

UO‘K: 620.169.1

doi 10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.21

© 2026 Authors. Licensed under CC BY 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

KARYER EKSKAUTORI CHO‘MICH TISHLARINING DINAMIK YUKLANISH SHAROITIDA ABRAZIV YEMIRILISHINI BAHOLASH



**Djurayev Rustam
Umarxanovich**

Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti Texnika
fanlari doktori Professor, Navoiy,
O‘zbekiston
E-mail: r.u.djuraev@yandex.ru
ORCID ID: 0000-0003-2712-3003



**Turdiyev Sardorjon
Abdumuminovich**

Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti, dotsent,
Navoiy, O‘zbekiston
Email: 3167229@gmail.com
ORCID ID: 0009-0004-0054-3424



**Abdurakhmonov Otabek
Usmon o‘g‘li**

Islom Karimov nomidagi Toshkent
Davlat texnika universiteti PhD
doctoranti, Toshkent, O‘zbekiston
E-mail:
abduraxmonovo270@gmail.com
ORCID ID: 0009-0009-7578-4093



**Jurayev Akbar
Shavkatovich**

Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti, dotsent,
Navoiy, O‘zbekiston
E-mail:
jurayevakbar1987@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-9154-6698

Annotatsiya. Maqolada karyer ekskavatori cho‘mich tishlarining dinamik yuklanish sharoitida abraziv yemirilish jarayoni tadqiq etilgan. Qazish jarayonida cho‘mich tishlariga ta’sir etuvchi kontakt bosimi, ishqalanish kuchlari, abraziv zarrachalar va dinamik yuklamalarning yemirilish intensivligiga ta’siri tahlil qilingan. Tish profili bo‘ylab ajratilgan xarakterli uchastkalarda yemirilish miqdorining notekis taqsimlanishi aniqlanib, eng yuqori yemirilish kesuvchi qirra va unga yaqin kontakt zonalarida yuzaga kelishi asoslangan. Eksperimental natijalar asosida yemirilish jarayonining tish uzunligi bo‘ylab o‘zgarishini ifodalovchi ikkinchi darajali regressiya modeli ishlab chiqilgan. Modelning statistik ko‘rsatkichlari uning tajriba natijalariga yetarli darajada mos kelishini ko‘rsatgan. Olingan natijalar cho‘mich tishlarining eng ko‘p yemiriladigan qismlarini aniqlash, ularni lokal mustahkamlash, himoya qoplamalaridan foydalanish, xizmat muddatini prognozlash hamda ekskavator ishchi organlarining ekspluatatsion ishonchliligini oshirish uchun amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: karyer ekskavatori, cho‘mich tishi, abraziv yemirilish, dinamik yuklanish, kesuvchi qirra, yemirilish intensivligi, tog‘ jinsi abrazivligi, regressiya modeli, xizmat muddati.

Received: 21.07.2026

Accepted: 01.09.2026

Issue publication: 28.09.2026

ОЦЕНКА АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА ЗУБЬЕВ КОВША КАРЬЕРНОГО ЭКСКАВАТОРА В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ

**Джуряев Рустам
Умарханович**

Навоийский государственный
университет горного дела и
технологий, Доктор технических
наук, профессор, Навои,
Узбекистан

**Турдыев Сардоржон
Абдумунинович**

Навоийский государственный
университет горного дела и
технологий, доцент, Навои,
Узбекистан

**Абдурахмонов Отабек
Усмон угли**

Докторант PhD Ташкентского
государственного технического
университета имени Ислама
Каримова, Ташкент, Узбекистан

**Жураев Акбар
Шавкатович**

Навоийский государственный
университет горного дела и
технологий, доцент, Навои,
Узбекистан

Аннотация. В статье исследован процесс абразивного износа зубьев ковша карьерного экскаватора в условиях динамического нагружения. Проанализировано влияние контактного давления, сил трения, абразивных частиц и динамических нагрузок, возникающих в процессе экскавации, на интенсивность изнашивания зубьев. Установлено неравномерное распределение

величины износа по характерным участкам профиля зуба и обосновано, что максимальный износ формируется в области режущей кромки и прилегающей к ней контактной зоны. На основе экспериментальных данных разработана регрессионная модель второго порядка, описывающая изменение величины износа по длине зуба. Статистические показатели модели подтверждают её достаточное соответствие результатам экспериментальных исследований. Полученные результаты имеют практическое значение для определения наиболее интенсивно изнашиваемых участков зубьев ковша, их локального упрочнения, применения защитных покрытий, прогнозирования срока службы и повышения эксплуатационной надёжности рабочих органов карьерных экскаваторов.

