QISHLOQ XO‘JALIGI MASHINALARINING KESUVCHI ISHCHI ORGANLARINI MUSTAHKAMLASHNING INNOVATSION TEXNOLOGIYALARI

Eshonqulov Uchqun Xudaynazar o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti t.f.f.d.
https://orcid.org/0009-0002-8415-7218
Toshev Axmadjon Abduaxatovich
Qarshi davlat texnika universiteti
https://orcid.org/0009-0002-0174-7395

Annotatsiya. Maqolada qishloq xo‘jaligi mashinalarida qo‘llaniladigan kesuvchi ishchi organlarning mustahkamligi va chidamliligini oshirish masalalari yoritilgan. Borli po‘latlar, induksion qotirish, plazma nitridlash va turli yuqori qattiqlikka ega qoplamalar (WC-Co, TiN, CrN, DLC)ning afzalliklari taqqoslangan. Shuningdek, kompozit pichoqlar, almashtiriladigan uchli konstruksiyalar, sensorli monitoring tizimlari, biomimetik shakllar va 3D-printing texnologiyalarining istiqbollari muhokama qilingan. Qisqa, o‘rta va uzoq muddatli strategiyalar asosida samaradorlikni oshirish bo‘yicha takliflar berilgan.

Kalit so‘zlar. qishloq xo‘jaligi mashinalari, kesuvchi ishchi organlar, borli po‘lat, induksion qotirish, plazma nitridlash, qoplamalar, biomimetika, 3D-printing

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения прочности и износостойкости режущих рабочих органов сельскохозяйственных машин. Сравниваются преимущества борсодержащих сталей, индукционной закалки, плазменного азотирования и различных покрытий с высокой твердостью (WC-Co, TiN, CrN, DLC). Также обсуждаются перспективы применения композитных ножей, сменных режущих элементов, сенсорных систем мониторинга, биомиметических форм и технологий 3D-печати. Предложены стратегии повышения эффективности в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Ключевые слова. Сельскохозяйственные машины, режущие органы, борсодержащая сталь, индукционная закалка, плазменное азотирование, покрытия, биомиметика, 3D-печать.

Abstract. The article discusses methods of improving the durability and wear resistance of cutting tools used in agricultural machinery. The advantages of boron steels, induction hardening, plasma nitriding, and high-hardness coatings (WC-Co, TiN, CrN, DLC) are compared. Prospects for composite blades, replaceable tips, sensor-based monitoring systems, biomimetic designs, and 3D-printing technologies are explored. Strategic approaches for enhancing efficiency in the short, medium, and long term are proposed.

ISSN 3030-3907

Keywords. Agricultural machinery, cutting tools, boron steel, induction hardening, plasma nitriding, coatings, biomimetics, 3D-printing

Kirish

Qishloq xo‘jaligi mashinalarining samaradorligi ko‘p jihatdan ularning asosiy ishchi organlari – tuproqni qayta ishlash, o‘simliklarni parvarishlash va hosil yig‘im-terimida ishlatiladigan kesuvchi detallarning mustahkamligi va chidamliligiga bog‘liq. Ushbu organlar doimo qattiq zarrachalar, toshlar, yuqori bosim va tebranish ta’sirida ishlaydi. Natijada tez yeyilish, sinish yoki shaklini yo‘qotish holatlari yuzaga keladi. Bu esa mashinaning umumiy ishlash ko‘rsatkichlarini pasaytiradi, yonilg‘i sarfini oshiradi hamda texnik xizmat xarajatlarini ko‘paytiradi.

