

FREZALASH JARAYONIDA MINIMAL MIQDORDAGI MOYLASHNING HARORAT VA KESISH KUCHLARIGA TA'SIRI (AISI 1045 PO'LAT MISOLIDA)

Raxmonov Sohibjon Shokirjon o'g'li

Qo'qon davlat universiteti assistent o'qituvchisi

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotda AISI 1045 markali po'latni frezalash jarayonida quruq va minimal miqdordagi moylash (MQL) sharoitlarining kesish jarayoniga ta'siri eksperimental ravishda o'rganildi. Tajribalar turli kesish tezligi va tishga to'g'ri keladigan surish qiymatlarida olib borildi. Kesish zonasidagi harorat termopara va infraqizil kamera yordamida o'lchandi, kesish kuchlari dinamometr orqali aniqlanib, kesish parametrlarining ta'siri Pareto diagrammalar yordamida baholandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, kesish tezligi va surish miqdori harorat hamda kesish kuchlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Quruq frezalashda harorat eng yuqori qiymatlarda qayd etilgan, minimal miqdordagi moylash qo'llanganda esa harorat pasaygan. Mineral asosdagi MQL14 moyi haroratni kamaytirishda eng samarali natijani ko'rsatdi, o'simlik asosidagi moylar esa moylash xususiyati bilan ajralib turdi. Olingan natijalar minimal miqdordagi moylash usuli kesish jarayonining samaradorligini oshirish va issiqlik yuklanishini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: AISI 1045 po'lat, frezalash jarayoni, minimal miqdordagi moylash, kesish tezligi, tishga to'g'ri keladigan surish, harorat, kesish kuchi, Pareto diagramma, infraqizil kamera, asbob yeyilishi

ВЛИЯНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ СМАЗКИ НА ТЕМПЕРАТУРУ И СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ (НА ПРИМЕРЕ СТАЛИ AISI 1045)

Рахмонов Сохибджон Шокирджон оглы

Ассистент, Кокандский государственный университет

Аннотация. В данной работе экспериментально исследовано влияние условий сухого резания и минимальной смазки (MQL) на процесс фрезерования стали AISI 1045. Эксперименты проводились при различных скоростях резания и подаче на зуб. Температура в зоне резания измерялась с помощью термопары и инфракрасной камеры, силы резания определялись с

использованием динамометра, а влияние параметров резания оценивалось с помощью диаграмм Парето. Результаты показали, что скорость резания и подача оказывают значительное влияние на температуру и силы резания. При сухом фрезеровании наблюдались наибольшие значения температуры, тогда как при применении MQL температура снижалась. Минеральное масло MQL14 показало наилучшие результаты по снижению температуры, в то время как растительные масла характеризовались высокими смазывающими свойствами. Полученные результаты подтверждают эффективность применения минимальной смазки для повышения производительности обработки и снижения тепловой нагрузки.

Ключевые слова: Сталь AISI 1045, процесс фрезерования, минимальная смазка, скорость резания, подача на зуб, температура, сила резания, диаграмма Парето, инфракрасная камера, износ инструмента

EFFECT OF MINIMUM QUANTITY LUBRICATION ON TEMPERATURE AND CUTTING FORCES IN MILLING (AISI 1045 STEEL CASE STUDY)

Rakhmonov Sohijjon Shokirjon oglu
Assistant Lecturer, Kokand State University

Abstract. This study experimentally investigates the influence of dry and minimum quantity lubrication (MQL) conditions on the milling process of AISI 1045 steel. The experiments were conducted at different cutting speeds and feed per tooth values. Cutting zone temperature was measured using thermocouples and an infrared camera, while cutting forces were recorded using a dynamometer. The influence of cutting parameters was evaluated using Pareto charts. The results indicate that cutting speed and feed per tooth significantly affect temperature and cutting forces. The highest temperatures were observed under dry machining conditions, whereas the application of MQL reduced the temperature. The mineral-based MQL14 oil showed the best performance in temperature reduction, while vegetable-based oils provided effective lubrication. The results demonstrate that MQL is an efficient approach for improving machining performance and reducing thermal loads.

Keywords: AISI 1045 steel, milling process, minimum quantity lubrication, cutting speed, feed per tooth, temperature, cutting force, Pareto chart, infrared camera, tool wear

Usullar: Tadqiqotda AISI 1045 markali o'rta uglerodli po'latni frezalash jarayoni eksperimental ravishda o'rganildi. Tajribalar MT 60 rusumli universal frezalash stanogida Mitsubishi Materials ishlab chiqargan qattiq qotishmali kesish plastinkalari yordamida amalga oshirildi. Kesish jarayonida to'rtta sharoit qo'llanildi: quruq frezalash hamda LB1000, MQL15 (o'simlik asosidagi) va MQL14 (mineral asosdagi) moylar bilan minimal miqdordagi moylash usuli. Moylash tizimida moy aerosol shaklida 45 ml/soat sarf va 6 bar bosim ostida kesish zonasiga uzatildi. Kesish parametrlaridan kesish tezligi 150 va 200 m/min, tishga to'g'ri keladigan surish 0.07 va 0.14 mm/tish qiymatlarda tanlanib, aksial kesish chuqurligi 1 mm va radial kesish chuqurligi 25 mm qilib doimiy saqlandi. Kesish zonasidagi harorat K-tipli termoparalar va infraqizil kamera yordamida o'lchandi, kesish kuchlari dinamometr orqali aniqlanib, sirt sifati profilometr bilan baholandi, asbob yeyilishi esa mikroskopik tahlil orqali tekshirildi. Eksperimental natijalar statistik usullar yordamida qayta ishlanib, kesish parametrlarining ta'sir darajasi aniqlangan.

Xulosa: Mazkur tadqiqotda AISI 1045 po'latni frezalash jarayonida quruq va minimal miqdordagi moylash sharoitlarining ta'siri eksperimental ravishda baholandi. Natijalar kesish tezligi va tishga to'g'ri keladigan surish harorat hamda kesish kuchlariga sezilarli ta'sir ko'rsatishini ko'rsatdi, bunda quruq frezalashda harorat eng yuqori qiymatlarda qayd etildi. Minimal miqdordagi moylash qo'llanganda harorat pasaydi va kesish jarayoni barqarorlashdi, xususan MQL14 mineral moyi haroratni kamaytirishda eng samarali natijani ko'rsatdi. Olingan natijalar minimal miqdordagi moylash usuli kesish jarayonining samaradorligini oshirish va issiqlik yuklanishini kamaytirishda maqsadga muvofiq ekanligini tasdiqlaydi.

KIRISH

Zamonaviy mashinasozlik sanoatida kesish jarayonlari detallarni yuqori aniqlik va sifat bilan tayyorlashning asosiy usullaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa frezalash jarayoni murakkab shaklli detallarni ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Biroq ushbu jarayon davomida kesish zonasida yuqori harorat va mexanik yuklanishlar yuzaga keladi, bu esa asbob yeyilishi, sirt sifatining yomonlashuvi va energiya sarfining ortishiga olib keladi.