Ключевые слова: карьерный экскаватор, зуб ковша, абразивный износ, динамическая нагрузка, режущая кромка, интенсивность износа, абразивность горных пород, регрессионная модель, срок службы.

ASSESSMENT OF ABRASIVE WEAR OF OPEN-PIT EXCAVATOR BUCKET TEETH UNDER DYNAMIC LOADING CONDITIONS

**Djurayev Rustam
Umarxanovich**

Navoi State University of Mining
and Technologies, Doctor of
Technical Sciences, Professor,
Navoi, Uzbekistan

**Turdiyev Sardorjon
Abdumuminovich**

Navoi State University of Mining
and Technologies, Associate
Professor, Navoi, Uzbekistan

**Abdurakhmonov Otabek
Usmon ugli**

PhD doctoral student at Islam
Karimov Tashkent State Technical
University, Tashkent, Uzbekistan

**Zhuraev Akbar
Shavkatovich**

Navoi State University of Mining
and Technologies, Associate
Professor, Navoi, Uzbekistan

Abstract. This article investigates the abrasive wear of open-pit excavator bucket teeth under dynamic loading conditions. The effects of contact pressure, friction forces, abrasive particles, and dynamic loads arising during excavation on the wear intensity of bucket teeth are analyzed. The study reveals a non-uniform distribution of wear along characteristic sections of the tooth profile and demonstrates that the highest wear occurs at the cutting edge and in the adjacent contact zone. Based on the experimental data, a second-order regression model describing the variation in wear along the tooth length is developed. The statistical parameters of the model indicate satisfactory agreement with the experimental results. The findings are of practical importance for identifying the most intensively worn areas of bucket teeth, applying localized strengthening and protective coatings, predicting service life, and improving the operational reliability of open-pit excavator working elements.

Keywords: open-pit excavator, bucket tooth, abrasive wear, dynamic loading, cutting edge, wear intensity, rock abrasiveness, regression model, service life.

Kirish. Ochiq usulda foydali qazilmalarni qazib olish jarayonlarida karyer gidravlik ekskavatorlari asosiy texnologik uskunalardan biri hisoblanadi. Ushbu mashinalar kon ishlarida tog' jinslarini massivdan ajratib olish, qazish, cho'michga to'ldirish va transport vositalariga ortish kabi muhim texnologik operatsiyalarni bajaradi. Karyer ekskavatorlarining ish unumdorligi va ekspluatatsion samaradorligi, birinchi navbatda, ularning ishchi a'zolari konstruksiyasi va ishonchlilikiga bog'liq. Shu sababli cho'mich tishlari va kesuvchi elementlarning ishlash sharoiti, yemirilish mexanizmi va xizmat muddatini o'rganish konchilik sanoatida muhim ilmiy-amaliy

vazifalardan biri hisoblanadi. Karyer ekskavatorlari ekspluatatsiya jarayonida og'ir sharoitlarda ishlaydi. Qazish vaqtida cho'mich tishlari tog' jinslari bilan bevosita kontaktda bo'lib, yuqori dinamik va statik yuklamalar ta'sirida bo'ladi. Bu holat kesuvchi elementlarning intensiv abraziv yemirilishiga olib keladi. Manbada keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, kon mashinalaridagi harakatlanuvchi qismlarning 80–90 % gacha bo'lgan nosozliklari yemirilish jarayonlari bilan bog'liq. Natijada mashinaning ishonchlilikiga pasayadi, ekspluatatsiya xarajatlari ortib boradi va texnologik jarayonlarning samaradorligi kamayadi [1-4].

Karyer ekskavatorlari cho'mich tishlarining

yemirilishi, ayniqsa, tog' jinslarining fizik-mexanik xususiyatlari tez o'zgarib turadigan sharoitlarda yanada kuchayadi. Tog' jinslarining qattiqligi, abrazivligi va granulometrik tarkibi kesish jarayonidagi yuklamalarga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Tishlar ruxsat etilgan yemirilish darajasiga etganda kesish jarayonidagi yuklama 40–50% gacha ortishi, ekskavator ish unumdorligining 40% gacha kamayishi va yonilg'i sarfining 30% gacha ortishi mumkin. Bunday holatlar kon uskunalari ekspluatatsiya qilishda iqtisodiy samaradorlikning pasayishiga sabab bo'ladi [5,6].

