo‘yicha taqsimlanishini aniqlash, yuklash punktidagi holatni real vaqt rejimida monitoring qilish kabi yondashuvlar paydo bo‘lmoqda. Tasvirga asoslangan yuk hajmini aniqlash usullari inson omiliga bog‘liq xatolarni kamaytirish va yuklanish me’yorini tezkor baholash imkonini beradi [8,9]. Bunday yondashuvlarning amaliy ahamiyati shundaki, ular yuklash jarayonidagi aniqlik va tezkorlikni oshiradi, ortiqcha yoki kam yuklanishni kamaytiradi hamda transport siklining umumiy samaradorligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu bilan birga, kompyuterli ko‘rish va ma’lumotlar tahliliga asoslangan tizimlar kelgusida kon transportini raqamlashtirish va avtomatlashtirishning muhim elementiga aylanishi mumkin [4,8,10].

3-jadval.

Yuklash jarayonini nazorat qilish texnologiyalarining taqqosli tahlili

Texnologiya	**Aniqlik**	**Joriy etish xarajati**	**Ishlash tezligi**	**Moslashuvchanlik**
Kompyuterli ko‘rish (CV)	Yuqori (±2–3%)	O‘rta	Real vaqt	Yuqori
Og‘irlik sensori (WIM)	O‘rta (±5%)	Past	Real vaqt	O‘rta
LiDAR skanerlash	Juda yuqori (±1%)	Yuqori	Real vaqt	O‘rta
Qo‘lda nazorat	Past (±10–15%)	Juda past	Sekin	Past
GPS + telematics	O‘rta	O‘rta	Real vaqt	Yuqori

MUHOKAMA.

Ko‘rib chiqilgan ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, avtosamosvallar ochiq kon transport tizimida eng moslashuvchan va keng qo‘llaniladigan transport vositalaridan biridir. Ularning texnologik afzalliklari - yuqori manevrchanlik, qazish frontining siljishiga moslashuvchanlik, bosqichma-bosqich joriy etish qulayligi - ochiq konlarning dinamik sharoitlari bilan uyg‘unlashadi. Shu bilan birga, aynan yuklash jarayoni avtosamosvallardan foydalanish samaradorligini belgilovchi eng muhim bo‘g‘in bo‘lib qolmoqda [2,3]. Yuklashning me’yoriy emasligi, yukning kuzov bo‘yicha nomutanosib taqsimlanishi, navbatlarning noto‘g‘ri tashkil etilishi va dispetcherlik qarorlarining sustligi ishlab chiqarish

ISSN 3030-3907

samaradorligini pasaytiradi. Shuning uchun yuklash jarayonini nazorat qilish, bekor turish vaqtini qisqartirish va transport siklini optimallashtirish konchilik sanoatida dolzarb ilmiy-amaliy vazifa sifatida qaraladi [1,4,6]. So‘nggi tadqiqotlar intellektual tizimlar, mashinaviy o‘rganish va kompyuterli ko‘rish texnologiyalari yordamida ushbu muammolarni hal etish mumkinligini ko‘rsatmoqda. Ayniqsa yuklash jarayonini tasvirlar asosida monitoring qilish, yuk hajmini baholash va ushbu ma’lumotlarni dispetcherlik tizimiga uzatish kelgusidagi tadqiqotlar uchun muhim yo‘nalish sifatida namoyon bo‘lmoqda [8,9,10].

XULOSA.

Kon transport tizimlarida avtosamosvallar ishlab chiqarish jarayonining asosiy harakatlantiruvchi kuchlaridan biri hisoblanadi. Ular qazib olingan tog‘ jinslari va rudalarni yuklash punktlaridan qayta ishlash yoki saqlash punktlariga tashib berish orqali butun texnologik zanjirning uzluksizligini ta’minlaydi. Ochiq konlarda qazish frontining o‘zgaruvchanligi va ishlab chiqarish sharoitlarining dinamik tabiati avtosamosvallarni eng maqbul transport vositalaridan biriga aylantiradi Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, avtosamosvallarning samaradorligi faqat ularning konstruktiv xususiyatlariga emas, balki yuklash jarayonining qanchalik me’yoriy tashkil etilganiga ham bog‘liq. Yuklash jarayonidagi nomutanosibliklar transport siklining ortishi, yoqilg‘i sarfining ko‘payishi, texnik xizmat xarajatlarining oshishi va xavfsizlik darajasining pasayishiga olib keladi Shu sababli ochiq konlarda yuklash va tashish jarayonlarini chuqur ilmiy tahlil qilish hamda ularni zamonaviy intellektual texnologiyalar asosida takomillashtirish dolzarb vazifa hisoblanadi. Mavjud tadqiqotlar yuklash jarayonida aniqlik, tezkorlik va nazorat muammolari mavjudligini ko‘rsatadi. Bu esa keyingi bosqichda sun’iy intellekt va kompyuterli ko‘rish texnologiyalariga asoslangan yangi boshqaruv va monitoring tizimlarini ishlab chiqish zaruratini yuzaga keltiradi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Hardy R. J. Mining haulage systems and operational optimization // Mining Engineering. 2007. Vol. 59, No. 6. P. 45–52.

2. Thompson R. J., Visser A. T., Fourie A. B. Truck–shovel systems in open pit mining: operational considerations // International Journal of Mining Science and Technology. 2019. Vol. 29, No. 3. P. 367–375.

3. Mnzool A., Ahmed M., Khalil A. Analysis of truck loading efficiency in surface mining operations // Journal of Sustainable Mining. 2024. Vol. 23, No. 1. P. 1–12.

4. Zhang Y., Goh M. Machine learning based optimization of mining truck dispatching systems // Engineering Applications of Artificial Intelligence. 2021. Vol. 97. Art. 104081.

ISSN 3030-3907

5. Anistratov K. Yu. Development of a method for forming the structure of complex mechanization of mining operations at quarries: dissertation. Apatity, 2013. P. 50–60.
6. Osanloo M., Paricheh M. Truck allocation optimization in open-pit mines using intelligent systems // Mining Technology. 2017. Vol. 126, No. 2. P. 90–101.
7. Singh S. P., Narendrula R. Factors affecting productivity of dump trucks in open pit mines // Mining Technology. 2016. Vol. 125, No. 4. P. 220–228.
8. Kou S., Zhang H., Liu J. Intelligent monitoring of haul truck loading processes using computer vision // Automation in Construction. 2020. Vol. 113. Art. 103144.
9. Sun Y., Chen L., Zhang D. Vision-based material volume estimation in mining trucks // IEEE Access. 2022. Vol. 10. P. 45621–45633.
10. Li X., Topal E. Data-driven optimization of open-pit truck dispatching systems // Resources Policy. 2021. Vol. 74. Art. 102298.

ISSN 3030-3907