Kesish jarayonida hosil bo'ladigan issiqlikning asosiy manbalari qirindi hosil bo'lish zonasi, asbob va detal orasidagi ishqalanish hamda qirindi va asbob orasidagi kontakt hisoblanadi. Yuqori harorat kesish asbobining tez yeyilishiga, qattiq qotishma plastinkalarning mustahkamlik xususiyatlarining pasayishiga va

ishlov berilayotgan detal sirtining sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli kesish jarayonida issiqlikni boshqarish muhim masalalardan biri hisoblanadi.

An'anaviy ravishda kesish jarayonida sovitish va moylash uchun katta miqdorda kesish suyuqliklari qo'llaniladi. Biroq ushbu usul ekologik muammolarni keltirib chiqaradi, jumladan chiqindilarni utilizatsiya qilish, ishchi muhit xavfsizligi va ishlab chiqarish xarajatlarining ortishi bilan bog'liq. Shu sababli so'nggi yillarda ekologik toza va iqtisodiy samarali texnologiyalarni qo'llash dolzarb masalaga aylangan.

Minimal miqdordagi moylash (MMM yoki MQL) usuli kesish zonasiga juda kichik miqdorda moyni aerozol shaklida uzatish orqali amalga oshiriladi. Ushbu usul moylash va sovitish jarayonlarini birgalikda ta'minlab, kesish jarayonining samaradorligini oshiradi. MQL usulining asosiy afzalliklari sifatida moy sarfining kamayishi, ekologik xavfsizlikning oshishi va ishlab chiqarish xarajatlarining pasayishi keltiriladi.

So'nggi tadqiqotlarda MQL usulida turli turdagi moylarning qo'llanilishi o'rganilgan. Ayniqsa o'simlik asosidagi moylar biologik parchalanish xususiyatiga ega bo'lib, ekologik jihatdan xavfsiz hisoblanadi. Mineral asosdagi moylar esa yuqori issiqlik o'tkazuvchanligi va barqarorligi bilan ajralib turadi. Shu sababli turli moylash muhitlarining kesish jarayoniga ta'sirini kompleks o'rganish zarur hisoblanadi.

Kesish jarayonining samaradorligi bir nechta parametrlar bilan belgilanadi. Kesish tezligi va tishga to'g'ri keladigan surish kesish kuchlari, harorat va sirt sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Ushbu parametrlarning o'zaro ta'sirini aniqlash uchun statistik usullar, xususan Pareto diagrammalar va sirt javobi metodlari keng qo'llaniladi. Ushbu yondashuvlar orqali kesish jarayoniga ta'sir qiluvchi asosiy omillarni aniqlash mumkin.

Mazkur tadqiqotning maqsadi AISI 1045 markali po'latni frezalash jarayonida quruq va minimal miqdordagi moylash sharoitlarining kesish jarayoniga ta'sirini eksperimental ravishda o'rganishdan iborat. Tadqiqot doirasida kesish tezligi va tishga to'g'ri keladigan surishning harorat va kesish kuchlariga ta'siri baholangan, shuningdek, turli moylash muhitlarining samaradorligi solishtirilgan.

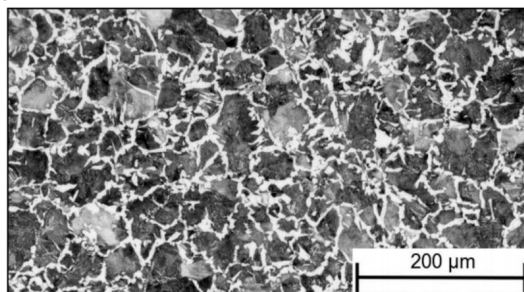
Tadqiqot vazifalari sifatida kesish zonasidagi haroratni termopara va infraqizil kamera yordamida aniqlash, kesish kuchlarini o'lchash, hamda kesish parametrlarining ta'sir darajasini statistik usullar orqali baholash belgilangan. Ushbu tadqiqot natijalari kesish jarayonini optimallashtirish va samarali moylash sharoitlarini tanlash uchun ilmiy asos yaratadi.

TADQIQOT USULLARI

Tadqiqotda ishlov beriluvchi material sifatida AISI 1045 markali o'rta uglerodli po'lat tanlandi. Ushbu material mashinasozlik sanoatida keng qo'llanilib, yaxshi ishlov beriluvchanlik va yetarli mexanik mustahkamlikni ta'minlaydi. Tajribalarda o'lchamlari $100 \times 100 \times 500$ mm bo'lgan prokatlangan zagotovkalar ishlatildi.

Materialning kimyoviy tarkibi quyidagicha: uglerod 0.045%, marganes 0.69–0.83%, kremniy 0.19–0.29%, oltingugurt 0.015–0.02%, qolgan qismi temirdan iborat. Ushbu tarkib po'latning kesish jarayonidagi mexanik va termik xatti-harakatini belgilaydi.

Materialning mikrostrukturasi ferrit va perlit fazalaridan tashkil topgan bo'lib, ferrit plastiklikni, perlit esa mustahkamlikni ta'minlaydi. Ushbu ikki fazaning kombinatsiyasi kesish vaqtida deformatsiya, issiqlik hosil bo'lishi va qirindi ajralish jarayoniga bevosita ta'sir ko'rsatadi (1-rasm).



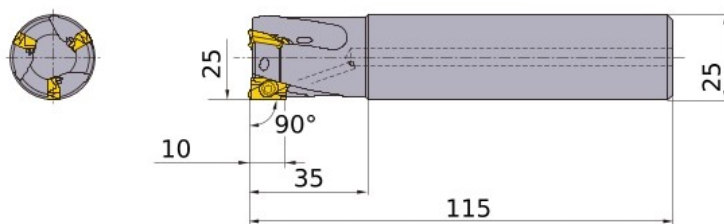
1-rasm. AISI 1045 po'latining mikrostrukturasi

Materialning mexanik xususiyatlari standart sinovlar asosida aniqlangan. Cho'zilishdagi mustahkamlik 869 MPa ni tashkil etdi, bu materialning yuqori yuklanishlarga bardosh berishini ko'rsatadi. Nisbiy uzayish 13.6% ga teng bo'lib, materialning plastiklik darajasini ifodalaydi. Qattqlik qiymati 262 ± 11.35 HV bo'lib, kesish jarayonida asbob yeyilishiga ta'sir qiluvchi muhim omillardan biri hisoblanadi.