Qazish jarayonida cho'mich tishlarining yemirilishi bir nechta omillar ta'sirida sodir bo'ladi. Ularga tog' jinslarining abrazivligi va qattiqligi, kesish jarayonidagi solishtirma yuklama, ishqalanish sharoitlari, dinamik zarb yuklamalari hamda materialning mexanik va tribologik xususiyatlari kiradi. Mazkur omillar ta'sirida cho'mich tishlarida asosan abraziv yemirilish kuzatiladi. Abraziv yemirilish jarayonida qattiq zarrachalar metall sirtiga botib kirib, uni mikroqirqish va plastik deformasiya mexanizmlari orqali yemirib boradi [7].

Mavjud tadqiqotlarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, kesuvchi elementlarning yemirilishini baholashga qaratilgan ko'plab modellar ayrim omillarnigina hisobga oladi. Ayniqsa, karyer ekskavatorlari ishchi a'zolari uchun xos bo'lgan dinamik yuklamalar ta'siri ko'p hollarda etarlicha inobatga olinmagan. Shuningdek, mavjud modellarda kesuvchi element geometriyasining vaqt davomida o'zgarishi va yemirilish jarayonining bosqichma-bosqich rivojlanishi to'liq aks ettirilmagan.

Shu nuqtai nazardan, karyer ekskavatori cho'mich tishlarining dinamik yuklanish sharoitida abraziv yemirilishini baholash, tish profili bo'ylab yemirilish intensivligining taqsimlanishini tahlil qilish va kesuvchi elementlarning ekspluatatsion samaradorligini oshirishga qaratilgan amaliy xulosalarni asoslash dolzarb hisoblanadi. Mazkur tadqiqotning maqsadi karyer ekskavatori cho'mich tishlarining dinamik yuklanish sharoitida abraziv yemirilish jarayonini baholash va yemirilishning tish profili bo'ylab taqsimlanish xususiyatlarini aniqlashdan iborat [8,9].

Adabiyotlar tahlili. Abraziv yemirilish jarayonlarini nazariy jihatdan o'rganish tribologiya

sohasida olib borilgan fundamental tadqiqotlarga asoslanadi. Ushbu sohadagi ilmiy ishlar asosan kontakt mexanikasi, abraziv zarrachalarning metall sirtiga ta'siri, materialning mexanik xususiyatlari va ishqalanish jarayonida yuza qatlamida sodir bo'ladigan o'zgarishlarni tahlil qilishga qaratilgan. Cho'mich tishlari kabi kesuvchi elementlar uchun abraziv yemirilish jarayonini baholashda tog' jinsi zarrachalarining sirtga ta'siri, ishchi yuzadagi yuklama va ishqalanish yo'li muhim ahamiyatga ega [10].

Abraziv yemirilish jarayonlarini matematik ifodalash bo'yicha ilk fundamental modellardan biri J.F. Archard tomonidan taklif etilgan. Archard modeli ishqalanish jarayonida material yo'qolishini normal yuklama, ishqalanish yo'li va material qattiqligiga bog'liq holda baholaydi. Ushbu model tribologiya sohasida keng qo'llanilsa-da, abraziv zarrachalar ta'sirida yuzaga keladigan mikroqirqish va plastik deformasiya jarayonlarini to'liq hisobga olmaydi. Shu sababli uni karyer ekskavatori cho'mich tishlarining real ekspluatatsiya sharoitidagi yemirilishini baholashda qo'shimcha omillar bilan to'ldirish zarurati mavjud [11].

Kontakt mexanikasi asosida yemirilish jarayonlarini tadqiq qilishda I.V. Kragelskiy tomonidan ishlab chiqilgan nazariya muhim ahamiyatga ega. Ushbu nazariyada kontakt yuzalarning haqiqiy maydoni, mikronotekisliklar geometriyasi va deformasiya sikli kabi omillar hisobga olinadi. Kragelskiy tadqiqotlarida ishqalanish jarayonida yuzalarning mikronotekisliklari o'zaro ta'sirga kirishib, materialning plastik deformatsiyasi va mikroqirqilishiga olib kelishi ko'rsatib berilgan. Bu yondashuv abraziv muhitda ishlaydigan kesuvchi elementlar sirtida yuzaga keladigan mexanik ta'sirlarni tushuntirishda muhim hisoblanadi [12].

