KARER GIDRAVLIK EKSKAVATORLARINING EKSPLUATATSION KO‘RSATKICHLARINING UMUMIY TAHLILI

Abduraxmonov Otabek Usmon o‘g‘li
Toshkent davlat texnika universiteti tayanch doktoranti
Djurayev Rustam Umarxanovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti professori
Turdiyev Sardorjon Abdumuminovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti

Annotatsiya. Ushbu maqolada karer gidravlik ekskavatorlarining ekspluatatsion ko‘rsatkichlari kompleks tahlil qilinadi. Ekskavatorlarning ishlab chiqarish unumdorligi, ish vaqtidan foydalanish samaradorligi, ishonchlilik va texnik tayyorlik darajasi, energetik hamda iqtisodiy ko‘rsatkichlari ochiq kon sharoitida ishlash nuqtayi nazaridan baholanadi. Shuningdek, tog‘-geologik sharoitlar va texnologik omillarning ekskavatorlar ish rejimlariga ta’siri ko‘rib chiqiladi. Tahlil natijasida ekspluatatsion ko‘rsatkichlarni baholash va taqqoslash uchun guruhlash va klassifikatsiya usuli taklif etiladi hamda ularning kon ishlari samaradorligiga ta’siri asoslanadi. Olingan natijalar karer gidravlik ekskavatorlaridan foydalanish samaradorligini oshirish, texnik xizmat ko‘rsatish tizimini takomillashtirish va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish uchun ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: karer gidravlik ekskavatori, ekspluatatsion ko‘rsatkichlar, unumdorlik, ishonchlilik, texnik tayyorlik, ish vaqtidan foydalanish koeffitsienti, energetik samaradorlik, iqtisodiy ko‘rsatkichlar, ochiq kon ishlari, texnik ekspluatatsiya

Аннотация. В данной статье выполнен комплексный анализ эксплуатационных показателей карьерных гидравлических экскаваторов. Оцениваются производительность экскаваторов, эффективность использования рабочего времени, уровень надёжности и технической готовности, а также энергетические и экономические показатели в условиях открытых горных работ. Кроме того, рассматривается влияние горно-геологических и технологических факторов на режимы работы экскаваторов. По результатам анализа предложен подход к группированию и классификации эксплуатационных показателей и обоснована их роль в повышении эффективности горных работ. Полученные результаты могут быть использованы для повышения эффективности эксплуатации карьерных гидравлических экскаваторов, совершенствования системы технического обслуживания и оптимизации производственных процессов.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: карьерный гидравлический экскаватор, эксплуатационные показатели, производительность, надёжность, техническая готовность, коэффициент использования рабочего времени, энергетическая эффективность, экономические показатели, открытые горные работы, техническая эксплуатация

Abstract. In this article, a comprehensive analysis of the operational indicators of quarry hydraulic excavators was carried out. The productivity of excavators, the efficiency of using working time, the level of reliability and technical readiness, as well as energy and economic indicators under open-pit mining conditions are assessed. In addition, the influence of mining-geological and technological factors on the operating mode of excavators is considered. Based on the analysis results, an approach to the grouping and classification of operational indicators was proposed and their role in increasing the efficiency of mining operations was substantiated. The obtained results can be used to increase the efficiency of quarry hydraulic excavators, improve the maintenance system, and optimize production processes.

Keywords: quarry hydraulic excavator, operational indicators, productivity, reliability, technical readiness, coefficient of working time utilization, energy efficiency, economic indicators, open-pit mining, technical operation

KIRISH.

Karer gidravlik ekskavatorlari ochiq kon ishlarida qazib olish, yuklash va jinslarni tashish jarayonlarining asosiy texnologik bo‘g‘ini hisoblanadi. Ularning ekspluatatsion ko‘rsatkichlari kon korxonalarining ishlab chiqarish quvvati, iqtisodiy samaradorligi va texnologik barqarorligini belgilab beruvchi muhim omillardan biridir [1,2]. Shu sababli, ekskavatorlarning ekspluatatsiya jarayonidagi ishlash samaradorligini umumiy tahlil qilish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi [2,3].