Tajriba ishlari MT 60 rusumli universal frezalash stanogida olib borildi. Stanok 4 kVt quvvatga ega bo'lib, shpindelning aylanish tezligi 50 dan 1600 ayl/min gacha o'zgaradi. Uskuna gorizontaal va vertikal frezalash imkoniyatlariga ega bo'lib, detallarni mexanik ishlov berishda keng qo'llaniladi. Konstruktiv jihatdan mustahkamligi va barqarorligi tufayli tajribalar davomida yetarli aniqlik va qayta ishlab chiqarish takrorlanuvchanligini ta'minladi.

Kesish asbobi sifatida Mitsubishi Materials tomonidan ishlab chiqarilgan qattiq qotishmali plastinkalar qo'llanildi. Asbob APX3000R253SA25A tipidagi tutqichga o'rnatildi. Kesish plastinkasining uch radiusi 0.8 mm, kesish uzunligi 12 mm va old burchagi 11° qilib belgilandi. Ushbu geometriya qirindi hosil bo'lishini barqarorlashtiradi va kesish jarayonida yuzaga keladigan mexanik yuklanishlarni kamaytiradi.

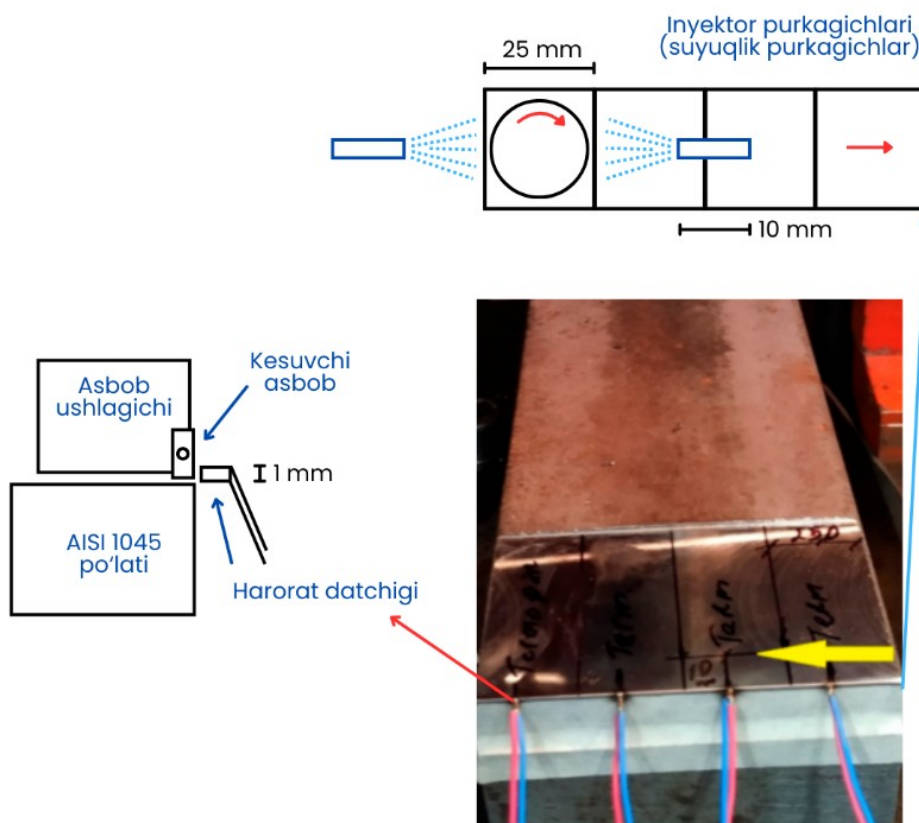
Asbob geometriyasida qirindi sindiruvchi element mavjud bo'lib, u qirindi uzunligini nazorat qiladi va qirindining asbob yuzasiga yopishib qolishini oldini oladi. Natijada issiqlik tarqalishi yaxshilanadi va kesish zonasida barqaror sharoit ta'minlanadi (2-rasm).



2-rasm. Frezalash asbobi (APX3000R253SA25A)

Tadqiqotda to'rtta turdagi kesish sharoitlari qo'llanildi: quruq frezalash, LB1000 biomoyi bilan minimal miqdordagi moylash, MQL15 biomoyi bilan minimal miqdordagi moylash va MQL14 mineral moyi bilan minimal miqdordagi moylash. Minimal miqdordagi moylash usulida moy kesish zonasiga siqilgan havo yordamida aerosol shaklida uzatildi. Moy sarfi 45 ml/soat, siqilgan havo bosimi esa 6 bar qilib belgilandi.

Moylash tizimi ikki purkagichdan iborat bo'lib, ular kesish zonasiga qarama-qarshi tomondan 180° burchak ostida yo'naltirildi. Bu joylashuv moyning qirindi va asbob orasidagi ishqalanish zonasiga to'g'ridan-to'g'ri yetib borishini ta'minlaydi. Natijada ishqalanish kamayadi va issiqlik ajralishi boshqariladi (3-rasm).



3-rasm MMM tizimi

Kesish jarayonida parametrlar qat'iy belgilandi. Kesish tezligi 150 m/min va 200 m/min qiymatlarda tanlandi. Ushbu qiymatlar sanoat sharoitlarida keng qo'llaniladigan tezlik diapazonini ifodalaydi. Tish bo'yicha surish miqdori 0.07 mm/tish va 0.14 mm/tish qilib belgilandi, bu esa sirt sifati va qirindi hosil bo'lish jarayonini baholash imkonini beradi.

Aksial kesish chuqurligi 1 mm, radial kesish chuqurligi 25 mm qilib doimiy saqlandi. Ushbu parametrlar tajriba davomida o'zgartirilmadi, bu esa faqat tezlik va surish miqdorining ta'sirini aniqlash imkonini berdi.

Eksperimental reja 2^2 faktoriyal dizayn asosida tashkil etildi. Bu yondashuv kesish parametrlarining asosiy va o'zaro ta'sirlarini aniqlash imkonini beradi. Har bir tajriba kamida uch marta takrorlandi va natijalar o'rtacha qiymatlar asosida qayd etildi (1-jadval).

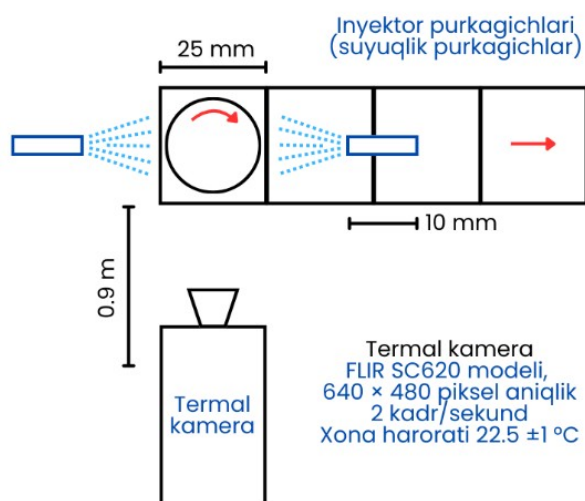
Kesish zonasidagi harorat ikkita mustaqil usul orqali o'lchandi. Birinchi usulda K-tipli termoparalar ishlov berilayotgan detal yuzasiga payvandlab o'rnatildi. Termoparalar kesish yo'nalishi bo'ylab joylashtirilib, 1 mm chuqurlikda harorat o'zgarishini qayd etdi. Ushbu usul ichki haroratni aniqlash imkonini beradi.