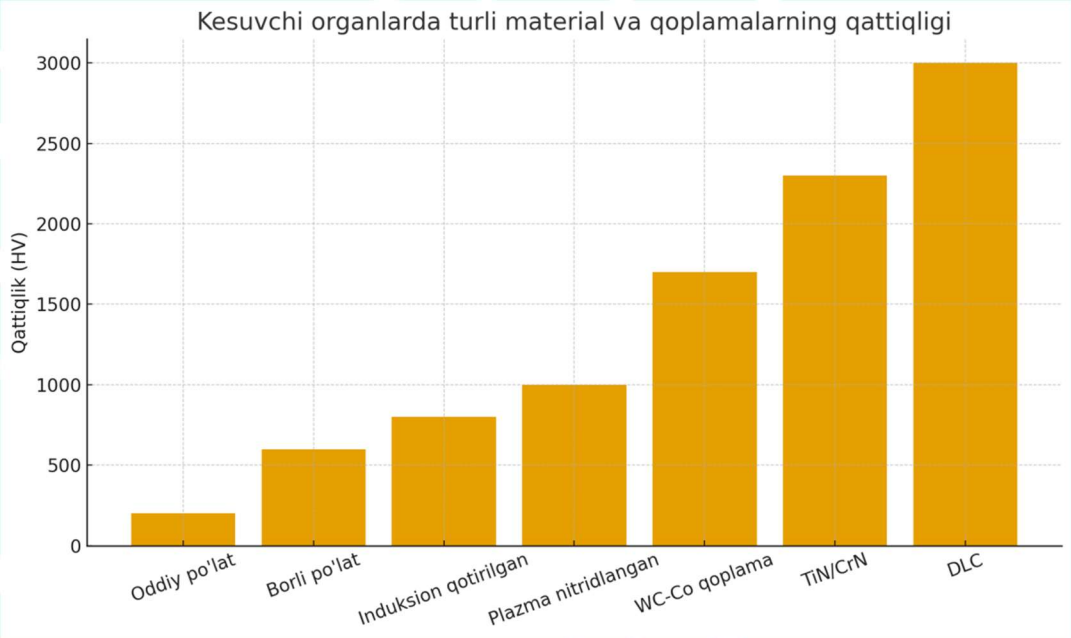
Zamonaviy ilm-fan va texnologiyalar kesuvchi ishchi organlarning xizmat muddatini uzaytirish, ularni ishqalanish va zarbalarga chidamli qilish yo‘llarini taklif etmoqda. Issiqlik ishlovi, induksion qotirish, plazma nitridlash kabi an’anaviy usullar bilan bir qatorda, yuqori samarador qoplamalar, kompozit materiallar, biomimetik shakllar va 3D-printing kabi innovatsion yechimlar tobora keng joriy etilmoqda.

Mazkur maqolada kesuvchi ishchi organlarning mustahkamligini oshirishga doir zamonaviy va innovatsion yondashuvlar tahlil qilinadi, ularning samaradorligi, afzalliklari va istiqbollari muhokama qilinadi.

Qishloq xo‘jaligi mashinalarida qo‘llaniladigan kesuvchi ishchi organlar (pichoqlar, disklar, tishli elementlar) juda og‘ir sharoitda ishlaydi. Ular doimo tuproqdagi qattiq zarrachalar, toshlar, tebranish va katta bosim ta’sirida qoladi. Natijada yuzalar tez yeyiladi, qirralar o‘tkirligini yo‘qotadi va sinishi sodir bo‘ladi. Bular mashina samaradorligini pasaytiradi, yonilg‘i sarfini oshiradi va texnik xizmat xarajatlarini ko‘paytiradi. Shu sababli, kesuvchi organlarning **mustahkamligini oshirish**, ya’ni sinishga chidamliligi, va **qattiqligini kuchaytirish**, ya’ni yuzasining ishqalinishda yeyilishiga qarshiligi bugungi kunning dolzarb muammolaridan biridir.