Ekskavatorlarning asosiy ekspluatatsion ko‘rsatkichlariga ishlab chiqarish unumdorligi, ish vaqtidan foydalanish koeffitsiyenti, texnik tayyorlik darajasi, ishonchlilik, yoqilg‘i va energiya sarfi, shuningdek texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlash xarajatlari kiradi [3,4]. Ushbu ko‘rsatkichlar ekskavatorning konstruktiv xususiyatlari, ish sharoitlari, kon-geologik omillar hamda ekspluatatsiya madaniyati bilan uzviy bog‘liq holda shakllanadi [2,5].

ADABIYOTLAR TAHLILI. Ishlab chiqarish unumdorligi ekskavator kovsh hajmi, ish siklining davomiyligi, jinslarning qattiqligi va qazish usuliga bog‘liq holda aniqlanadi [3,5]. Real ekspluatatsiya sharoitida esa texnologik to‘xtalishlar, manevr qilish vaqti, operator mahorati va tashqi muhit omillari unumdorlikning pasayishiga olib kelishi mumkin. Shu bilan birga, ish vaqtidan

ISSN 3030-3907

samarali foydalanish darajasi ekskavatorning umumiy smenalik va yillik ish hajmini belgilab beradi [4].

Ekskavatorlarning ishonchliligi va texnik tayyorlik darajasi ekspluatatsiya davomida yuzaga keladigan nosozliklar soni, ularni bartaraf etishga sarflanadigan vaqt hamda rejali va rejadan tashqari ta'mirlashlar ulushi bilan baholanadi [6,7]. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, og‘ir karer sharoitida ishlaydigan ekskavatorlarda yuqori dinamik yuklanishlar, chang va harorat o‘zgarishlari texnik holatning tez yomonlashishiga sabab bo‘ladi [6]. Bu esa ekspluatatsion tayyorlik koeffitsiyentining pasayishiga va ishlab chiqarish jarayonining uzilishlariga olib keladi.

Quyidagi 1-jadvalda karyer gidravlik ekskavatorlarining ekspluatatsion ko‘rsatkichlari klassifikatsiyasi keltirilgan bo‘lib, ularning tarkibida yoqilg‘i va energiya sarfini kamaytirish masalasi alohida ahamiyat kasb etadi. Energiya samaradorligining pasayishi qazib olish jarayonining o‘zini qimmatlashtirib, bir tonna jinsga to‘g‘ri keladigan ekspluatatsiya xarajatlarini oshiradi [5,8]. Shu bois, karyer gidravlik ekskavatorlarining ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini umumiy tahlil qilish ulardan foydalanish samaradorligini oshirish va kon ishlarini optimallashtirish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Ekologik va mehnat sharoiti bilan bog‘liq ekspluatatsion ko‘rsatkichlar ham kompleks tahlilda hisobga olinishi lozim. Chang chiqishi, shovqin darajasi va ishchi personal uchun xavfsizlik ko‘rsatkichlari ekskavatordan foydalanishning ijtimoiy va ekologik samaradorligini belgilab beradi. Shu tariqa, karer gidravlik ekskavatorlarining ekspluatatsion ko‘rsatkichlari ko‘p darajali va ko‘p omilli tizim sifatida namoyon bo‘ladi hamda ularni ilmiy asosda optimallashtirish kon ishlarining umumiy samaradorligini oshirish imkonini beradi.

1-Jadval.

