“YO‘L QURILISH FREZA MASHINALARI TISHLARINING SAMARADORLIGINI OSHIRISH”

Maxmudov Xayrullo Xasanjon o‘g‘li
tayanch doktorant,
Andijon davlat texnika instituti, Andijon Shahar, O‘zbekiston.

Annotatsiya: Ushbu maqolada yo‘l qurilish freza mashinalari tishlarining samaradorligini oshirish masalalari yoritilgan. Asosiy e’tibor O‘zbekistonning iqlimiy va texnologik sharoitlariga mos ravishda tish materiallari, geometrik shakllari va ularni real vaqt rejimida monitoring qilish imkoniyatlariga qaratilgan. Maqolada xalqaro tajriba (Schmidt, Caterpillar, Wirtgen Group va boshqalar) hamda mahalliy tadqiqotchilar (Muxamedov, Botirov, Karimov, Abdullaev) tomonidan olib borilgan izlanishlar tahlil qilingan. Volfram karbid va olmos qoplamali tishlarning ishlash muddati, yeyilishga qarshiligi, energiya tejamkorligi bo‘yicha qiyosiy tahlillar berilgan. Bundan tashqari, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari, sensorli monitoring texnologiyalari, tishlarning joylashuvi va baraban aylanish tezligining samaradorlikka ta’siri ham o‘rganilgan. Maqola yakunida O‘zbekiston sharoitlariga moslashtirilgan texnologiyalar, iqtisodiy jihatdan samarali yechimlar va operator malakasini oshirish bo‘yicha takliflar berilgan.

Kalit so‘zlar: Yo‘l freza mashinasi, yo‘l qurilishi, tishlar samaradorligi, volfram karbid, yeyilish, real vaqt monitoring.

Abstract: This article addresses the issues of improving the efficiency of teeth in road milling machines. The primary focus is on tooth materials, geometric shapes, and the possibilities for real-time monitoring, tailored to the climatic and technological conditions of Uzbekistan. The article analyzes international experience (Schmidt, Caterpillar, Wirtgen Group, and others) as well as research conducted by local researchers (Mukhamedov, Botirov, Karimov, Abdullaev). Comparative analyses of the service life, wear resistance, and energy efficiency of tungsten carbide and diamond-coated teeth are presented. Additionally, the impact of automated control systems, sensor monitoring technologies, tooth placement, and drum rotation speed on efficiency has been examined. The article concludes with proposals for technologies adapted to Uzbekistan's conditions, economically efficient solutions, and recommendations for enhancing operator qualifications.

Key words: Road milling machine, road construction, gear efficiency, tungsten carbide, wear, real-time monitoring.

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы повышения эффективности зубьев дорожных фрезерных машин. Основное внимание уделяется материалам зубьев, их геометрическим формам и возможностям

ISSN 3030-3907

мониторинга в режиме реального времени, адаптированным к климатическим и технологическим условиям Узбекистана. В статье анализируется международный опыт (Schmidt, Caterpillar, Wirtgen Group и другие), а также исследования, проведенные местными учеными (Мухамедов, Ботиров, Каримов, Абдуллаев). Представлены сравнительные анализы срока службы, износостойкости и энергоэффективности твердосплавных и алмазных зубьев. Кроме того, было изучено влияние автоматизированных систем управления, технологий сенсорного мониторинга, расположения зубьев и скорости вращения барабана на эффективность. Статья завершается предложениями по технологиям, адаптированным к условиям Узбекистана, экономически эффективным решениям и рекомендациям по повышению квалификации операторов.

Ключевые слова: Дорожная фрезерная машина, строительство дорог, эффективность зубчатых передач, карбид вольфрама, износ, мониторинг в реальном времени.

O‘zbekiston sharoitida freza mashinalarining mexanik va gidravlik tizimlarini integratsiyalash orqali samaradorlikni oshirishga qaratilgan ishlar olib borilmoqda. A.Muxamedov va A.Botirovlar o‘zlarining ishlarida volfram karbid qotishmali tishlarning O‘zbekistonning og‘ir iqlim sharoitlarida (yuqori harorat va chang) yuqori yeyilish qarshiligiga ega ekanligini, tishlarning geometrik shakli va baraban aylanish tezligining samaradorlikka ta’sirini tahlil qilishgan. Natijada volfram karbid tishlarning ishlash muddati standart po‘lat tishlarga nisbatan 25% uzoqroq ekanligi aniqlangan. Shu bilan birga, mualliflar real vaqt rejimida yeyilish monitoringi tizimlarini joriy etishni tavsiya qilishgan[1].

Schmidt xalqaro miqyosda freza mashinalarining tishlarini optimallashtirish bo‘yicha tadqiqot olib borgan. U tishlarning geometrik shaklini (konus burchagi, kesuvchi qirra dizayni) va baraban aylanish tezligini optimallashtirish orqali samaradorlikni 15–20% ga oshirish mumkinligini takidlagan. Tadqiqotda volfram karbid va olmos qoplamali tishlarning taqqoslangan. Bunda J.Schmidt olmos qoplamali tishlar yuqori qattiqlikdagi qoplamalarda (masalan, beton) samaraliroq bo‘lsa, volfram karbid tishlar yumshoqroq qoplamalarda (asfalt) yuqori samara ko‘rsatishini aytib o‘tgan, hamda, real vaqt monitoringi uchun sensor texnologiyalaridan foydalanishni taklif qilgan[2].