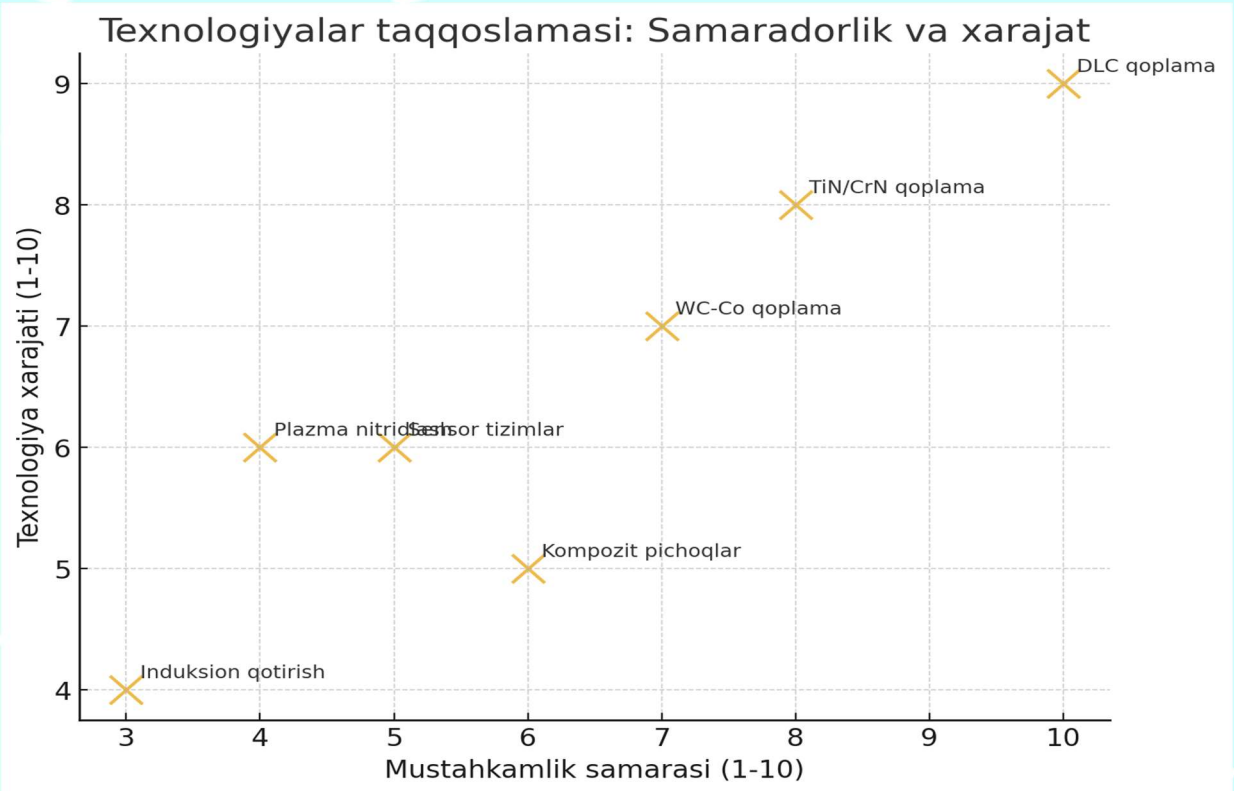
Birinchi navbatda, materiallarni tanlab olish katta ahamiyatga ega. Zamonaviy borli po‘latlar (masalan, 30MnB5, 38MnSiB) issiqlik ishlovidan so‘ng HRC 55–60 qattiqlik darajasiga yetadi va yuqori chidamlilikka ega bo‘ladi. Shuningdek, kesuvchi organlarning faqat ishchi qismini induksion qotirish orqali mustahkamlash ham samarali yechim hisoblanadi. Bu jarayonda 2–5 mm sirt qatlami 850–950 °C gacha qizdirilib, tez sovutiladi va natijada martensit qatlam hosil bo‘ladi. Ushbu qatlamning mikroyoriqlarga qarshi chidamliligi oddiy metallga qaraganda 2–3 baravar yuqori bo‘ladi. Bundan tashqari, plazma nitridlash texnologiyasi yordamida yuzaning 0,3–0,6 mm chuqurligida HV 800–1200 gacha bo‘lgan qattiq qatlam hosil qilinadi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Kesuvchi organlarda turli material va qoplamalarning qattiqligi

Keyingi yo‘nalish – sirtni qoplamalar bilan mustahkamlash. Masalan, volfram karbidi (WC-Co) purkash orqali qattiqlik HV 1500–1800 darajaga yetadi, bu esa oddiy po‘latdan 10 baravar yuqori ishqalanishda yeyilishga chidamlilikni ta’minlaydi. Nanotexnologiyalar asosida yaratilgan TiN yoki CrN qoplamalari HV 2000–2500 gacha qattiqlikka ega bo‘lib, ishqalanish koeffitsiyenti 0,2–0,25 atrofida bo‘ladi. Eng innovatsion usullardan biri – DLC (Diamond-Like Carbon) qoplamalaridir. Bunday qatlamlarning qattiqligi HV 3000 gacha yetadi va ishqalanish koeffitsiyenti 0,05–0,1 bo‘lib, ular juda yuqori samaradorlik beradi.



