

**ANDIJON DAVLAT TEXNIKA INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY
DARAJALAR BERUVCHI PhD 03/2025.27.12.T.18.01 RAQAMLI ILMIY
KENGASH ASOSIDAGI FAN DOKTORI (DSc) ILMIY DARAJASINI
BERUVCHI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

ANDIJON DAVLAT TEXNIKA INSTITUTI

XASHIMOV XALIMJON XAMIDJANOVICH

**ARRALI JIN MASHINASI ISH UNUMINI OSHIRISH MAQASADIDA,
ISHCHI KAMERA DETALLARI RESURSINI OSHIRISHNING
ILMIY ASOSLARI**

05.02.03 – Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va robototexnika tizimlari

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Andijon – 2026 yil

Texnika fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi
Оглавление автореферата диссертации доктора (DSc) технических наук
Contents of dissertation abstract of Doctor of Science (DSc) on Technical
Sciences

Xashimov Xalimjon Xamidjanovich

Arrali jin mashinasi ish unumini oshirish maqsadida, ishchi kamera detallari
resursini oshirishning ilmiy asoslari..... 3

Хашимов Халимжон Хамиджанович

Научные основы повышения ресурса деталей рабочей камеры с целью
повышения производительности пильного джина..... 31

Khashimov Khalimjon Khamidjanovich

Scientific basis for increasing the resource of working chamber parts in order
to increase the productivity of the saw gin..... 61

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 65

**ANDIJON DAVLAT TEXNIKA INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY
DARAJALAR BERUVCHI PhD 03/2025.27.12.T.18.01 RAQAMLI ILMIY
KENGASH ASOSIDAGI FAN DOKTORI (DSc) ILMIY DARAJASINI
BERUVCHI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

ANDIJON DAVLAT TEXNIKA INSTITUTI

XASHIMOV XALIMJON XAMIDJANOVICH

**ARRALI JIN MASHINASI ISH UNUMINI OSHIRISH MAQSADIDA,
ISHCHI KAMERA DETALLARI RESURSINI OSHIRISHNING
ILMIY ASOSLARI**

05.02.03 – Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va robototexnika tizimlari

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Andijon – 2026 yil

Texnika fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.3.DSc/T829 raqam bilan ro'yhatga olingan.

Dissertatsiya Andijon davlat texnika institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Andijon davlat texnika instituti huzuridagi Ilmiy Kengashning veb-sahifasida (www.astiedu.uz) va "ZiyoNet" Axborot ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan

Ilmiy maslahatchi:

Qosimov Karimjon Zuxridinovich
Texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Muxammadiev Davlat Mustafaevich
Texnika fanlari doktori, professor

Sarimsakov Akramjon Usmanovich
Texnika fanlari doktori, dotsent

Dunyashin Nikolay Sergeyevich
Texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

Farg'ona davlat texnika universiteti

Dissertatsiya himoyasi Andijon davlat texnika instituti huzuridagi ilmiy daraja beruvchi PhD 03/2025.27.12.T.18.01 raqamli Ilmiy Kengash asosidagi fan doktori (DSc) ilmiy darajasini beruvchi bir martalik ilmiy Kengashning 2026 yil «25» 09 soat 14:00 dagi majlisida bo'lib o'tadi. Manzil: 170119, Andijon shahri, Boburshoh ko'chasi, 56-uy. Tel: (99874) 223-43-67; faks: (99874) 223-43-67; e-mail: info@astiedu.uz; e-xat: asti@exat.uz

Dissertatsiya bilan Andijon davlat texnika institutining Axborot resurs markazida tanishish mumkin (5 -raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 170119, Andijon shahri, Boburshoh ko'chasi, 56-uy. Tel: (99891) 612-30-06; faks: (99874) 223-43-67; e-mail: asti-arm@umail.uz).

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil «10» 09 kuni tarqatildi.
(2026 yil «10» 09 dagi № 5 -raqamli reestr bayonnomasi).



U.M.Turdialiyev
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy
kengash raisi, t.f.d., professor

Sh.X.Yo'ldashev
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
ilmiy kotibi, t.f.f.d., dotsent

K.Yuldashev
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy
kengash qoshidagi ilmiy seminar
raisi, t.f.d.