1-jadval

Eksperimental parametrlar

Parametr	Qiymat
Kesish tezligi	150 m/min; 200 m/min
Surish miqdori	0.07 mm/tish; 0.14 mm/tish
Aksial kesish chuqurligi	1 mm
Radial kesish chuqurligi	25 mm
Moylash sharoitlari	Quruq; LB1000; MQL15; MQL14
Moy sarfi	45 ml/soat
Havo bosimi	6 bar

Ikkinchi usulda infraqizil kamera qo'llanildi. FLIR SC620 rusumli kamera detal yuzasidan 90 mm masofada joylashtirildi va sekundiga 2 kadr tezlikda ma'lumot yig'di. Kamera yordamida kesish zonasidagi issiqlik maydoni va uning vaqt bo'yicha o'zgarishi qayd etildi (4-rasm).



4-rasm. Haroratni o'lash tizimi

Kesish kuchlari Kistler 9257B dinamometr yordamida uch o'q bo'yicha o'lchandi. Olingan signallar maxsus dastur orqali qayta ishlanib, kesish kuchining komponentlari aniqlashtirildi. Ushbu o'lchash usuli kesish jarayonidagi mexanik yuklanishlarni aniq baholash imkonini beradi.

Energiya sarfi Fluke 435 qurilmasi yordamida o'lchandi. Ushbu qurilma yordamida stanokning umumiy quvvat iste'moli qayd etildi va kesish jarayonidagi energiya sarfi hisoblab chiqildi.

Sirt sifati g'adir-budurlik ko'rsatkichlari orqali baholandi. Ra, Rz va Ry parametrlar Time Group TR220 profilometri yordamida o'lchandi. Har bir namunada uchta nuqtada o'lchov amalga oshirildi va o'rtacha qiymatlar hisoblandi. O'lchash yo'nalishi kesish yo'nalishiga perpendikulyar holda tanlandi, bu esa sirtning haqiqiy holatini aks ettiradi (5-rasm).

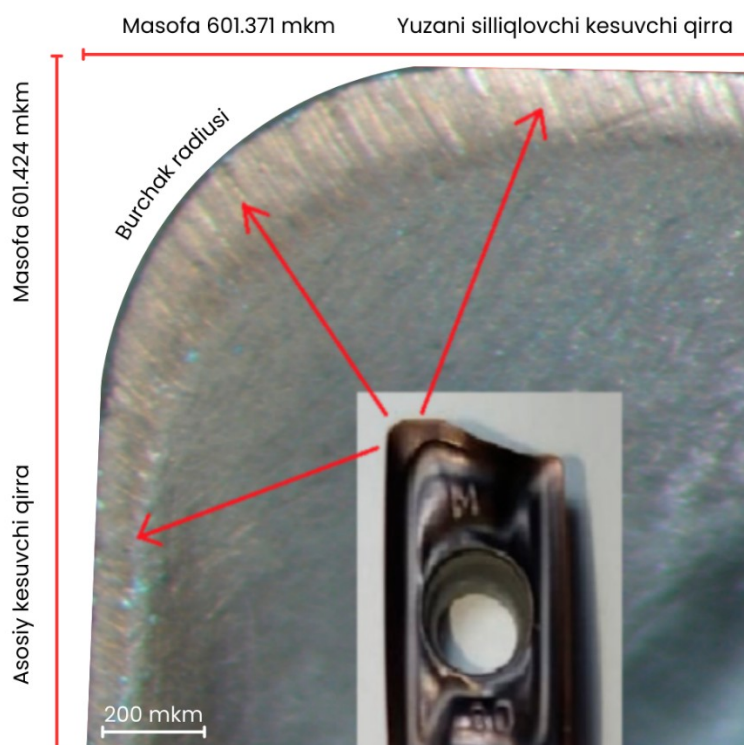


5-rasm. Sirt g'adir-budurligi o'lchovi (TIME Model: TR220)

Kesish asbobining yeyilishi orqa yuzadagi yeyilish kengligi bo'yicha baholandi. Chegaraviy qiymat 0.3 mm qilib belgilandi. Ushbu qiymatga yetganda asbob xizmat muddati tugagan deb hisoblandi.

Asbob yuzasi muntazam ravishda tekshirilib, yeyilish zonalari optik mikroskop va elektron mikroskop yordamida tahlil qilindi. Tahlil natijasida abraziv yeyilish, yopishish natijasidagi yeyilish va diffuzion yeyilish mexanizmlari

aniqlangan. Ushbu mexanizmlar kesish sharoitiga qarab turlicha intensivlikda namoyon bo'ladi (6-rasm).



6-rasm. Asbob yeyilishi

Eksperimental natijalar statistik jihatdan qayta ishlanib, variatsion tahlil yordamida kesish parametrlarining ta'sir darajasi aniqlandi. Natijalar 95% ishonchlilik darajasida baholandi. Shuningdek, juft taqqoslashlar Tukey mezoni asosida amalga oshirildi, bu esa turli moylash sharoitlari o'rtasidagi farqlarni aniqlash imkonini berdi.

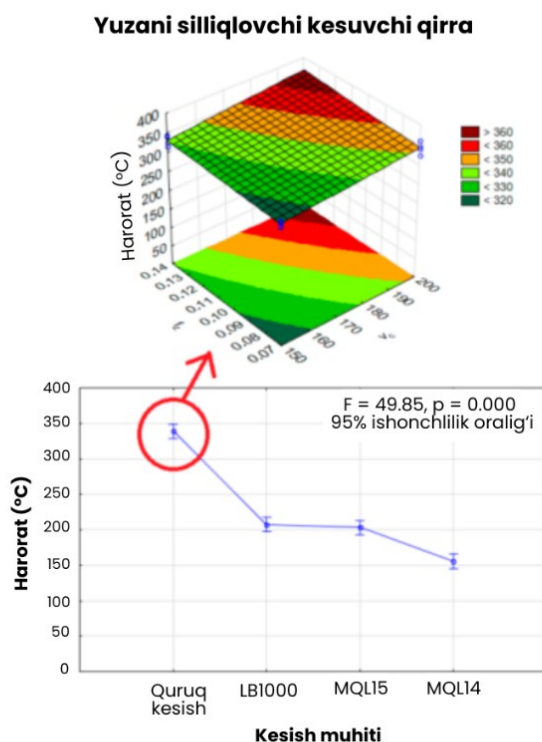
TADQIQOT NATIJALARI

Kesish jarayonida harorat qiymatlari ikkita usul orqali qayd etildi: K-tipli termoparalar yordamida va infraqizil kamera yordamida. Olingan natijalar kesish tezligi, surish miqdori va moylash sharoitlariga bog'liq holda grafik va diagrammalar orqali ifodalangan.