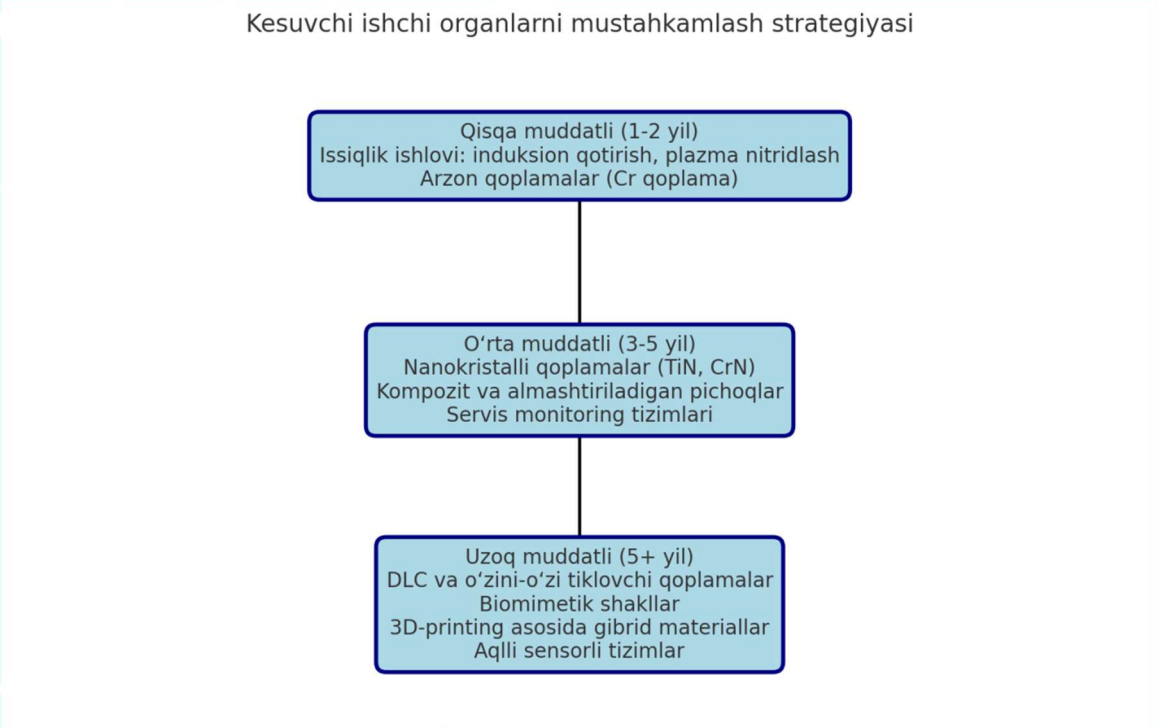
2-rasm. Texnologiyalarni taqqoslash sxemasi

ISSN 3030-3907

Konstruktiv yechimlarga to‘xtaladigan bo‘lsak, almashtiriladigan uchli pichoqlar katta iqtisodiy va texnik foyda beradi. Bunda asosiy korpus saqlanib qoladi, faqat yeyilgan qismi almashtiriladi. Bu texnik xizmat vaqtini 40–50% ga qisqartiradi. Shuningdek, kompozit pichoqlar ham keng qo‘llanishi mumkin: ularning asosiy qismi past uglerodli po‘latdan tayyorlanib (elastiklik uchun), ishchi yuza qismi qattiq qotishma bilan mustahkamlanadi. Bu ikki qatlamli tuzilma zarbalarni yutadi va bir vaqtning o‘zida yuqori qattiqlikni ta’minlaydi.

Innovatsion yondashuvlardan biri – sensor va aqlli tizimlardan foydalanishdir. Kesuvchi organlarga piezoelektr datchiklar o‘rnatilsa, ular bosim, tebranish va ishqalanishda yeyilish darajasini real vaqt rejimida o‘lchab beradi. RFID-chiplar esa har bir detalning hayot siklini qayd etadi: qachon ishlab chiqarilgani, qancha ishlatilgani va qachon almashtirish kerakligi haqidagi ma’lumotni saqlaydi. Bu usul xizmat muddatini optimallashtiradi va mashinalarning ishdan chiqish vaqtini 20–30% ga kamaytiradi.