Abraziv yemirilish mexanizmini mikro-mexanik nuqtai nazardan o'rganishda T. Malxern va L.Samuels tomonidan olib borilgan tadqiqotlar alohida ahamiyatga ega. Ushbu tadqiqotlarda abraziv zarrachalarning metall sirtiga botish chuqurligi va ularning geometrik parametrlari yemirilish intensivligiga katta ta'sir ko'rsatishi aniqlangan. Mualliflar abraziv yemirilish jarayonida asosiy mexanizmlar sifatida mikroqirqish, yuza plastik deformatsiyasi va mikrosiqilish jarayonlarini ko'rsatib o'tganlar [13].

Konchilik mashinalari ishchi organlarining yemirilish jarayonlarini tadqiq qilishda A.K. Reysh tomonidan taklif etilgan empirik model ham muhim o‘rin tutadi. Ushbu yondashuvda yemirilish miqdori tog‘ jinsining abrazivligi, kontakt yuzasidagi yuklama va materialning mexanik xususiyatlariga bog‘liq deb qabul qilinadi. Bu model kon mashinalari ishchi elementlari uchun amaliy ahamiyatga ega bo‘lsa-da, kesish jarayonidagi dinamik yuklamalar ta’siri etarli darajada hisobga olinmagan [14].

Abraziv muhitda ishlaydigan kesuvchi elementlarning yemirilishini o‘rganishda U.A. Ikromov va M.A. Levintin tomonidan taklif etilgan modellar ham muhim ahamiyatga ega. Ushbu tadqiqotlarda abraziv zarrachalarning metall sirtiga botishi va ularning kontakt yuzasidagi harakati asosida materialning yemirilish mexanizmi tahlil qilingan. Mualliflar abraziv zarrachalarning o‘lchami va kontakt bosimi yemirilish intensivligiga asosiy ta’sir etuvchi omillardan biri ekanligini ko‘rsatganlar [13].

Mavjud hisoblash usullarining tahlili shuni ko‘rsatadiki, kesuvchi elementlarning yemirilishini baholashga qaratilgan modellar to‘liq emas hamda ularning ayrimlari hisoblash nuqtai nazaridan ancha murakkab hisoblanadi. Bunday modellarni qo‘llash uchun ishqalanish yuzalarining mikrogeometriya parametrlari, materialning mexanik va charchoq xususiyatlari haqida aniq ma’lumotlar talab etiladi. Shu bilan birga, karyer sharoitida ishchi organlarga ta’sir qiluvchi yuklamalar o‘zgaruvchan va dinamik xarakterga ega bo‘lganligi sababli, yemirilish jarayonini baholashda faqat bitta omilga tayangan modellar haqiqiy jarayondan sezilarli og‘ishlarga olib kelishi mumkin [15,16].

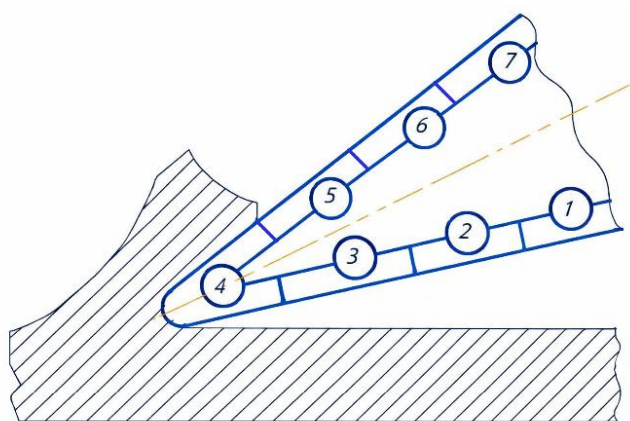
Karyer ekskavatorlari cho‘michi kesuvchi elementlarining yemirilish miqdorini hisoblash usullarini tahlil qilish natijasida ushbu jarayonga ta’sir etuvchi bir qator asosiy parametrlar aniqlanadi. Ularga kesuvchi elementdagi solishtirma yuklama, abraziv zarrachalarning sirtga botish chuqurligi, yemirilish yo‘li uzunligi, tog‘ jinslarining abrazivlik koeffisienti, yemirilishga chidamlilik koeffisienti, kontakt yuzasi o‘lchami, nominal siljish yuzasi va eyilgan material hajmi kiradi. Ushbu parametrlar cho‘mich tishlarining yemirilish jarayonini matematik jihatdan baholashda muhim ahamiyatga ega [5,17].

