YO‘L FREZASI KESKICHLARINING FIZIK-MEXANIK XUSUSIYATLARINI YAXSHILASH USULLARI

Usmonov Jasurbek
Andijon davlat texnik instituti “Qurilish muhandisligi” kafedrasi mudiri, t.f.f.d., (PhD),dotsent
Tel.:+998903880085
To‘ychiyev Xusanboy
Andijon davlat texnik instituti “Qurilish muhandisligi” kafedrasi tayanch doktoranti
E-mail: husanboytoychiyev55@gmail.com
Tel:+998889924220

Annotatsiya. Ushbu maqola yo‘l frezasi keskichlarining fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilash usullarini o‘rganishga bag‘ishlangan. Tadqiqotda keskichlarning kinematikasi, kesish jarayonidagi kuchlar va momentlar laboratoriya sharoitida 1M552 tokar-karuselli stanok asosida tahlil qilindi. Qattiq qotishmali halqalar va yarimkristallik olmos ushlagichlardan foydalanish keskichlarning yeyilishga chidamliligini 20–30% oshirishi aniqlandi. Sirpanish tayanchining holati keskichlarning aylanishi va yeyilish jarayoniga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Taklif etilgan texnologik yechimlar yo‘l qurilishi samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: Yo‘l frezasi, keskichlar, fizik-mexanik xususiyatlar, yeyilishga chidamlilik, qattiq qotishma, yarimkristallik olmos, kesish kuchi, ishqalanish momenti, sirpanish tayanchi, asfaltobeton qoplama.

Abstract. This article is dedicated to studying methods for improving the physical-mechanical properties of road milling cutters. The kinematics of the cutters, cutting forces, and torques were analyzed in a laboratory setting using a 1M552 lathe-carousel machine. The use of hard alloy rings and polycrystalline diamond holders was found to increase the wear resistance of cutters by 20–30%. The condition of the sliding support significantly affects the rotation and wear processes of the cutters. The proposed technological solutions are of great importance for enhancing the efficiency of road construction..

Keywords: Road milling, cutters, physical-mechanical properties, wear resistance, hard alloy, polycrystalline diamond, cutting force, friction torque, sliding support, asphalt concrete pavement.

Аннотация. Данная статья посвящена изучению методов улучшения физико-механических свойств дорожных фрезерных резцов. Кинематика резцов, силы резания и крутящие моменты были проанализированы в лабораторных условиях с помощью токарно-карусельного станка 1M552. Было обнаружено, что использование колец из твердого сплава и держателей из

ISSN 3030-3907

поликристаллического алмаза повышает износостойкость резцов на 20-30%. Состояние скользящей опоры существенно влияет на процессы вращения и износа резцов. Предложенные технологические решения имеют большое значение для повышения эффективности дорожного строительства.

Ключевые слова: Дорожное фрезерование, резцы, физико-механические свойства, износостойкость, твердый сплав, поликристаллический алмаз, сила резания, момент трения, скользящая опора, асфальтобетонное покрытие.

Kirish

Yo‘l frezalari qurilish va yo‘l ta’mirlash sohasida asfaltobeton qoplamalarni qayta ishlashda muhim ahamiyatga ega. Yo‘l frezasi keskichlari tangensial keskichlarning bir turi bo‘lib, ularning asosiy xususiyati ishchi sirtlarning tog‘ jinslari bilan kontaktda bo‘lganda kesuvchi tekislikka nisbatan dumalab ketmasligi va faqat sirpanish harakati bilan ishlashidir. Bu keskichlarning aylanish xususiyati ularning butun uzunligi bo‘yicha bir xilda yeyilishini ta’minlaydi, bu esa ularning xizmat muddatini uzaytiradi. Ammo, keskichlarning yeyilishga chidamliligi va ishlash samaradorligi ko‘pincha ish sharoitlariga, xususan, sirpanish tayanchining holati va material xususiyatlariga bog‘liq. Ushbu tadqiqotning maqsadi yo‘l frezasi keskichlarining fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilash usullarini o‘rganish, kesish jarayonidagi kuchlar va momentlarning ta’sirini tahlil qilish hamda yeyilishga chidamlilikni oshirish bo‘yicha yangi texnologik yechimlarni taklif qilishdir[1].