Shuningdek, biomimetik yondashuv ham katta istiqbolga ega. Tabiatdagi chayon, chigirtka yoki boshqa hasharotlarning tishlari shaklidan ilhomlanib yaratilgan asimmetrik kesuvchi qirralar tuproq qarshiligini 15–20% kamaytirishi mumkin. Tishli shakllar esa kesish jarayonini yengillashtirib, energiya sarfini pasaytiradi. Kompyuterli CAE va CFD modellashtirish yordamida kesish burchagi optimallashtiriladi (odatda 15–25° oralig‘ida), natijada traktorning yonilg‘i sarfi ham kamayadi.



3-rasm. Kesuvchi ishchi organlarni mustahkamlash strategiyasi

Yana bir innovatsion yo‘nalish – gibrid materiallar va 3D-printing texnologiyalaridir. Metall-keramika kompozitlari (cermetlar) metallning elastikligi

ISSN 3030-3907

va keramik qattiqligini birlashtiradi. 3D-printing (SLM – Selective Laser Melting) yordamida ichki g‘ovak strukturalarga ega yengil, ammo mustahkam detallarga erishish mumkin. Bu orqali organ vazni 20–30% kamaytiriladi, sirt esa faqat ishchi qismida qotiriladi.

Oddiy po‘lat eng past qattiqlikka ega bo‘lib (HV ~200), tez yeyiladi. Borli po‘latlar va induksion qotirish orqali sirt qatlami HV 600–800 gacha mustahkamlanadi, plazma nitridlash esa qattiqlikni HV 1000 atrofida ta’minlaydi. Maxsus qoplamalar esa ancha yuqori natija beradi: volfram karbidi WC-Co qoplamalar HV 1700, TiN/CrN qoplamalari HV 2300, eng ilg‘or texnologiya hisoblangan DLC qoplamalar esa HV 3000 ga yetadi. Texnologiyalarni samaradorlik va xarajat nuqtayi nazaridan solishtirganda, induksion qotirish va plazma nitridlash arzon, ammo samaradorligi o‘rtacha usullar sanaladi. WC, TiN va CrN qoplamalar yuqori chidamlilikni beradi, lekin tannarxi ham yuqoriroq. DLC eng yuqori samaradorlikka ega, ammo eng qimmat variantdir. Shu sababli, o‘rtacha narx va yuqori samaradorlikni birlashtiradigan TiN va CrN qoplamalar eng maqbul yechim sifatida ajralib turadi. Bu texnologiyalarni joriy etishda strategik yondashuv bosqichma-bosqich bo‘lishi kerak: qisqa muddatda (1–2 yil) issiqlik ishlovi va oddiy qoplamalar qo‘llanadi, o‘rta muddatda (3–5 yil) nanokristalli qoplamalar, kompozit pichoqlar va servis monitoring tizimlari tatbiq etiladi, uzoq muddatda esa (5+ yil) DLC, o‘zini-o‘zi tiklovchi qoplamalar, biomimetik shakllar hamda 3D-printing asosida ishlab chiqilgan aqlli sensorli tizimlar keng joriy etiladi. Shu tarzda qisqa muddatda tezkor natija, o‘rta muddatda barqaror samaradorlik, uzoq muddatda esa eng ilg‘or innovatsion yechimlarga erishish mumkin bo‘ladi.

Xulosa qilib aytganda, kesuvchi ishchi organlarning samarali ishlashi uchun bir nechta texnologiyalarni uyg‘unlashtirish zarur: induksion qotirish va nitridlash asosiy qattiqlikni ta’minlaydi, nanokristalli yoki karbon asosidagi qoplamalar ishqalanishda yeyilishga chidamlilikni 5–10 baravar oshiradi, modulli konstruksiyalar texnik xizmatni osonlashtiradi, sensor tizimlar esa detalning ishlash muddatini kuzatib, xizmat samaradorligini oshiradi. Innovatsion shakllar va biomimetik yondashuvlar energiya tejamkorligini oshirib, qishloq xo‘jaligi texnikasining umumiy samaradorligini sezilarli darajada yaxshilaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Davis, J. R. (Ed.). Surface Hardening of Steels: Understanding the Basics. ASM International, 2002.
2. Holmberg, K., Matthews, A. Coatings Tribology: Properties, Techniques and Applications in Surface Engineering. Elsevier, 2009.
3. Totten, G. E., Howes, M. A. H., Inoue, T. Handbook of Residual Stress and Deformation of Steel. ASM International, 2002.