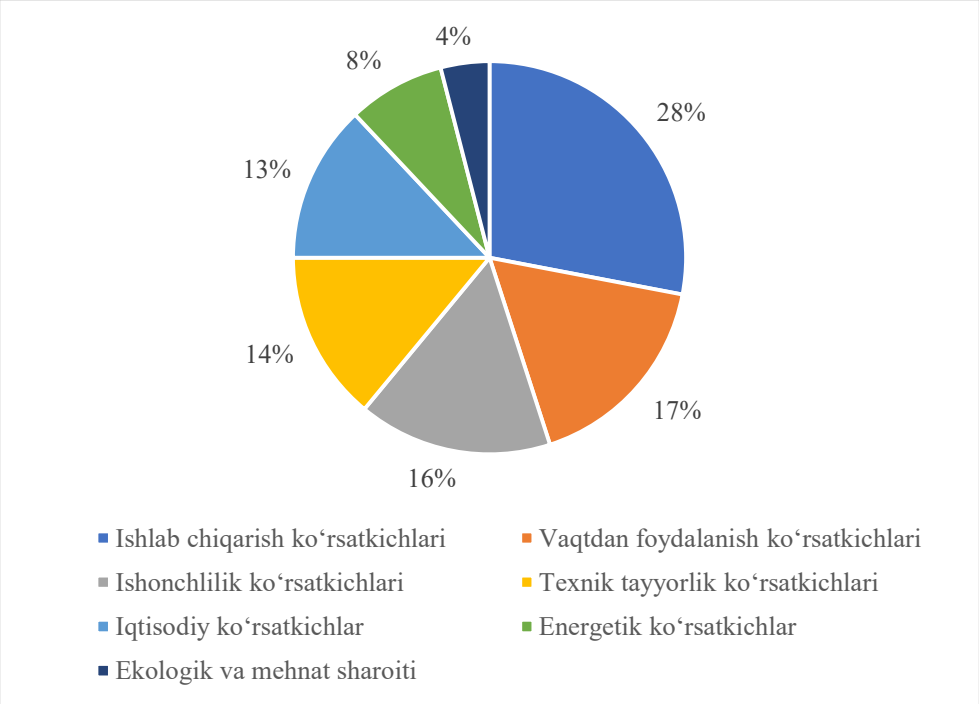
Karyer gidravlik ekskavatorlarining ekspluatatsion ko‘rsatkichlari klassifikatsiyasi

№	Ko‘rsatkichlar guruhi	Asosiy ko‘rsatkichlar	Ahamiyati
1	Ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari	Smenalik unumdorlik, yillik ish hajmi, ish sikli davomiyligi	Qazib olish hajmini va ishlab chiqarish quvvatini baholash
2	Vaqtdan foydalanish ko‘rsatkichlari	Ish vaqtidan foydalanish koeffitsiyenti, texnologik tanaffuslar ulushi	Ekskavatordan foydalanish samaradorligini aniqlash

ISSN 3030-3907

3	Ishonchlilik ko‘rsatkichlari	Nosozliklar soni, o‘rtacha ishlash vaqti, avariyali to‘xtashlar	Uzluksiz ishlash qobiliyatini baholash
4	Texnik tayyorlik ko‘rsatkichlari	Texnik tayyorlik koeffitsiyenti, ta’mirlash davomiyligi	Ekspluatatsion barqarorlik darajasini aniqlash
5	Iqtisodiy ko‘rsatkichlar	Ekspluatatsiya xarajatlari, ta’mirlash qiymati, tannarx	Qazib olish jarayonining iqtisodiy samaradorligi
6	Energetik ko‘rsatkichlar	Yoqilg‘i va energiya sarfi, bir tonna jinsga to‘g‘ri keladigan energiya	Energiya samaradorligi-ni baholash
7	Ekologik va mehnat sharoiti ko‘rsatkichlari	Shovqin, chang, xavfsizlik darajasi	Ekologik va ijtimoiy samaradorlik

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Yuqoridagi jadvalda keltirib ko‘rsatilgan ekspluatatsion ko‘rsatkichlarning guruhlar bo‘yicha taqsimlanishi asosida NKMK AJ da qo'llanilayotgan turli xil rusumdagi karyer gidravlik ekskavatorlarining 2025 – yil davomida ekspluatatsiya ko‘rsatkichlarining tahlili asosida ularning ulushlari quyidagi 1-rasmdagi diagrammada keltirilgan.