Termopara yordamida o'lchangan harorat natijalari quruq frezalash sharoitida aniqlangan. Haroratning kesish tezligi va surish miqdoriga bog'liqligi sirt javobi grafigida ko'rsatilgan (7-rasm). Grafikda kesish tezligi va surish miqdori oshishi bilan harorat qiymatlari ortishi qayd etilgan. Quruq frezalash, LB1000, MQL15 va MQL14 sharoitlari bo'yicha harorat qiymatlari taqqoslangan grafikda quruq frezalashda harorat eng yuqori, MQL14 da esa eng past qiymatlarda qayd etilgan.

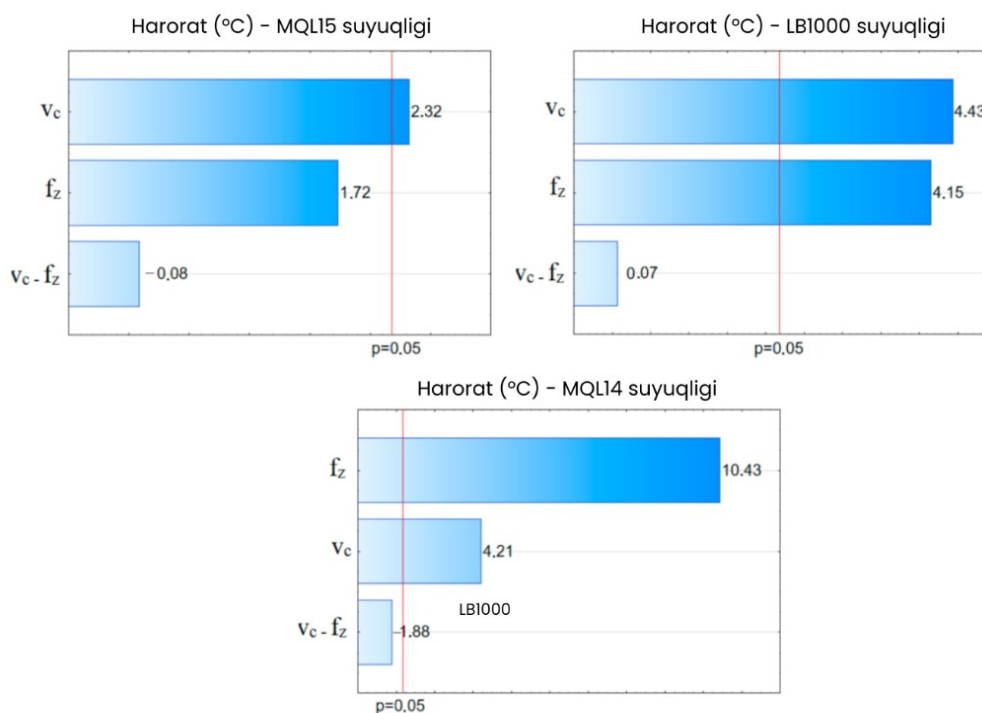
Kesish parametrlarining haroratga ta'siri MQL moylari uchun Pareto diagrammalar orqali ifodalangan. Diagrammalarda kesish tezligi (V_c), surish

miqdori (fz) va ularning o'zaro ta'siri ($V_c \times fz$) ko'rsatilgan (8-rasm). MQL15 uchun Pareto diagrammada kesish tezligi ta'siri 2.32, surish miqdori 1.72 va o'zaro ta'sir -0.08 qiymatlarda qayd etilgan. LB1000 moyi uchun kesish tezligi 4.43, surish miqdori 4.15 va o'zaro ta'sir 0.07 qiymatlarda berilgan. MQL14 moyi uchun esa surish miqdori 10.43, kesish tezligi 4.21 va o'zaro ta'sir 1.88 qiymatlarda qayd etilgan.

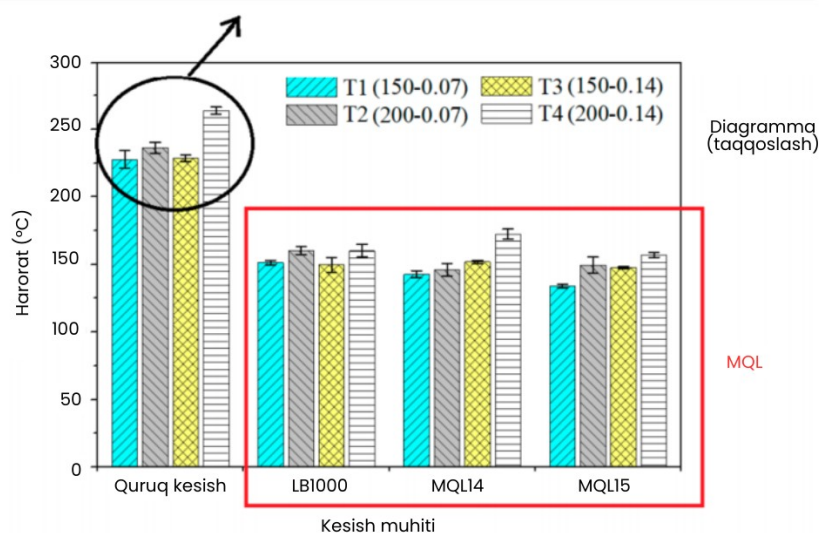
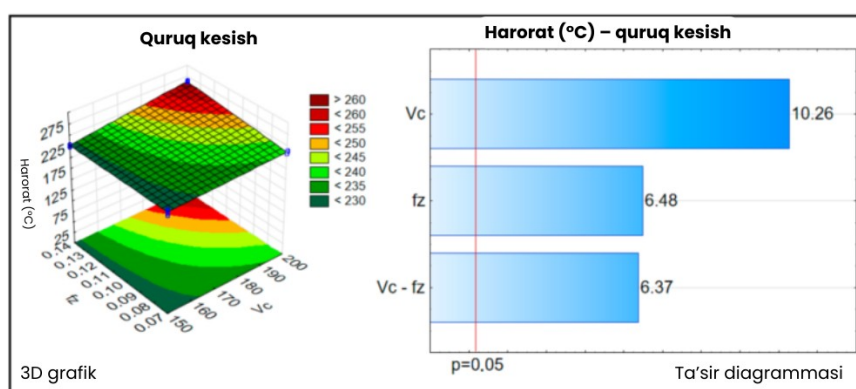


7-rasm. Termopara orqali harorat

Infraqizil kamera yordamida o'lchangan harorat natijalari uch xil ko'rinishda taqdim etilgan: sirt javobi grafigi, Pareto diagramma va kesish sharoitlari bo'yicha taqqoslash grafiklari (9-rasm). Quruq frezalash uchun Pareto diagrammada kesish tezligi ta'siri 10.26, surish miqdori 6.48 va ularning o'zaro ta'siri 6.37 qiymatlarda qayd etilgan. Haroratning kesish muhitiga bog'liqligi grafikda keltirilgan bo'lib, quruq frezalashda harorat yuqori, MQL sharoitlarida esa pastroq qiymatlar qayd etilgan.