ISSN 3030-3907

4. Zhang, S., Wang, Q., & Song, L. "Recent progress of DLC coatings for biomedical applications." Materials Science and Engineering: C, 2017.
5. Denkena, B., Köhler, J., & Ventura, C. Innovative Cutting Tools for Future Agricultural Engineering. Springer, 2015.
6. Eshonqulov, U. (2023). TEMIR TARKIBLI XOM ASHYODAN VA MA'DANLARDAN TEMIRNI AJRATIB OLISHNING TEXNOLOGIK O 'LCHAMLARINI TADQIQ QILISH VA ANIQLASH. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 1(02).
7. Kh, E. U. (2023). TECHNOLOGY FOR OBTAINING REDUCED IRON FROM PYRITE CINDERS. Western European Journal of Modern Experiments and Scientific Methods, 1(4), 120-125.
8. Khasanov, A. S., Eshonqulov, U. X., & Khojiev Sh, T. (2022). Technology for the Reduction of Iron Oxides in Fluidized Bed Furnaces. Technology, 6(12), 23-29.
9. Эшонкулов, У. Х. У. (2022). ХАРАКТЕРИСТИКА И ТИПЫ ЖЕЛЕЗНЫХ СЫРЁ. BARQARORLIK VA YETAKCHI TADQIQOTLAR ONLAYN ILMIY JURNALI, 2(11), 303-308.
10. Хасанов, А. С., Эшонкулов, У. Х., & Каюмов, О. А. (2023). ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ИЗ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЫХ СЫРЬЁ И РУДЫ. BARQARORLIK VA YETAKCHI TADQIQOTLAR ONLAYN ILMIY JURNALI, 3(4), 291-298.
11. Хасанов, А. С., & Эшонкулов, У. Х. (2023). ПОДГОТОВКА ИСХОДНОГО ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ К ПЕРЕРАБОТКЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ. ARXITEKTURA, MUHANDISLIK VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR JURNALI, 2(4), 34-46.
12. Eshonqulov, U. K. O. G. L., Umirzoqov, A. A., Khodjakulov, A. M., & Quziyev, H. J. (2021). DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGICAL SCHEME OF SAMPLE ENRICHMENT TITANIUM-MAGNETIC ORE OF THE TEBINBULAK DEPOSIT. Scientific progress, 2(7), 407-413.
13. Эшонкулов, У. Х., & Турдиев, Ж. Н. (2023). ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ШЛАМОВ. ARXITEKTURA, MUHANDISLIK VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR JURNALI, 2(1), 32-36.
14. Abdurashid Khasanov, & Uchkun Eshonkulov. (2023). STUDY OF METHODS OF IRON SEPARATION FROM IRON-CONTAINING RAW MATERIALS. Best Journal of Innovation in Science, Research and

ISSN 3030-3907

Development, 2(11), 119–123. Retrieved from https://www.bjisrd.com/index.php/bjisrd/article/view/818

15. Eshonqulov, U. X. (2023). TEMIR TARKIBLI XOM ASHYODAN VA MA'DANLARDAN TEMIRNI AJRATIB OLISHNING TEXNOLOGIK O'LCHAMLARINI TADQIQ QILISH VA ANIQLASH. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 1(2), 64-69.

16. Eshonqulov, U. (2023). TEMIR TARKIBLI XOM ASHYODAN VA MA'DANLARDAN TEMIRNI AJRATIB OLISHNING TEXNOLOGIK O 'LCHAMLARINI TADQIQ QILISH VA ANIQLASH. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 2(01).

17. Хасанов, А. С., & Эшонкулов, У. Х. (2023). ПОДГОТОВКА К ОБОГАЩЕНИЮ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗА. Western European Journal of Modern Experiments and Scientific Methods, 1(4), 143-151.

18. Эшонкулов, У. Х., Каюмов, О. А., & Хакимов, К. Ж. (2022). Изучение Технологии Прямого Восстановления Железа.

ISSN 3030-3907