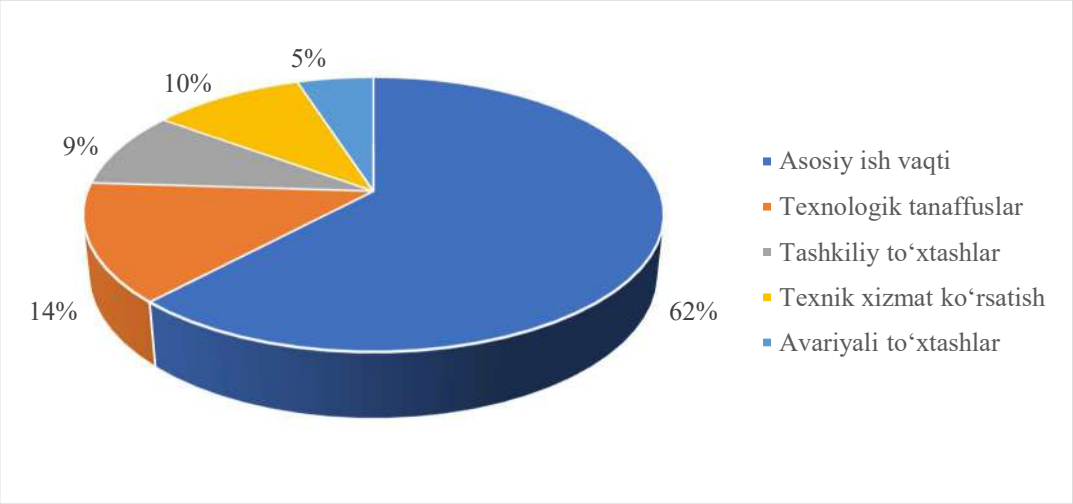


1-rasm. NKMK AJ karyerlarida foydalanilayotgan gidravlik ekskavatorlarining ekspluatatsion ko‘rsatkichlari

Yuqorida keltirilgan 1-rasmdagi diagrammadan ko‘rinib turibdiki, ekspluatatsion samaradorlikka ta’sir etuvchi eng katta ulush ishlab chiqarish 28%, vaqtdan foydalanish 17% va ishonchlilik 16% ko‘rsatkichlariga to‘g‘ri keladi.

ISSN 3030-3907

Endi ekspluatatsion samaradorlikka ta’sir etuvchi eng katta ulush ko‘rsatkichlarini ko‘rib chiqshimiz mumkin bo‘ladi. Hozirgi kunda konchilik korxonalarida ish vaqtidan foydalanish ko‘rsatkichlari qiymatini oshirish dolzarb muammolardan bo‘lib, ularning 1 yildagi o‘rtacha vaqtdan foydalanish ulushlari qiymatlari quyidagi 2-rasmda diagramma ko‘rinishida keltirib ko‘rsatilgan.