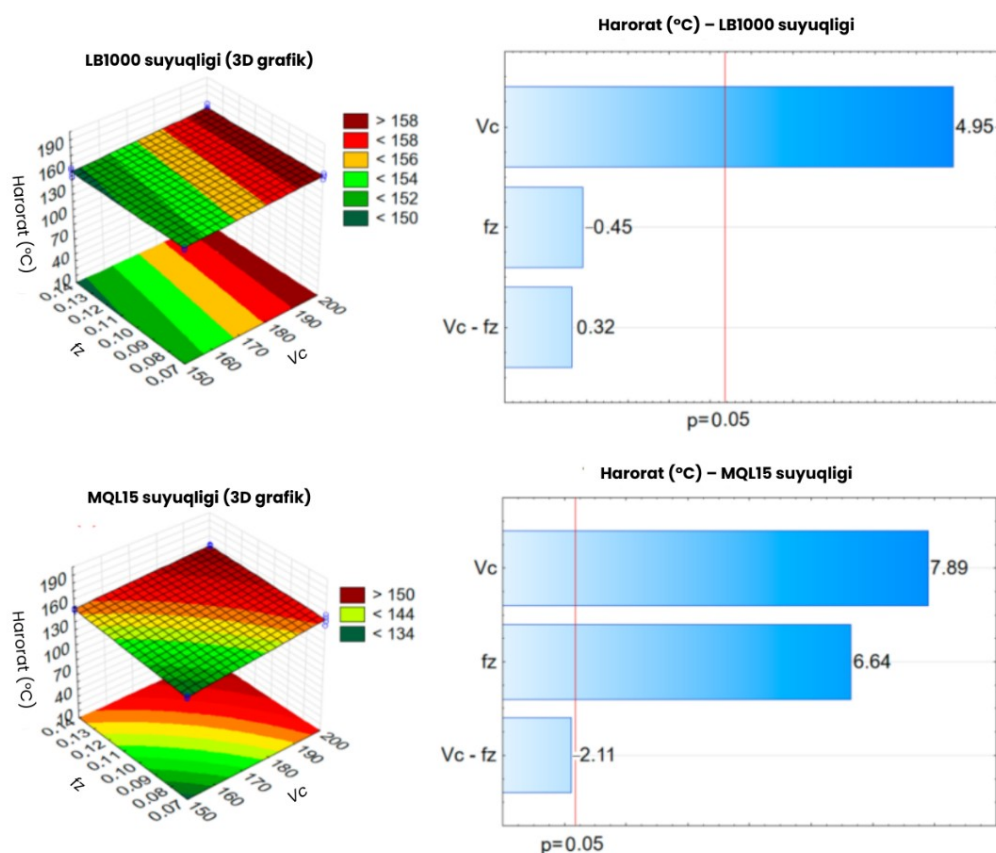
8-rasm. Pareto diagrammalar



9-rasm. Infraqizil kamera harorat natijalari

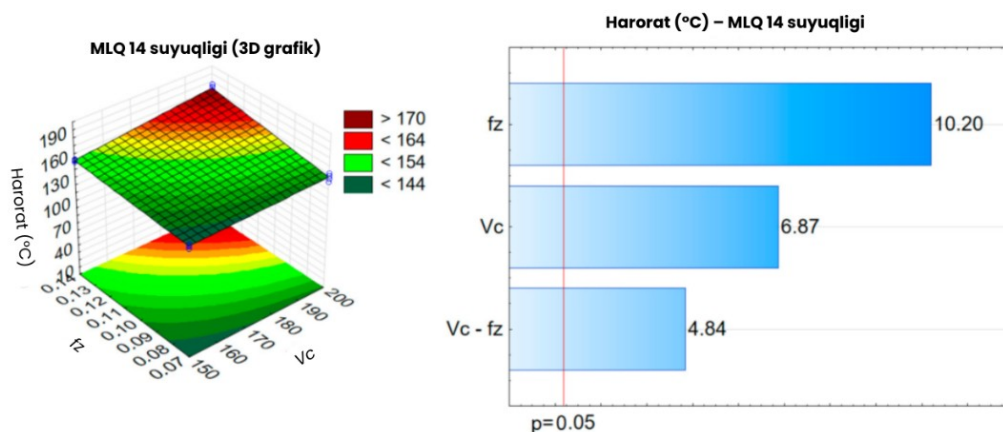
Biomoylar uchun harorat natijalari alohida berilgan. LB1000 moyi uchun Pareto diagrammada kesish tezligi 4.95, surish miqdori 0.45 va o'zaro ta'sir 0.32

qiymatlarda qayd etilgan. MQL15 moyi uchun esa kesish tezligi 7.89, surish miqdori 6.64 va o‘zaro ta’sir 2.11 qiymatlarda ko‘rsatilgan. Ushbu moylar uchun sirt javobi grafigida kesish parametrlarining haroratga ta’siri ifodalangan (10-rasm).



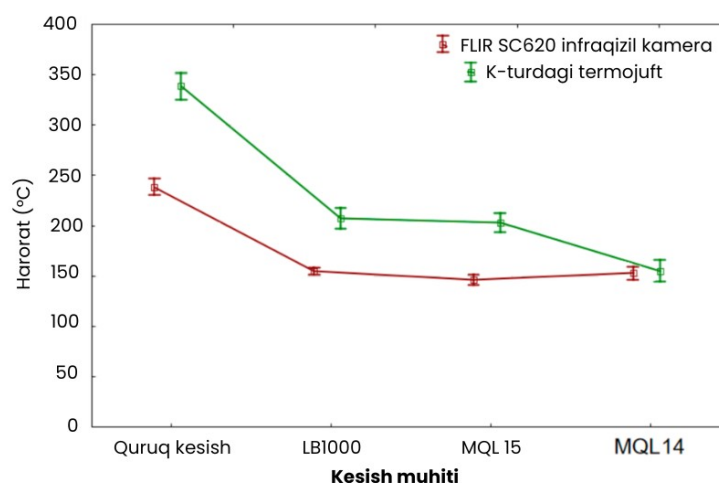
10-rasm. Biomoylari harorat natijalari

Mineral asosdagi MQL14 moyi uchun infraqizil kamera yordamida o‘lchangan harorat natijalari alohida keltirilgan. Pareto diagrammada surish miqdorining ta’siri 10.20, kesish tezligi 6.87 va ularning o‘zaro ta’siri 4.84 qiymatlarda qayd etilgan. Sirt javobi grafigida kesish tezligi va surish miqdori oshishi bilan harorat qiymatlari ortishi kuzatilgan (11-rasm).