Tadqiqot metodikasi

Tadqiqot 1M552 tokar-karuselli stanok asosida tashkil etilgan laboratoriya stendida o‘tkazildi. Sinovlar uchun o‘lchamlari 1 × 2 × 0,7 m bo‘lgan to‘g‘riburchak shaklidagi qumtosh bloki ishlatildi. Keskichlarning kinematikasi planshayba diametri 2000 mm bo‘lgan uskunada o‘rganildi. Kesish jarayonida keskichlarga ta’sir etuvchi kuchlarni o‘lchash uchun uch komponentli dinamometrlar qo‘llanildi, bu esa kesish kuchlarini (R_z, R_y, R_x) aniq qayd etish imkonini berdi. Olingan ma’lumotlar maxsus kompyuter dasturi yordamida tahlil qilindi[2].

Keskich uch komponentli dinamometrlarga (kesish kuchini o‘lchash diapazonini kengaytirish keskichlari) o‘rnatilib, kesish kuchi qayd etib borildi va olingan ma‘lumotlar kompyuter dasturi yordamida ishlab chiqildi. Kesish ishlari uzluksiz uzatish bilan qadami t = 2-11,2 mm yarim bloklangan qayta kesish sxemasiga binoan bajarildi. Kesish chuqurligi keskichning tog‘ jinsi bilan kontakt zonalari holatlarini turli xil variantlari hosil bo‘lishi uchun, har xil kombinatsiyalarda h = 2-10 mm deb qabul qilindi.

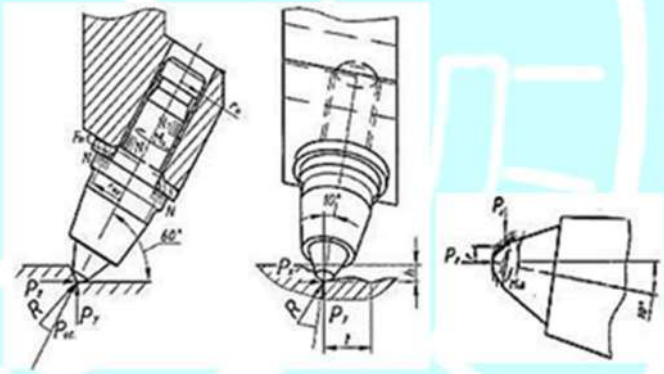
Yo‘l frezasini o‘rnatish va tog‘ jinsi bilan o‘zaro ta‘sir kuchlari sxemasi 1-rasmda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

Keskichga ta‘sir etuvchi kuchni kesish R_z, uzatish R_y va yonlama R_x kuchlar yig‘indisi ko‘rinishida ifodalash mumkin. Ushbu kuchlarning teng ta‘sir etuvchisi R o‘qi tashkil etuvchi kuch R_{os} ni shakllantiradi, va YF ishlash sharoitlarida ishqalanish kuchlanishlari momenti F_t ni keltiruvchi tarqoq kuch N ni hosil qiladi:

$$F_t = N\,k\,r_{tr} \quad (1)$$

bunda k – po‘latni po‘latga ishqalanish koeffisiyenti, taxminan k = 0,15 – 0,20; r_{mr} – N kuchning o‘rta hisobda olingan yelkasini radiusi.



1-rasm. Yo‘l frezasi keskichini o‘rnatish sxemasi

Teng ta‘sir etuvchining keskich o‘qiga to‘g‘ri kelmagan holatlarda sirpanish tayanchida N_1 kuchni tarqalib ketish reaksiyasi vujudga keladi va u tayanchda tormozlash momenti M_g keltirib chiqaradi:

$$M_{g=} N_1\,k\,r_o \quad (2)$$

bunda r_o – sirpanish tayanchi silindrining radiusi, $r_o \approx 8 – 10$ mm.

Kesish kuchining yon tashkil etuvchisi R_x keskich holatini bo‘ylama o‘qqa nisbatan o‘zgartirishga harakat qiluvchi aylantiruvchi moment M_{ayl} ni hosil qiladi:

$$M_{ayl} = R_x\,r, \quad (3)$$

bunda r – keskichning qo‘shimcha qism shakliga va kesish rejimiga bog‘liq bo‘lgan buralish kuchining yelkasi, r = 3–6mm (freza modeli bo‘yicha standart ma‘lumotlar).