Metodologiya. Ishchi a’zolarining ish jarayonidagi dinamik darajasining ularning abraziv yemirilishiga ta’sirini baholash bir cho‘michli karyer ekskavatorlari cho‘michining tishlari misolida ko‘rib chiqildi. Chunki konchilik sanoatida hozirgi kunda qazish-yuklash ishlarida asosan bir cho‘michli karyer ekskavatorlari keng qo‘llaniladi. Ushbu mashinalarning tog‘ jinsi bilan bevosita aloqada bo‘ladigan qismlari, ayniqsa cho‘mich tishlari, abraziv muhitda intensiv ishqalanish va zarbli yuklamalar ta’sirida ishlaydi.

Ekskavator ishchi a’zolarining abraziv yemirilish xarakterini aniqlash shuni ko‘rsatadiki, mashinaning ishlashi paytida tog‘ jinsi bilan bevosita aloqada bo‘lgan qismlarida yemirilish tezligi bir xil emas. Manbada keltirilgan ma’lumotlarga ko‘ra, tog‘ jinslarini qazish-yuklash ishlarida ishlaydigan ekskavator cho‘mich tishlari kesuvchi qismlarining yemirilish darajasi 1,0 ga teng deb qabul qilinganda, ularning yon qirralari 4–5 marta yuqori yemirilish darajasiga ega bo‘ladi, tishlar bilan himoyalangan old yuzalarining so‘nggi qirralari esa 15–50 marta kamroq yemiriladi. Bu holat cho‘mich tishlarida yemirilishning notekis taqsimlanishini ko‘rsatadi [18].

Abrazivlanuvchi qismga zarb bilan urilgan vaqtda yuzaga keladigan dinamik yuklamalar ta’sirida abraziv yemirilish jarayonini baholashdagi asosiy qiyinchilik haqiqiy kontakt yuzasini aniqlashning murakkabligi bilan bog‘liq. Shu bilan birga, abraziv yemirilishning har bir barqaror holat jarayoni uchun haqiqiy solishtirma yuklamalar ma’lum chegaralarda doimiy bo‘lishi mumkin. Biroq solishtirma yuklamalarni raqamli aniqlash amaliy jihatdan murakkab bo‘lganligi sababli, ularning ta’siri cho‘mich tishi materialining ishlash jarayonidagi holati va yemirilish xususiyati orqali baholanadi [5].

Cho‘mich tishi yuzasi bo‘ylab yemirilish intensivligini tahlil qilish maqsadida tish uzunligi bo‘yicha 1–7 ta xarakterli uchastka ajratildi. 1–3 uchastkalar tishning pastki kontakt yuzasiga to‘g‘ri kelib, qazish jarayonida tog‘ jinsi bilan ishqalanish ta’sirida bo‘ladi. 4-uchastka kesuvchi qirra qismi bo‘lib, bu erda kontakt bosimi va abraziv ta’sir eng yuqori darajada shakllanadi. 5–7 uchastkalar tishning yuqori qismida joylashgan bo‘lib, tog‘ jinsi bilan ikkillamchi sirpanish kontakti yuzaga keladi.



1-rasm. Ekskavator cho'michi tishining tog' jinsi bilan o'zaro ta'sirida tajriba-sinov uchastkalari sxemasi.

Metodologik jihatdan tadqiqot cho'mich tishida abraziv yemirilishning tish profili bo'ylab qanday taqsimlanishini baholashga 1-rasmga ko'rsatilgan. Buning uchun tishning turli uchastkalaridagi yemirilish miqdori solishtirildi va kesuvchi qirraga yaqin zonalarida yemirilishning yuqori darajada shakllanishi asosiy baholash mezoni sifatida qaraldi. Ushbu yondashuv cho'mich tishlari qaysi zonalarida ko'proq yemirilishga uchrashini aniqlash va keyingi ekspluatasion choralarni belgilash imkonini beradi.