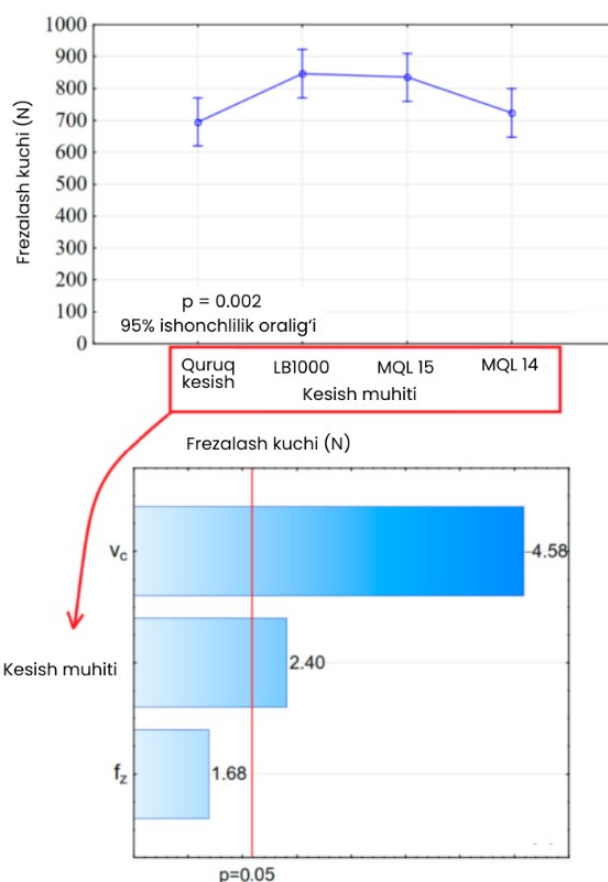


11-rasm. MQL14 harorat natijalari

Haroratni o'lchash usullari taqqoslangan grafikda infraqizil kamera va termopara yordamida olingan natijalar ko'rsatilgan. Quruq frezalash sharoitida harorat qiymatlari infraqizil kamera bo'yicha taxminan 240 °C, termopara bo'yicha esa 350 °C atrofida qayd etilgan. LB1000, MQL15 va MQL14 sharoitlarida harorat qiymatlari pasaygan va har ikki o'lchash usuli bo'yicha natijalar bir-biriga yaqin qiymatlarda qayd etilgan (12-rasm).



12-rasm. O'lchash usullari taqqoslanishi



13-rasm. Kesish kuchlari

Kesish kuchlari natijalari grafik va Pareto diagramma orqali ifodalangan. Grafikda kesish muhitiga bog'liq holda kesish kuchi qiymatlari keltirilgan.

LB1000 va MQL15 sharoitlarida kesish kuchi yuqoriroq qiymatlarda qayd etilgan, MQL14 va quruq frezalash sharoitlarida esa pastroq qiymatlar kuzatilgan. Pareto diagrammada kesish tezligi 4.58, kesish muhiti 2.40 va surish miqdori 1.68 qiymatlarda qayd etilgan (13-rasm).

Eksperimental natijalar kesish tezligi, surish miqdori va moylash sharoitlariga bog‘liq holda harorat va kesish kuchlari qiymatlarining o‘zgarishini ko‘rsatdi. Harorat natijalari termopara va infraqizil kamera yordamida aniqlanib, kesish parametrlarining ta’siri sirt javobi grafigi hamda Pareto diagrammalar orqali ifodalandi. Kesish kuchlari natijalari esa grafik va Pareto diagramma yordamida taqdim etildi.

MUHOKAMA

Olingan natijalar kesish jarayonida issiqlik hosil bo‘lishi, ishqalanish sharoiti va material deformatsiyasi bilan bevosita bog‘liq ekanligini ko‘rsatadi. Harorat, kesish kuchlari va asbob yeyilishi kesish tezligi, tishga to‘g‘ri keladigan surish hamda moylash sharoitiga bog‘liq holda o‘zgaradi.

Kesish jarayonida issiqlik hosil bo‘lishining asosiy manbai qirindi hosil bo‘lish zonasi va asbob–detal orasidagi ishqalanish hisoblanadi. Kesish tezligi oshishi bilan deformatsiya tezligi ortadi va natijada ajralib chiqadigan issiqlik miqdori ko‘payadi. Shu sababli kesish tezligi haroratga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Pareto diagrammalarda kesish tezligining yuqori ta’sir qiymatlari aynan shu jarayon bilan izohlanadi.

Tishga to‘g‘ri keladigan surish ortishi bilan kesilayotgan qatlam qalinlashadi. Bu esa materialning plastik deformatsiyasi hajmini oshiradi va kesish zonasida qo‘shimcha issiqlik hosil bo‘lishiga olib keladi. Shu bilan birga, kesish kuchlari ham ortadi. Natijalarda surish qiymati kesish kuchiga eng katta ta’sir qiluvchi omil sifatida qayd etilgan bo‘lib, bu qirindi kesimi ortishi bilan bevosita bog‘liq.

Moylash sharoitining ta’siri kesish zonasidagi ishqalanish jarayoni bilan belgilanadi. Quruq frezalashda asbob va detal orasida to‘g‘ridan-to‘g‘ri metall kontakt yuzaga keladi. Bu esa ishqalanish koeffitsientini oshiradi va issiqlik ajralishini kuchaytiradi. Natijada harorat yuqori qiymatlarda qayd etiladi va asbob yeyilishi tezlashadi.

Minimal miqdordagi moylash qo‘llanganda moy aerosol shaklida kesish zonasiga yetkaziladi. Bu moy qatlami asbob va detal orasida yupqa plyonka hosil qiladi. Ushbu plyonka ishqalanishni kamaytiradi va issiqlik hosil bo‘lishini cheklaydi. Natijada harorat pasayadi va kesish jarayoni barqarorlashadi.

Mineral asosdagi MQL14 moyi eng past harorat qiymatlarini ta’minlagan. Bu moyning fizik xususiyatlari, xususan, yopishqoqligi va issiqlik

o'tkazuvchanligi yuqori bo'lgani sababli kesish zonasida samarali sovitish va moylash jarayoni amalga oshadi. Shu sababli issiqlik ajralishi kamayadi va kesish jarayonidagi termik yuklanish pasayadi.

Biomoylar (LB1000 va MQL15) kesish jarayonida yuqori moylash xususiyatini ko'rsatadi. Ushbu moylar sirtlar orasida mustahkam moy plyonkasi hosil qiladi, bu esa ishqalanishni kamaytiradi. Natijada asbob yuzasida yopishish va abraziv yeyilish jarayonlari sekinlashadi. Aynan shu sababli MQL15 moyi qo'llanganda asbob xizmat muddati eng yuqori bo'lgan.