Shunday qilib, aylantiruvchi moment M_{ayl} ga ishqalanish kuchi momenti F_t va tormozlash momenti M_g aks ta‘sir ko‘rsatadi:

$$M_{ayl} \le F_t + M_t, \quad (4)$$

yoki

$$R_x\,r \le N\,k\,r_{tr} + N_1\,k\,r_o. \quad (5)$$

Keyingi munosabatni tahlil qilib, yon kuch R_x ning radiusi r hamma vaqt texnologik va konstruktiv nuqtai nazardan tanlangan R_{tr} va r_o radiuslardan bir necha barobar kichik bo‘lishini ko‘ramiz. Shu bilan birga, kuch R_{os} keskichning yelka orqasiga tushadigan ishqalanish kuchlarini keltirib chiqaradi, barqaror kesish jarayonida har doim R_x kuchlardan katta bo‘ladi, sirpanish tayanchidagi N_1 kuchini shakllanishida esa kesish kuchi R_z ham, yon kuch R_x ham ishtirok etadi. Natijada, ishqalanish momentlari yig‘indisi aylantruvchi momentdan ancha katta bo‘ladi.

Kesish kuchlarini eksperimentlari jarayonida bajarilgan o‘lchashlar

ISSN 3030-3907

natijasida amalga oshirilgan sodda matematik amallar ko‘rsatadiki, ishqalanish momenti F_t tormozlash momenti bilan birgalikda aylantiruvchi momentdan bir necha barobar katta bo‘ladi.

Eksperimentlar davomida keskichning bo‘ylama o‘qiga nisbatan holatini kuzatish natijasida tog‘ jinsini kesishda keskich aylanib ketmasligi tasdiqlandi. Ammo eksperimentlar jarayonida aniqlandiki, kesish vaqtida keskichni aylanib ketmasligi uni umuman buralmasligini bildirmaydi, chunki keskich salt harakatlanishi ham mumkin. Haqiqatdan ham, uncha katta bo‘lmagan salt buralishlar muntazam kuzatib borildi va stanok planshaybasining 50-70 marta aylanishidan so‘ng keskich bir bor o‘z o‘qi atrofida to‘liq aylanib olishi aniqlandi, bu taxometrda qayd etilgan. Keskich tog‘ jinsi bilan kontaktga kirishish va kontaktdan chiqish vaqtlarida burovchi momentni vujudga keltiruvchi kuch R_x bo‘ladigan, tayanchda esa ishqalanish momentini hosil qiluvchi kuch R_u umuman bo‘lmaydigan yoki kichik bo‘lgan moment mavjud bo‘ladi. Aynan shu momentda kesuvchi qism tayanchda 90^0 burchakka buralib qoladi. Bundan tashqari, chuqurlik h ga qarab, keskich uchun kesish jarayoni tog‘ jinsi bilan qattiq qotishmadan ishlangan qo‘shimchasi emas, balki unga yondosh bo‘lgan derjavkaning qismi kontaktda bo‘lgan holatda tugashi mumkin. Bu holda, qaror topgan kesish rejimida keskichga ta‘sir etuvchi yon kuchning yelkasi ancha katta, o‘qlar kuchi $R_{o'q}$ esa ancha kichik bo‘ladi, natijada aylantiruvchi moment ishqalanish va tormozlash momentlari yig‘indisidan oshadi[3].

Yo‘l frezalarni ishlab chiquvchi yetakchi firmalar ma‘lum vaqt davomida keskichlarning barqarorlik resursini uning konstruksiyasini takomillashtirishgan hamda vstavka (qo‘shimcha qism) larining yeyilishga chidamliligini oshirishgan edi. Asfaltobetonni frezalashda bevosita derjavkaning qattiq qotishmali vstavka orqasida joylashadigan bir bo‘lagi (2-rasm) ko‘proq yeyilib boradi, bu esa darjavkani yoki qo‘shimcha qismni sinishiga olib kelishi mumkin, chunki bunda kavsharlangan joyi maydoni kamayib boradi. Shuning uchun derjavkaning yeyilishga chidamliligini oshirish masalasi o‘ta muhim hisoblanadi.