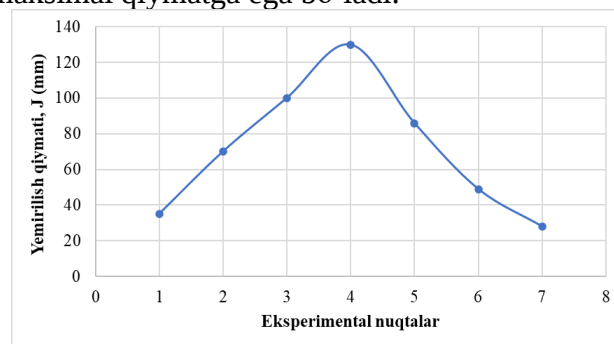
Muhokama va natijalar. Tadqiqot natijalari cho'mich tishi uzunligi bo'ylab abraziv yemirilish intensivligi bir xil taqsimlanmasligini ko'rsatadi. yemirilish jarayoni, asosan, tishning tog' jinsi bilan bevosita va eng yuqori kontakt bosimida ishlaydigan qismlarida kuchliroq namoyon bo'ladi. Bu holat karyer ekskavatori cho'mich tishlari ish jarayonida turli uchastkalarda turlicha yuklanishga duch kelishini tasdiqlaydi.

Cho'mich tishi uzunligi bo'ylab ajratilgan 1–7 ta uchastkalarda yemirilish miqdorining o'zgarishi tahlil qilinganda, tishning boshlang'ich qismida, ya'ni 1–2 uchastkalarda yemirilish miqdori nisbatan kichik ekanligi aniqlanadi. Manbada keltirilgan natijalarga ko'ra, ushbu uchastkalarda yemirilish miqdori taxminan 35–70 mm atrofida bo'ladi. Bu zonada tog' jinsi bilan kontakt yuklamalari nisbatan past bo'lib, abraziv ta'sir ham kamroq namoyon bo'ladi.

Tishning o'rta qismiga yaqinlashgan sari yemirilish intensivligi keskin ortib boradi. 3–4 uchastkalarda yemirilishning maksimal qiymati

kuzatilib, u taxminan 100–130 mm ga etadi. Bu holat mazkur zonada tog' jinsi bilan kontakt bosimi, ishqalanish kuchlari va abraziv ta'sirning eng yuqori bo'lishi bilan izohlanadi. Ayniqsa, 4-uchastka kesuvchi qirraga yaqin zona bo'lganligi sababli, unda abraziv zarrachalarning ta'siri va material sirtining intensiv yemirilishi kuchli namoyon bo'ladi.

Tishning keyingi qismida, ya'ni 5–7 uchastkalarda yemirilish miqdori qayta kamayish tendensiyasiga ega. Bu holat ushbu sohalarida kontakt yuklamalarining pasayishi va abraziv ta'sir intensivligining kamayishi bilan bog'liq. Demak, cho'mich tishida abraziv yemirilish asosan kesuvchi qirra va unga yaqin bo'lgan kontakt zonasida maksimal qiymatga ega bo'ladi.



2-rasm. Cho'mich tishining eksperimental nuqtalaridagi yemirilish miqdorlarining o'zgarishi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, karyer ekskavatorlari cho'mich tishlarida yemirilishning eng yuqori intensivligi kesuvchi qirra va unga yaqin kontakt zonasida kuzatiladi va 2-rasmga grafik ko'rinishda o'z ifodasini topganligini ko'rishimiz mumkin. Bu esa mazkur zonada konstruksiyani mustahkamlash, qotishmalardan foydalanish yoki qoplama materiallar qo'llash zarurligini ko'rsatadi. Bunday yondashuv cho'mich tishlarining xizmat muddatini uzaytirish va ishchi organlarning ekspluatasion ishonchliligini oshirishda muhim amaliy ahamiyatga ega.

Cho'mich tishlarining yemirilish miqdorini matematik jihatdan baholashda tish uzunligi bo'ylab yemirilishning avval ortib, keyin kamayishi hisobga olindi. Manbada keltirilgan natijalarga ko'ra, yemirilish taqsimoti parabolik qonuniyatga yaqin bo'lib, uni ikkinchi darajali model orqali ifodalash mumkin.