2-rasm. Karyer gidravlik ekskavatorlarining ish vaqtidan foydalanish ulushlari

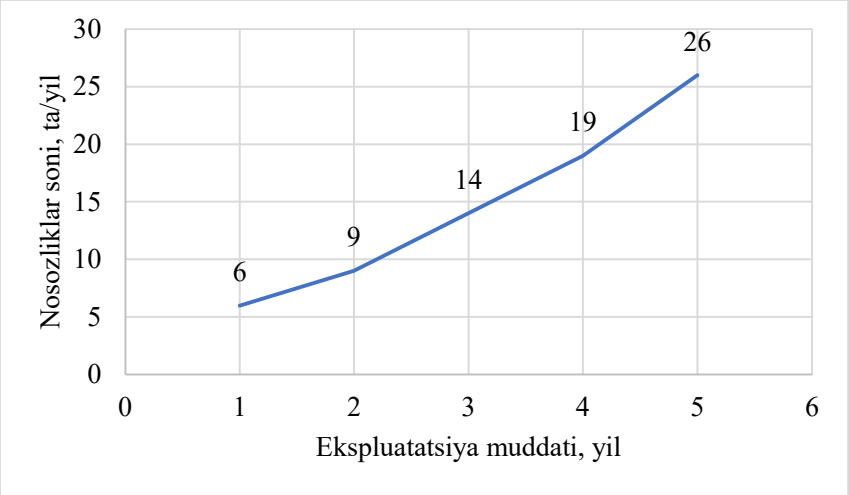
Yuqorida keltirilgan Karyer gidravlik ekskavatorlarining ish vaqtidan foydalanish ulushlari diagrammasida ko‘rinib turibdiki kalendar ish vaqtidan faqat 60–65 % qismi samarali ishga to‘g‘ri kelishi aniqlandi. Bundan tashqari ekskavatorlarga texnik xizmat ko‘rsatish darajasini oshirish, avariyalar sonini kamaytirishga qaratilgan chora-tadbirlar ishlab chiqish asosida ularning ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini oshirishning imkoniyati mavjud.

Karyer gidravlik ekskavatorlari ishonchliligi dinamikasining tahlili asosida ularning 5 yil davomidagi nosozliklari tadqiq qilindi va yillar kesimiga to‘g‘ri keladigan nosozliklar soni quyidagi 3-rasmda keltirilgan bog‘liklikda keltirilgan.

3-rasmda keltirilgan grafikda ekskavatorning ekspluatatsiya muddati ortishi bilan nosozliklar sonining o‘sish tendensiyasi aniq kuzatiladi. Xususan, ekspluatatsiyaning birinchi yilida nosozliklar soni o‘rtacha 6 tani tashkil etgan bo‘lsa, ikkinchi yilda bu ko‘rsatkich 9 taga, uchinchi yilda 14 taga, to‘rtinchi yilda 19 taga va beshinchi yilga kelib 26 taga yetgan.

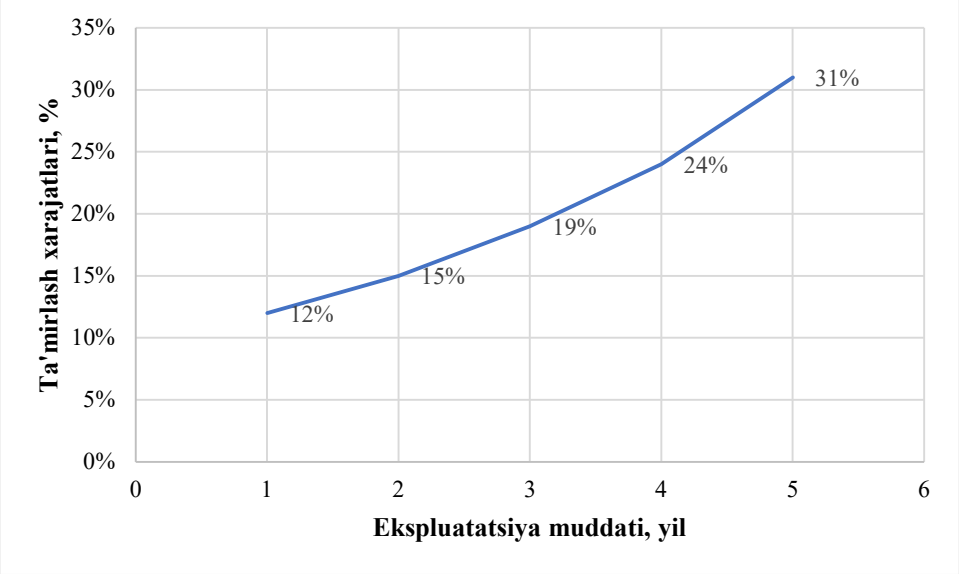
Ushbu o‘sish tendensiyasi texnika uzoq muddat ishlatilishi jarayonida ishchi uzel va mexanizmlarning tabiiy yeyilishi, dinamik yuklanishlar ta’sirida detallar holatining yomonlashishi hamda agregatlarning ishonchlilik darajasi pasayishi bilan izohlanadi. Ekspluatatsiyaning dastlabki bosqichlarida nosozliklar nisbatan kam uchrasa, keyingi yillarda ularning soni jadal sur’atda ortib borishi kuzatiladi, bu esa yeyilish jarayonining jadallashishiga xos bo‘lgan qonuniyatni tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Karyer gidravlik ekskavatorlari ekspluatatsiya muddatining nosozliklar soniga bog‘liqlik grafigi