2-rasm. Juda ko‘p yeyilib ketgan keskichlar ko‘rinishi

Buni hisobga olgan holda, keskich ushlagichining aylanma qarshiligini

ISSN 3030-3907

oshirish muammosi juda dolzarbdir.

Yo‘l frezasi keskichni ushlagichga qattiq qotishma bilan qoplash, qo‘shimchaning ostiga qattiq qotishma halqalarni o‘rnatish, ushlagichni yeyilishga bardoshli materialdan tayyorlangan alohida pinlar bilan mustahkamligini oshirish orqali mustahkamlash taklif etiladi.

Bundan tashqari, har xil kesimlarida differensiallangan qatlamli yig‘ma strukturali keskich taklif etiladi; qatlamlardan biri qattiqligi HRCe 55 ... 57 bo‘lgan eritib qoplanuvchi qotishmadan iborat. Biroq taklif qilingan barcha texnik yechimlarning samaradorligi va maqsadga muvofiqligi ishlab chiqarish muhitida isbotlashni talab qiladi. Masalani hal qilishning boshqacha yo‘li – derjavkaga termik ishlov berilib yasaladigan po‘latning eng maqbul markalarini qo‘llashda hamda fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilashdadir. Firma "Betek" tarkibida uglerod 0,52-0,58% tashkil etuvchi yuqori sifatga ega marganesli tuzni qo‘llagan holda keskich kesish qismini HRCe 56 ... 58 qattiqlikka qadar chiniqtirib, aynan shu yo‘nalishni tanlagan[1,2,3,4,5].

Shu bilan birga, xavfli bo‘limda - keskich kesish qismini dastani ichiga o‘tish joyida - strukturaga mos keladigan va po‘latning yuqori pishiqligi va mustahkamligini ta‘minlaydigan kamroq qattiqlik hosil bo‘ladi. Ushbu po‘latdan keyin qo‘llanilishi uning issiqlik bilan ishlov berish ushlagichning yeyilishga qarshiligini sezilarli darajada oshirishga yordam berdi va keskichni ishlab chiqish solishtirma sarf-xarajatlarini 20-30% kamaytirishga imkon beradi [2].

Tadqiqot natijasi

Eksperimentlar natijasida quyidagi asosiy topilmalar qayd etildi:

1. Kesish kuchlari va momentlar: Kesish jarayonida keskichlarga ta’sir etuvchi yon kuch (Rx), kesish kuchi (Rz) va uzatish kuchi (Ry) o‘lchandi. Yon kuch (Rx) keskichning bo‘ylama o‘qiga nisbatan aylantiruvchi moment (Mayl) hosil qiladi, lekin ishqalanish momenti (Ft) va tormozlash momenti (Mg) yig‘indisi bu momentdan bir necha barobar katta bo‘lib, keskichning to‘liq aylanishini oldini oladi. Taxometr yordamida aniqlandiki, keskichlar planshaybaning 50–70 aylanishidan so‘ng o‘z o‘qi atrofida bir marta to‘liq aylanadi.

2. Keskichning aylanish harakati: Keskichlarning tog‘ jinsi bilan kontaktga kirish va chiqish vaqtlarida kichik buralish harakatlari kuzatildi. Bu harakatlar keskichning umuman aylanmasligini bildirmaydi, lekin barqaror kesish jarayonida aylanish minimal darajada bo‘ladi.

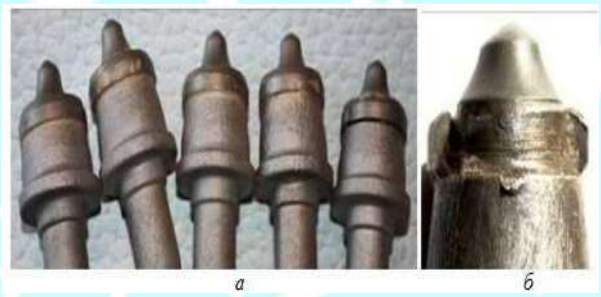
3. Yeyilish xususiyatlari: Sirpanish tayanchi ifloslanganda keskichlarning aylanishi to‘xtab, chiziqli kontakt sirt kontaktiga o‘tadi, bu esa keskichning tez yeyilishiga olib keladi. Qattiq qotishmali vstavka ishdan chiqishi va qo‘shni keskichlarning ish sharoitlarini yomonlashishi kuzatildi. Eksperimental keskichlarda qattiq qotishmali halqalar va yarimkristallik olmos ushlagichlar