Yemirilish taqsimotining umumiy ko'rinishi

quyidagicha qabul qilinadi:

$$J(x) = \alpha + \beta x - \gamma x^2 \quad (1)$$

bu erda: $J(x)$ — tish uzunligi bo'ylab yemirilish miqdori, mm;

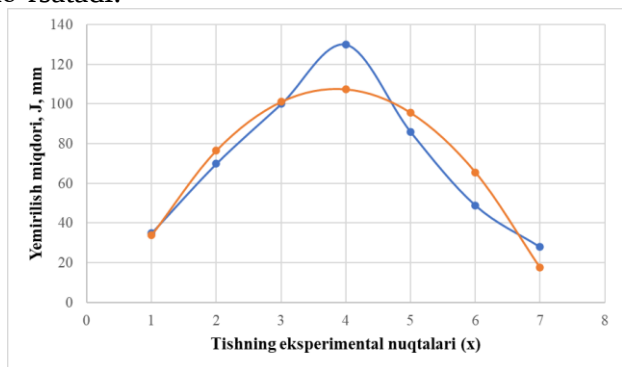
x — tish bo'ylab tajriba uchastkasining tartib raqami;

α, β, γ — regression koeffisientlar.

Eksperimental ma'lumotlar asosida yemirilish miqdori quyidagi ifoda orqali berilgan:

$$J(x) = -26.86 + 69.92x - 9.08x^2 \quad (2)$$

3-rasmda ushbu regressiya tenglama va cho'mich tishi profili bo'ylab yemirilish miqdorining 3–4 uchastkalarda maksimal qiymatga etib, keyingi uchastkalarda pasayishini ifodalaydi. Mazkur model uchun determinasiya koeffisienti $R^2=0.873$ bo'lib, dispersion tahlil natijasida $F_{hisob}=13.81 > F_{jadval}=6.94$ ekanligi aniqlangan. Bu holat yemirilish taqsimotini ifodalovchi model eksperimental ma'lumotlar bilan mos kelishini ko'rsatadi.



3-rasm. Regressiya tenglamasi va eksperimental tadqiqotlar natijalari asosida tishning turli nuqtalaridagi yemirilish miqdorlari.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, cho'mich tishlarining yemirilish jarayoni faqat umumiy ishqalanish ta'siri bilan emas, balki tish profili bo'ylab yuklamalarning notekis taqsimlanishi bilan ham bog'liq. Shu sababli tishning kesuvchi qirraga yaqin qismi ish jarayonida eng og'ir ekspluatasion sharoitda bo'ladi. Bu zonada abraziv zarrachalar ta'siri, kontakt bosimi va dinamik yuklamalar

birgalikda ta'sir qilib, materialning intensiv yemirilishiga olib keladi.

Xulosa. Karyer ekskavatori cho'mich tishlarining dinamik yuklanish sharoitida abraziv yemirilishi tahlil qilinganda, tish profili bo'ylab yemirilish miqdori bir xil taqsimlanmasligi aniqlandi. yemirilish jarayoni cho'mich tishining tog' jinsi bilan bevosita kontaktda bo'ladigan qismlarida, ayniqsa kesuvchi qirra va unga yaqin zonada yuqori darajada namoyon bo'ladi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, 1–2 uchastkalarda yemirilish miqdori nisbatan past bo'lib, taxminan 35–70 mm atrofida qayd etildi. 3–4 uchastkalarda esa yemirilish intensivligi keskin ortib, 100–130 mm gacha etishi aniqlandi. Bu holat mazkur zonalarida kontakt bosimi, ishqalanish kuchlari va abraziv ta'sirning yuqori darajada shakllanishi bilan izohlanadi. 5–7 uchastkalarda yemirilish miqdorining qayta kamayishi ushbu sohalarida kontakt yuklamalari nisbatan pasayishi bilan bog'liq.

Yemirilish taqsimotini matematik ifodalash uchun ikkinchi darajali model qo'llanildi. eksperimental ma'lumotlar asosida

$$J(x) = -26.86 + 69.92x - 9.08x^2 \quad (3)$$

ko'rinishidagi tenglama berildi. Ushbu model cho'mich tishi uzunligi bo'ylab yemirilish miqdorining avval ortib, keyin kamayishini ifodalaydi. Model uchun $R^2=0.873$ va $F_{hisob}=13.81 > F_{jadval}=6.94$ natijalari uning eksperimental ma'lumotlarga mosligini ko'rsatadi.

Olingan natijalar cho'mich tishlarining eng tez yemiriladigan uchastkalarini aniqlash, ularni lokal mustahkamlash, qoplama materiallardan foydalanish va texnik xizmat ko'rsatish interval-larini asoslash imkonini beradi. Shuningdek, yemirilish taqsimotini baholash karyer ekskavatorlari ishchi organlarining xizmat muddatini uzaytirish va ekspluatasion samaradorligini oshirishda amaliy ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Djabborov, M. N., & Aripov, L. T. (2013). Foydali qazilmalarni ochiq usulda qazib olish. Iqtisod-Moliya. 88 b.
- [2] Sagatov, N. H. (2015). Ochiq kon ishlari texnologiyasi va kompleks mexanizatsiyalash. Kamalak Press. 296 b.