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, ekspluatatsiya muddati ortgan sari rejadan tashqari to‘xtashlar ehtimoli ham ortib boradi, bu esa ekskavatorning texnik tayyorlik koeffitsiyenti pasayishiga va umumiy ishlab chiqarish samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli, mazkur bog‘liqlik ekskavatorlar uchun profilaktik ta’mirlash va texnik xizmat ko‘rsatish intervallarini optimallashtirish zarurligini ilmiy jihatdan asoslab beradi.

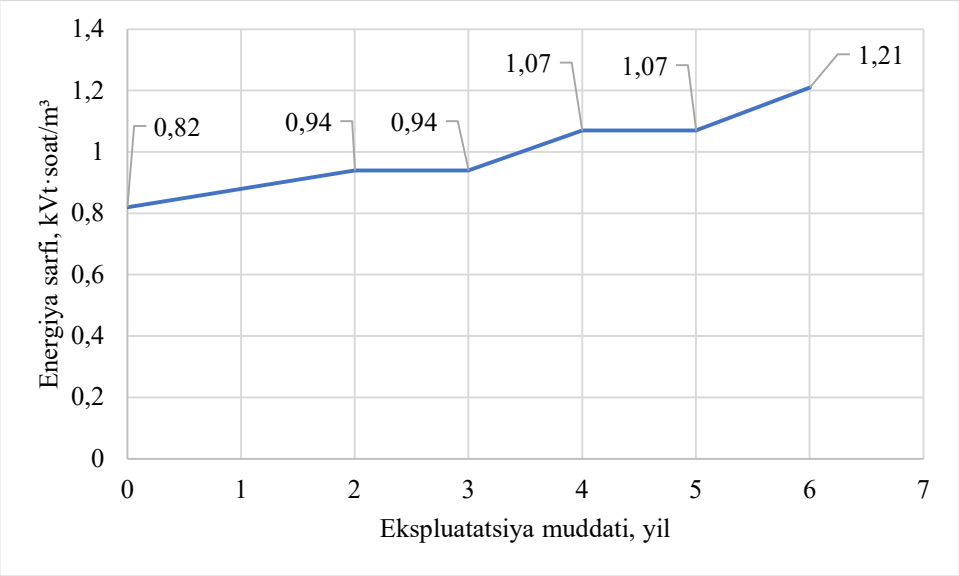


4-rasm. Karyer gidravlik ekskavatorlari ekspluatatsiya muddatining ta’mirlash xarajatlariga bog‘liqlik grafigi

Karyer gidravlik ekskavatorlarining 5 yil davomida har yilgi umumiy ekspluatatsiya xarajatlarining ta’mirlashga ketadigan ulushlari miqdori yuqoridagi 4-rasmda keltirilgan diagrammada keltirilgan bo‘lib ularning yillar davomida eskirishi natijasida ta’mirlash xarajatlari ham mutanosib ravishda oshib boradi.