ISSN 3030-3907

qo‘llanilishi yeyilishni sezilarli darajada kamaytirdi. Masalan, 7 mm balandlikdagi karbid qo‘shimchasi eskirganda, qattiq qotishmali halqa kesish jarayoniga kirib, yeyilishni ushlab turdi.

Eksperimental keskichlar: Bob-CAT yo‘l frezalarida sinovdan o‘tkazilgan eksperimental keskichlar (qattiq qotishmali shtirlar va PQYAO ushlagichlar) yeyilishga chidamlilikni 20–30% oshirdi. Yarimkristallik olmos ushlagichli keskichlar 15 mm balandlikdagi karbid qo‘shimchasi 6,5 mm yeyilgan bo‘lsa ham, olmos qismi deyarli yeyilmadi.

Keskich ushlagichining yeyilishga qarshiligini oshirishning samarali usuli uni qo‘shimcha ravishda to‘g‘ridan-to‘g‘ri qo‘shimchaning orqasida o‘rnatilgan halqa shaklida metallokeramik qattiq qotishma bilan jihozlashdir. Bunday eksperimental keskichlarning partiyasi ishlab chiqarish sharoitida Bob-CAT yo‘l frezalarida sinovdan o‘tkazildi. Karbid halqalari bilan jihozlangan yangi va yostiqli keskichlarning ko‘rinishi 3-rasmda ko‘rsatilgan.



3-rasm. Qattiq qotishmali halqalar bilan ta’minlangan keskichlar ko‘rinishi: a - yangilari; b – yeyilgani

Karbid qo‘shimchasining balandligi 7 mm bo‘lgan eng eskirgan eksperimental keskichning tahlili (3 b-rasm) ko‘rsatadiki, qo‘shimchaning ma‘lum bir balandlikda eskirgandan so‘ng, karbid halqasi ham kesish jarayoniga kirgan o‘lchamdagi o‘zgarish va qattiq qotishmali halqa ham ishtirok eta boshlaydi, buni uning o‘lchamlarini hamda faskaning og‘ish burchagini o‘zgarib borishini tasdiqlaydi. Afsuski, ayrim keskichlarda halqalar singan edi, bizning fikrimizcha, bunga payvandlashdan keyin vujudga keladigan eng so‘ngi juda katta texnologik zo‘riqishlar sabab bo‘lgan. Alohida-alohida sektorlar ko‘rinishidagi halqani qo‘llanishi masalan, qattiq qotishmali sirpanish tayanchlaridagi kabi, bu masalani hal etishga imkon berar edi. Derjavkani halqa tashqarisida yeyilish miqdori uncha katta emas, va qattiq qotishmali halqalardan foydalangan hollarda derjavkaning yeyilishga chidamliligini oshirish muammolari qat‘iyan hal qilingan deb hisoblasa bo‘ladi.

Yuqoridagilarni hisobga olgan holda, ikki turdagi eksperimental keskichlar ishlab chiqildi va ishlab chiqarishda, ularda yeyilishga bardoshli material ajralmas halqa shaklida emas, balki alohida kichik elementlar ko‘rinishida qo‘llanilgan: diametri 6 mm qattiq qotishmali shtirlar yoki po‘lat ushlagichlar ichida radius

ISSN 3030-3907

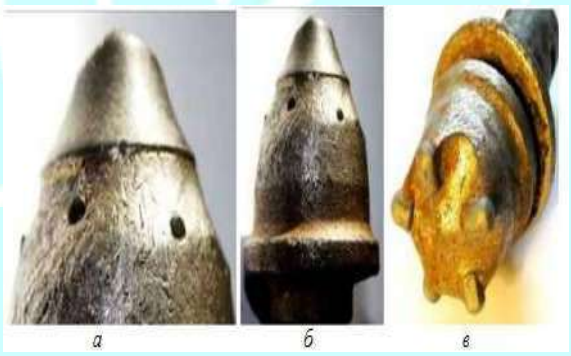
bo‘ylab joylashgan tirqishlarga payvandlab qo‘yilgan yarimkristallik olmoslar (PQYAO) dan iborat ushlagichlar ko‘rinishida qo‘llangan (4-rasm).