- [3] Болобов, В. И., Баталов, А. П., Бочков, В. С., & Чупин, С. А. (2014). Износостойкость стали 110Г13Л в различных абразивных средах. Записки Горного института, 209, 17–22.
- [4] Chorshanbiev, S. M., Karimov, K. A., Adilova, S. R., Turakhodjaev, N. J., Erkinjonov, A., Mirmuhamedov, M. M., Sharipov, J. H., Obidove, Z. R., & Komolov, K. (2024). Development of wear-resistant parts of high-manganese modified 110G13L brand steel. Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии, 17(2), 175–185.
- [5] Турдиев, С. А., & Жураев, А. Ш. (2022). Исследование влияния абразивного изнашивания зуба ковша экскаватора на величину сопротивления копания грунта. Academic Research in Educational Sciences, 3(3), 105–110.
- [6] Sultanov, D., & Mamahonov, A. (2026). Tog' jinslari mustahkamligini o'lchash usullarining tahlili. Строительство и образование, 5(1), 15–23.
- [7] Umidjon, K. Y. T. N. H., et al. (2024). Tog' jinslari va ularning tarkibiy qismi, ularning sanoatda ishlatilishi. Zamonaviy ta'limda fan va innovatsion tadqiqotlar jurnali, 2(7), 64–73.
- [8] Ubaydullaev, M., Ruklinskaya, E., Kosimov, U., & Khalikulov, U. (2025). Technology of surface hardening of teeth of excavator buckets by composite carburizing method. Vibroengineering Procedia, 60, 353–358. <https://doi.org/10.21595/vp.2025.25501>
- [9] Полюшкин, Н. Г. (2013). Основы теории трения, износа и смазки: Учебное пособие. Красноярск. 192 с.
- [10] Михальченко, А. М., и др. (2017). К вопросу о форме частиц кварцевой фракции почвы и их влиянии на изнашивание деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий. Труды ГОСНИТИ, 129, 142–147.
- [11] Колпаков, В. И., & Илюхина, А. А. (2019). Особенности математического моделирования разрушения конструкций из разных материалов под действием высокоскоростной гидроабразивной струи. Инженерный журнал: наука и инновации, (9/93), 1.
- [12] Тихомиров, В. П., & Измеров, М. А. (2015). Контактная механика фрактальных поверхностей. Транспортное машиностроение, (1/45), 60–66.
- [13] Попов, С. Н., & Андриенко, С. В. (2013). Исследование характера изнашивания и анализ механизма абразивного разрушения рабочих органов баровых машин. Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні, (1), 50–56.
- [14] Гречнева, М. В., Толкачев, С. А., & Владимирцев, И. К. (2011). Повышение износостойкости деталей горных машин. iPolytech Journal, (12/59), 26–29.
- [15] Пасько, Н. И., Анцев, А. В., Анцева, Н. В., & Сальников, С. В. (2015). Веерная модель износа режущего инструмента и оптимизация режима профилактики. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, (12-1), 119–130.
- [16] Исследование параметров износа состояния режущего инструмента. (2022). Uzbek Scholar Journal, 9, 47–49. Maqola sahifasi
- [17] Haydarov, Sh. B., & Usmonov, M. Z. (2023). Ekskavator ishchi a'zolarining ish samaradorligini oshirishda ta'sir etuvchi omillarni tahlil qilish. Sanoatda raqamli texnologiyalar / Цифровые технологии в промышленности, 1(2), 70–78. DOI: 10.5281/zenodo.10392643
- [18] Turdiyev, S. A., et al. (2022). Experimental and test study of the effectiveness of the improved design of the excavator bucket jaw plate. Central Asian Research Journal for Interdisciplinary Studies (CARJIS), 2(3), 214–223.

Maqolaga iqtibos keltirish | Как цитировать статью | How to cite this article

Abdurakhmonov, O. U., Djuraev, R. U., Jurayev, A. S., & Turdiyev, S. A. (2026). Karyer ekskavatori cho'mich tishlarining dinamik yuklanish sharoitida abraziv yemirilishini baholash. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 4(3). <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.21>