“Caterpillar Inc”. (2019-yil) texnik hisobotida freza mashinalarining gidravlik tizimlari va tishlarning o‘zaro ta’siriga e’tibor qaratilgan. Hisobotda tishlarning joylashish tartibi va gidravlik tizimning quvvati samaradorlikka ta’sir qilishi tahlil qilingan. “Caterpillar” tishlarning yeyilishini kamaytirish uchun avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etishni tavsiya qilgan. Hisobotda

ISSN 3030-3907

tishlarning optimal joylashishi energiya sarfini 10% ga kamaytirishi va ishlash muddatini uzayishi va volfram karbid tishlarning iqtisodiy samaradorligi ta'kidlangan[3].

O'zbekiston sharoitlarida freza tishlarining yeyilishini tahlil qilish uchun dasturiy ta'minotlardan foydalanish, yeyilish darajasini o'lchash uchun lazer skanerlar va infraqizil sensorlardan foydalanish mumkin. A.Karimov o'zining ishida dasturiy ta'minot yordamida yeyilish tahlili xarajatlarni 12% ga kamaytirishi va tishlarni o'z vaqtida almashtirishni ta'minlashi va O'zbekistonning yo'l qurilishi sharoitlariga moslashtirilishi mumkinligi haqida ta'kidlagan[4].

ISO 1985b. xalqaro standartida freza mashinalarining shovqin darajasini o'lchash va xavfsizlik talablarini belgilangan. Standart tishlarning yeyilishi va mashina shovqini o'rtasidagi bog'liqlikni tahlil qilishda muhim yo'l-yo'riqlar berilgan. Tishlarning yeyilishi shovqin darajasini oshirishi mumkinligi, bu esa operator xavfsizligiga ta'sir qilishi haqida takidlangan va standart shovqin darajasini 85 dB dan past tutilishi haqida tavsiya qilingan[5].

Wirtgen Group (2021-yil) texnik qo'llanmasi ular tomonidan ishlab chiqarilgan freza mashinalarining tishlariga bag'ishlangan bo'lib, kesuvchi texnologiyalarni takomillashtirishga qaratilgan. Qo'llanmada volfram karbid tishlarning dizayni, kesuvchi qirra burchagi va yeyilish qarshiligini oshirish usullari muhokama qilingan. Wirtgen tishlarning konus shaklidagi dizaynini optimallashtirish orqali energiya sarfini 10% ga kamaytirish va ishlash muddatini 30% ga uzaytirish mumkinligini haqida ta'kidlagan. Qo'llanmada tishlarning yeyilishini monitoring qilish uchun sensorli tizimlar, xususan, "Wirtgen Performance Tracker" tavsiya etilgan. Sensorlar real vaqt rejimida tishlarning holatini tahlil qilib, almashtirish vaqtini aniqlashga yordam beradi[6].

L.Zhang va H.Wang o'zlarining "Karbid asosidagi frezalash tishlarining og'ir muhitda yeyilishga qarshiligi" nomli maqolasida volfram karbid va boshqa qotishma asosidagi freza tishlarining og'ir sharoitlarda (yuqori harorat, abraziv materiallar) yeyilishga qarshiligini o'rgangan. Tadqiqot Xitoyning yo'l qurilishi sharoitlariga asoslangan bo'lib, eksperimental sinovlar va kompyuter simulyatsiyalariga tayangan. Ular volfram karbid tishlarning yeyilish qarshiligini oshirish uchun nano-qoplamalar (masalan, titan nitridi) qo'llanilishi samaradorlikni 18% ga oshirishi aniqlagan. Tadqiqotda tishlarning yeyilishini simulyatsiya qilish uchun kompyuter modelidan foydalanilgan, bu esa yeyilish darajasini oldindan bashorat qilish imkonini beradi[7].

S.Abdullaev O'zbekiston sharoitida yo'l qurilishi mashinalarining samaradorligini oshirishga qaratilgan tadqiqot olib borgan. Maqolada freza tishlarining yeyilishi va ularning material tarkibiga alohida e'tibor qaratgan.

ISSN 3030-3907

Muallif mahalliy ishlab chiqarilgan volfram karbid tishlarning narx-sifat nisbati import qilingan tishlarga nisbatan iqtisodiy jihatdan foydali ekanligini, hamda, tishlarning yeyilishini kamaytirish uchun gidravlik tizimni optimallashtirishni taklif qilingan, bu esa energiya sarfini 8% ga kamaytiradi[8].