4-rasm. Eksperimental keskichlar ko‘rinishi: a - yarimkristallik olmos ushlagichli; b – qattiq qotishmali shtirli

Eksperimental keskichlar ishlab chiqish sharoitida Bob-CAT yo‘l frezasida asfaltobeton qoplamasining har xil uchastkalarini frezalashda sinaldi [2]. Yeyilgan keskichlarning ma‘lum tipga xos namunalari 5-rasmda tasvirlangan.

Yarimkristalli olmos keskichning eskirish namunasi shuni ko‘rsatadiki, ushbu keskich materialidan tayyorlangan yeyilishga bardoshli qo‘shimchalar bilan mustahkamlangan uning yeyilishini sezilarli darajada ushlab turadi. 5, a-rasmda ko‘rinadiki, balandligi 15 mm li markaziy qattiq qotishmali keskich sinov davomida 6.5 mm ga yeyilgan bo‘lsa ham, olmos keskichlarning o‘zi deyarli yeyilmaydi.



5-rasm. Eksperimental keskichlar yeyilishining xarakteri: a, b - polikristallik olmos ushlagichli; v – qattiq qotishmali shtirli

5-rasm b shaklda ko‘rinib turibdiki, keskich uchining eskirish zonasi uchta belbog‘dan iborat: karbid qo‘shimchasi, PQYAO qo‘shimchalari bo‘lgan ushlagich belbog‘dan va mustahkamlanmagan belbog‘, ular bir-biriga silliq qo‘shiladi. Har bir belbog‘ning yeyilishi keskichning uchidan yuqoriga qarab kamayib boradi, bu esa keskichga o‘z ishini yaxshiroq bajarishga imkon beradi. Umuman, bu keskichning yeyilish shakli uyg‘un bo‘lishi sababli, ishlab chiqaruvchi keskichga belgilagan resursidan unumliroq foydalanishga imkon beradi.

Xulosa

Yo‘l frezasi keskichlarining fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilashda qattiq qotishmali halqalar, shtirlar va yarimkristallik olmos ushlagichlardan

ISSN 3030-3907

foydalanish samarali ekanligi isbotlandi. Ushbu yechimlar keskichning yeyilishga chidamliligini 20–30% oshirib, xizmat muddatini uzaytirdi. Biroq, texnologik zo‘riqishlar va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish bo‘yicha qo‘shimcha tadqiqotlar talab etiladi. Tadqiqot natijalari yo‘l qurilishida ishlatiladigan frezalar samaradorligini oshirish va iqtisodiy samara berishda muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Askarkhodzhaev T.I., Pirnaev Sh.A., Mirnigmatov B.T., Abdukarimova Sh.M. (2020). Research of The Processes of Wearing the Working Bodies of Road Mills. *International Journal of Psychological Rehabilitation*, Vol. 24, Issue 07, pp. 8052–8062.

2. Ищенко К.С., Калашникова Т.Н., Селенов Д.А. (2001). Технология устройства и ремонта асфальтобетонных покрытий. М., Аир-Арт.

3. Корбут Е.В., Лабунец В.Ф. (2011). Особенности изнашивания инструмента при обработке титановых сплавов. *Проблеми тертя та зношування*, № 55, pp. 83–93.

4. Wu B.H. et al. (2017). Plasma characteristics and properties of Cu films prepared by high power pulsed magnetron sputtering. *Vacuum*, Vol. 135, pp. 93–100.

5. Соловьёв А.А., Сочугов Н.С., Оскомов К.В. и др. (2009). Исследование характеристик плазмы в несбалансированной магнетронной распылительной системе. *Физика плазмы*, Т. 35, № 5, pp. 443–452.

ISSN 3030-3907