ISSN 3030-3907

Karyer gidravlik ekskavatorlarining energiya samaradorligi ko‘rsatkichlarining 6 yildan oshiq bo‘lgan muddatdagi qiymatlari tahlili olib borildi va ularning o‘zaro bog’liqlik qiymatlari quyidagi 5-rasmda keltirib ko‘rsatilgan.



5-rasm. Karyer gidravlik ekskavatorlari ekspluatatsiya muddatining energiya sarfiga bog‘liqlik grafigi

Grafikda ekskavatorning ekspluatatsiya muddati ortishi bilan birlik hajmga to‘g‘ri keladigan energiya sarfining (kVt·soat/m³) izchil o‘sib borishi kuzatiladi. Ekspluatatsiyaning dastlabki yilida ushbu ko‘rsatkich 0,82 kVt·soat/m³ ni tashkil etgan bo‘lsa, keyingi yillarda u 0,94 kVt·soat/m³ gacha oshgan, to‘rtinchi va beshinchi yillarda esa 1,07 kVt·soat/m³ atrofida barqarorlashgan. Oltinchi yilga kelib energiya sarfi 1,21 kVt·soat/m³ gacha yetgani qayd etiladi.

Ushbu tendensiya texnika uzoq muddat ekspluatatsiya qilinishi jarayonida uzel va mexanizmlarning yeyilishi, ishchi organlar va transmissiya elementlarida mexanik qarshiliklarning ortishi, shuningdek umumiy energetik yo‘qotishlarning ko‘payishi bilan izohlanadi. Ayniqsa, ekspluatatsiyaning keyingi bosqichlarida energiya sarfining jadal o‘sishi texnika texnik holatining yomonlashishi natijasida ish samaradorligining pasayishiga ishora qiladi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, ekspluatatsiya muddati ortishi bilan energiya samaradorligi pasayib boradi va bu holat ekskavatorlarning iqtisodiy ko‘rsatkichlariga ham salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu bois, mazkur bog‘liqlik texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlash tizimini o‘z vaqtida optimallashtirish, shuningdek texnik holatni monitoring qilish orqali energiya sarfini barqaror darajada ushlab turish zarurligini ilmiy jihatdan asoslab beradi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Yuqoridagi tahlillar natijasida optimallik mezonini shakllantirish zarur va uni quyidagicha tartibda amalga oshirishimiz mumkin bo‘ladi [7,9]. Optimal ekspluatatsiya nuqtasini aniqlash

ISSN 3030-3907

uchun kompleks baholovchi $k_{opt}(t)$ funksiya kiritiladi va quyidagicha ifodalanadi [9]:

$$\mathbf{K_{opt}(t) = \frac{P(t) \cdot \eta(t)}{C(t)}} \qquad (1)$$

bu yerda, P(t) — ishlab chiqarish unumdorligi (normallashtirilgan), η(t) — ekspluatatsion tayyorlik va ishonchlilikni ifodalovchi koeffitsiyent, C(t) — umumiy ekspluatatsiya va ta'mirlash xarajatlari, t — ekspluatatsiya davri (yil).

Optimal nuqta $K_{opt}(t) \rightarrow max$ shartga muvofiq (1) ifoda orqali aniqlanadi va ushbu aniqlangan natija bog'liqligi quyidagi 6-rasmda keltirib ko'rsatilgan.



5-rasm. Karyer gidravlik ekskavatorlari ekspluatatsiya muddatining optimal nuqta koeffitsiyentiga bog'liqlik grafigi

Rasmda karer gidravlik ekskavatorining ekspluatatsiya muddati davomida integral optimallik ko'rsatkichi $K_{opt}(t)$ ning o'zgarishi tasvirlangan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, ekspluatatsiyaning birinchi yilida $K_{opt} \approx 0,87$ bo'lib, tizimning texnik-iqtisodiy holati nisbatan yuqori darajada ekanligini ko'rsatadi. Keyingi yillarda esa K_{opt} qiymati muntazam ravishda kamayib boradi va beshinchi yilga kelib ≈ 0,28 gacha tushadi.