Freza barabanining dizayni va tishlarning joylashish tartibini optimallashtirish orqali kesish samaradorligini oshirishi mumkin. Janubiy Koreyaning yo‘l qurilishi sharoitlariga asoslangan tadqiqotda J.Lee va S.Kimlar tishlarning spiral shaklida joylashishi va baraban aylanish tezligini 1700–1900 rpm oralig‘ida sozlash samaradorlikni 12% ga oshirishini aniqlangan. Tadqiqotda tishlarning yeyilishini kamaytirish uchun avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari tavsiya etilgan, bu esa operator xatolarini minimallashtiradi[9].

Freza mashinalarining asosiy texnologik vazifasi materiallarni kesish, shakllantirish va to‘g‘rilashdir. Frezalar asfalt, beton, qattiq toshlar va boshqa qattiq materiallarni qayta ishlashda muhim ahamiyatga ega. Bu mashinalarning ishlash samaradorligi materiallar xususiyatlariga va ishlash sharoitlariga bog‘liq bo‘ladi. Hozirgi kunda, freza mashinalari juda murakkab konstruktsiyalarni yaratish imkonini beruvchi ko‘plab modifikatsiyalarga ega. Masalan, V. I. Shevchenko va M. A. Azarov (2018) o‘zlarining ishlarida freza mashinalarining tishlari va ularning ishlash xususiyatlarini optimallashtirish usullari haqida so‘z yuritadilar. Ular freza tishlarining turli materiallarga qarshi chidamliligini o‘rganib, ular orqali yuqori samaradorlikka erishish yo‘llarini ko‘rsatganlar[10].

Xulosa o‘rnida shuni aytish mumkinki, yo‘l qurilish freza mashinalari tishlarining samaradorligini oshirish yo‘nalishida muhim nazariy va amaliy asoslarni taqdim etadi; Muxamedov, Botirov hamda Karimov tomonidan O‘zbekiston sharoitlariga mos tadqiqotlar olib borilgan bo‘lsa-da, xalqaro manbalar, jumladan Schmidt va Caterpillar tomonidan taklif etilgan keng ko‘lamli texnologik yechimlar, ayniqsa, ilg‘or materiallar, sensorli monitoring tizimlari va optimal konstruktiv yechimlar bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, mavjud ishlanmalarda O‘zbekistonning iqlimiy va geologik sharoitlarini, byudjet imkoniyatlarini hamda yo‘l qoplamalarining xususiyatlarini inobatga olishda ayrim kamchiliklar mavjud. Mazkur kamchiliklarni bartaraf etish uchun bir qator muhim yo‘nalishlar belgilangan: xususan, mahalliy sharoitlarga mos, iqtisodiy jihatdan maqbul va chidamli tish materiallarini ishlab chiqish hamda sinovdan o‘tkazish; real vaqt rejimida ishlaydigan, arzon va samarali sensor tizimlarini yo‘lga qo‘yish; tishlarning baraban bo‘ylab joylashuvi va umumiy dizaynini O‘zbekistonning asfalt va beton qoplamalari uchun moslashtirish; shuningdek, mashina operatorlarining malakasini oshirish orqali frezalash samaradorligini yanada yuqori darajaga olib chiqish imkoniyati mavjud.

ISSN 3030-3907

O‘zbekiston sharoitida yo‘l qurilish freza mashinalari tishlarining resursini va ish samaradorligini oshirish maqsadida volfram karbid va nano-qoplamali materiallardan foydalanish, tishlarning geometrik shakllarini va baraban aylanish tezligini ilmiy asosda optimallashtirish, real vaqt monitoring tizimlarini joriy etish orqali yeyilish darajasini nazorat qilish hamda operatorlarning malakasini oshirish orqali texnologik jarayonlarni takomillashtirish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Muxamedov, A., & Botirov, A. (2022). *Yo‘l qurilish freza mashinalarining zamonaviy tuzilishi va ishlash prinsiplari*. Toshkent: TAYLKEI nashriyoti.
2. Schmidt, J. (2020). Modern milling technologies for road construction. *Journal of Construction Engineering*, 45(3), 112–120.
3. Caterpillar Inc. (2019). *Hydraulic systems in road milling machines: Optimization and efficiency*. Technical Report, USA.
4. Karimov, A. (2021). *Freza tishlarining yeyilishsını tahlil qilish usullari*. Toshkent: TDYuI nashriyoti.
5. ISO 1985b. (1985). *Er ko‘chirish mashinalari shovqinini o‘lchash bo‘yicha xalqaro standart*.
6. Wirtgen Group. (2021). *Advanced cutting technology for cold milling machines*. Technical Manual, Germany.
7. Zhang, L., & Wang, H. (2023). Wear resistance of carbide-based milling teeth in harsh environments. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 32(5), 245–253.
8. Abdullaev, S. (2020). *Yo‘l qurilishi mashinalarining samaradorligini oshirish usullari*. Toshkent: Fan va Texnologiya nashriyoti.
9. Lee, J., & Kim, S. (2022). Optimization of milling drum design for enhanced cutting efficiency. *International Journal of Pavement Engineering*, 23(4), 301–310.
10. Shevchenko, V. I., & Azarov, M. A. (2018). Optimization of milling tools for road construction machinery. Journal of Road Construction, 42(3), 112-118.

ISSN 3030-3907