Haroratni o'lchash usullari o'rtasidagi farq issiqlikni qayd etish prinsipi bilan bog'liq. Termopara bevosita detal ichki qatlamidagi haroratni o'lchaydi, infraqizil kamera esa sirt haroratini qayd etadi. Shu sababli termopara orqali o'lchangan harorat qiymatlari yuqoriroq qayd etilgan. Bu farq issiqlikning material ichida to'planishi bilan izohlanadi.

Kesish kuchlari natijalari shuni ko'rsatadiki, kesish tezligi oshishi bilan kuch qiymatlari kamayadi. Bu holat materialning yuqori haroratda yumshashi bilan izohlanadi. Harorat ortishi bilan materialning qarshiligi kamayadi va kesish jarayoni osonlashadi. Shu sababli yuqori tezlikda kesish kuchlari pastroq bo'ladi.

Asbob yeyilishi mexanizmlari kesish jarayonining termik va mexanik sharoitlariga bog'liq. Yeyilishning asosiy turlari abraziv, yopishish va diffuzion yeyilishdan iborat. Quruq frezalashda yuqori harorat va kuchli ishqalanish natijasida bu mexanizmlar birgalikda yuzaga keladi va asbob tez yeyiladi.

Moylash qo'llanganda esa ishqalanish kamayadi va harorat pasayadi. Natijada yeyilish jarayoni sekinlashadi. Biomoylari qo'llanganda yopishish kamayadi, mineral moy qo'llanganda esa issiqlik samarali olib chiqiladi. Shu sababli turli moylar kesish jarayoniga turlicha ta'sir ko'rsatadi.

XULOSA

Mazkur tadqiqotda AISI 1045 markali po'latni frezalash jarayonida quruq va minimal miqdordagi moylash (MQL) sharoitlarining kesish jarayoniga ta'siri eksperimental ravishda o'rganildi. Kesish tezligi, tishga to'g'ri keladigan surish va moylash sharoitining harorat, kesish kuchlari hamda asbob yeyilishiga ta'siri aniqlangan.

Eksperimental natijalarga ko'ra, kesish jarayonida harorat qiymatlari moylash sharoitiga bog'liq holda sezilarli darajada o'zgaradi. Quruq frezalash sharoitida harorat eng yuqori qiymatlarda qayd etilgan, MQL qo'llanganda esa harorat pasaygan. Minimal miqdordagi moylash sharoitida MQL14 mineral moyi eng past harorat qiymatlarini ta'minlagan.

Kesish parametrlarining ta'siri Pareto diagrammalar orqali baholangan. Haroratga ta'sir etuvchi asosiy omillar sifatida kesish tezligi va tishga to'g'ri

keladigan surish aniqlangan. MQL14 moyi qo'llanganda surish parametri haroratga eng katta ta'sir ko'rsatgan bo'lsa, quruq frezalashda kesish tezligining ta'siri yuqori qiymatlarda qayd etilgan.

Kesish kuchlari natijalari tishga to'g'ri keladigan surishning eng muhim omil ekanligini ko'rsatdi. Surish qiymati ortishi bilan kesish kuchlari oshgan. Kesish tezligi ortishi bilan esa kesish kuchlari kamaygan. Moylash sharoitlari kesish kuchlariga nisbatan kamroq ta'sir ko'rsatgan.

Haroratni o'lchash usullari taqqoslanganda termopara orqali o'lchangan qiymatlar infraqizil kamera natijalariga nisbatan yuqoriroq qayd etilgan. Bu holat ichki va sirt haroratining farqlanishi bilan izohlanadi.

Moylash sharoitining kesish jarayoniga ta'siri asosan ishqalanish va issiqlik ajralish jarayonlari orqali namoyon bo'lgan. Quruq frezalashda ishqalanish yuqori bo'lib, harorat ortgan va asbob yeyilishi tezlashgan. MQL qo'llanganda ishqalanish kamaygan, harorat pasaygan va kesish jarayoni barqarorlashgan.

O'simlik asosidagi moylar yuqori moylash xususiyatini ko'rsatgan bo'lsa, mineral asosdagi MQL14 moyi issiqlikni samarali olib chiqishi bilan ajralib turgan. Natijada MQL14 haroratni kamaytirishda, MQL15 esa asbob yeyilishini sekinlashtirishda samarali ekanligi aniqlangan.

ADABIYOTLAR

1. Oxunjonov, F. F. O. G. L. (2021). DETALLARNING TASHQI SILINDRIK YUZALARI VA ULARGA ISHLOV BERISH USULLARI. Scientific progress, 2(2), 1132-1135.

2. Oxunjonov, F. F., Sh, R. S., & Umarov, S. A. (2025). Metall kesish jarayonida tribologik juftlikning ishqalanish koeffitsientini modellashtirish va eksperimental natijalar bilan solishtirish. Строительство и образование, 4(5), 285-294.

3. Oxunjonov, F. F., & Rahmonov, S. S. (2025). Avtomatlashtirilgan yig'uv liniyalarida robotlashtirilgan manipulyatorlar qo'llanilishi: samaradorlik va innovatsion yechimlar. Строительство и образование, 4(3), 230-235.

4. Oxunjonov, F. F., & Rahmonov, S. S. (2025). Tuproqqa ishlov beruvchi mashinalarning ishchi qismlariga karbid-volfram qotishmalaridan qayta ishlab olingan kukun asosida yeyilishga chidamli qoplamalar qoplash texnologiyasini ishlab chiqish. Строительство и образование, 4(3), 128-134.

5. Jalolova, M. M., & Oxunjonov, F. F. (2025). Muqobil energiya manbalarini fazoviy tahlil qilishning nazariy asoslari: gis va masofadan zondlash texnologiyalarining imkoniyatlari. Строительство и образование, (3), 226-238.

6. Ismatov, J. F., and J. A. Asqarov. "Transport vositasida muqobil yonilg 'ilardan foydalanish hamda vodorod yonilg 'isini an'anaviy yonilg 'ilarga qo 'shib ishlatish istiqbollari." *Строительство и образование* 3 (2025): 289-294.

7. Asqarov, Javohir. "Achievements and future prospects for the use of hydrogen fuel in automobiles." *Academic Journal of Science, Technology and Education* 1.4 (2025): 7-8.

8. Khusanjonov, A., B. Siddiqov, and J. Asqarov. "CALCULATION-EXPERIMENTAL METHOD OF RESEARCH OF EFFICIENCYADORLIK INDICATORS IN ITS MANAGEMENT BY CHANGING THE WORKING CAPACITY OF THE ENGINE USING SALSAL CHARACTERISTICS." *Экономика и социум* 4-1 (2021): 161-164.