$K_{opt}(t)$ ning monoton pasayishi mashinaning asosiy ekspluatatsion ko'rsatkichlari — ishonchlilik P(t) va foydali ish koeffitsienti η(t) ning kamayishi, shuningdek, ekspluatatsiya xarajatlari C(t) ning ortishi bilan bevosita bog'liq. Ayniqsa 3–5-yillar oralig'ida pasayishning nisbatan tezlashishi texnik holatning sezilarli yomonlashuvi, eskirish jarayonlarining jadallashuvi va texnik xizmat ko'rsatish hamda ta'mirlashga bo'lgan ehtiyojning ortishini ko'rsatadi.

Shunday qilib, $K_{opt}(t)$ ko'rsatkichi karer gidravlik ekskavatorining ekspluatatsiya jarayonida texnik-iqtisodiy samaradorlikning integral bahosi

ISSN 3030-3907

sifatida xizmat qilib, mashinaning optimal ishlash sohasi va modernizatsiya yoki kapital ta’mirlash zarur bo‘lgan davrni aniqlash imkonini beradi.

O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatdiki, karer gidravlik ekskavatorlarining ekspluatatsion samaradorligi vaqt o‘tishi bilan murakkab va o‘zaro bog‘liq jarayonlar ta’sirida pasayib boradi. Ishonchlilik ko‘rsatkichlarining kamayishi, foydali ish koeffitsientining pasayishi hamda ekspluatatsiya xarajatlarining ortishi natijasida integral optimallik ko‘rsatkichi $K_{opt}(t)$ ning qiymati yildan-yilga kamayishi kuzatiladi. Tadqiqot natijalari asosida aniqlanishicha, ekspluatatsiyaning dastlabki bosqichlarida mashinaning texnik-iqtisodiy holati nisbatan barqaror bo‘lsa, keyingi yillarda eskirish jarayonlarining kuchayishi sababli samaradorlik keskin pasaya boshlaydi. Ayniqsa, 3–5-yillar oralig‘ida $K_{opt}(t)$ ning sezilarli darajada kamayishi ekskavatorning texnik holatini chuqur diagnostika qilish, rejalashtirilgan ta’mirlash ishlarini kuchaytirish yoki konstruktiv-modernizatsiya choralarini ko‘rish zarurligini ko‘rsatadi. Shu bois, $K_{opt}(t)$ kabi integral ko‘rsatkichlardan foydalanish karer gidravlik ekskavatorlarining ekspluatatsion holatini kompleks baholash, ularning xizmat muddatini ilmiy asosda rejalashtirish hamda texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlash strategiyalarini optimallashtirish uchun samarali vosita hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Ржевский В.В. Открытые горные работы. — М.: Недра, 1985. — 620 с.
2. Воробьёв А.В. Горные машины и комплексы. — М.: Горная книга, 2007. — 512 с.
3. Кузнецов С.В., Кудрявцев А.А. Экскаваторы. Теория, расчет и эксплуатация. — М.: Недра, 1990. — 368 с.
4. Башта Т.М., Руднев В.В., Некрасов Б.Б. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. — М.: Машиностроение, 1982. — 423 с.
5. Крейнин Е.В. Энергетическая эффективность горных машин. — М.: Недра, 2001. — 256 с.
6. Кобзов Д.Ю. Надёжность горных и транспортных машин. — М.: Недра, 2005. — 304 с.
7. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчётов на трение и износ. — М.: Машиностроение, 1977. — 526 с.
8. ISO 4406:2017. Hydraulic fluid power — Fluids — Method for coding the level of contamination by solid particles. — International Organization for Standardization.
9. Гаврилов С.А. Методы комплексной оценки технического состояния машин. — М.: Машиностроение, 2003. — 288 с.

ISSN 3030-3907