KIRISH (fan doktori (DSc) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda paxta tolasining tabiiy xususiyatlarini saqlab qolish hamda sifat ko'rsatkichlarini yaxshilashga qaratilgan energiya-resurstejamkor texnologiya va texnika vositalarini qo'llash yetakchi o'rinlardan birini egallamoqda. «Dunyo miqyosida paxta yetishtirish hajmi taxminan 26 mln. tonnani tashkil etishi va iste'mol hajmi 25,7 mln. tonnadan ziyod bo'lishi kutilayotganligini hisobga olsak»¹, paxta xomashyosini qayta ishlash jarayonlarini takomillashtirish hamda tolalarning tabiiy xususiyatlarini saqlab qolishga xizmat qiluvchi texnologiyalarni amaliyotga joriy etishni taqozo etadi. Shu jihatdan paxta tozalash jarayonida tolaning tabiiy xususiyatlari va sifat ko'rsatkichlarini saqlab qolish, texnologik jarayonlar davomida tolaga ko'rsatiladigan mexanik ta'sirlarni kamaytirish, energiya va resurslardan oqilona foydalanishni ta'minlovchi zamonaviy texnika vositalari hamda qurilmalarni qo'llash, shuningdek ularning konstruktiv va texnologik parametrlarini takomillashtirish orqali ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va yuqori sifatli mahsulot olish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Jahonda paxta xomashyosini qayta ishlash jarayonlarini takomillashtirish, tola va chigitning dastlabki sifat ko'rsatkichlarini saqlash, texnologik uskunalarning ish unumdorligi va ishonchliligini oshirishga yo'naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, paxta xomashyosini qayta ishlashda energiya va material sarfini kamaytirish, texnologik jarayonlar samaradorligini oshirish, ishchi organlarning yeyilishga chidamliligi va xizmat muddatini uzaytirish, ixcham, konstruktiv jihatdan sodda hamda zamonaviy avtomatlashtirilgan uskunalar yaratish, shuningdek tola va chigit sifatini boshqarish imkonini beruvchi ilg'or texnologiyalarni ishlab chiqish va ishlab chiqarishga joriy etish orqali mahsulot sifatini yaxshilash hamda ishlab chiqarish tannarxini pasaytirish masalalariga alohida e'tibor berilmoqda.

Respublikamizda paxta tolasini sifatini oshirish, konstruktiv jihatdan sodda va samaradorligi yuqori texnologiyalardan keng foydalanish, shuningdek ushbu yo'nalishda yangi texnologik yechimlarni yaratish va amaliyotga joriy etish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-60-son Farmonida keltirilishicha, "O'zbekistondagi jami paxta maydonlari 1 mln. gektardan iborat bo'lib, hosildorlik har bir gektariga 590 kg dan to'g'ri keladi, 0,59 mln. tonna paxta tolasini ishlab chiqarilgan bo'lsa, uning iste'moli esa 0,6 mln. tonnani, eksport hajmi 0,015 mln. tonnani, import hajmi esa 0,004 mln. tonnani tashkil etmoqda". 2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida, jumladan «To'qimachilik sanoati mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini 2 baravarga ko'paytirish»² bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu

¹ International cotton advisory committee. Washington, From the Secretariat of the ICAC. https://www.alchempro.com/news/textile-news/icac-holds-world-cotton-production-at-26-mt-consumption-at-25-7-mt-303069-newsdetails.htm?utm_source.

² O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida" gi Farmoni.

vazifalarini amalga oshirishda, jumladan, tola va chigitning dastlabki sifat ko'rsatkichlarini saqlash va jarayonlarning energiya sarfini kamaytirish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi 2022–2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi PF-60-son Farmoni, 2022-yil 21-yanvardagi "To'qimachilik va tikuv-trikotaj korxonalarida chuqur qayta ishlash va yuqori qo'shilgan qiymatli tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishni hamda ularning eksportini rag'batlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-53-son Farmoni, 2023-yil 10-yanvardagi "Paxta-to'qimachilik klasterlari faoliyatini qo'llab-quvvatlash, to'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini tubdan isloh qilish hamda sohaning eksport salohiyatini yanada oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-2-son Farmoni, 2022-yil 7-iyuldagi "Paxta hosildorligini oshirish, paxta yetishtirishda ilm va innovatsiyalarni joriy qilishning qo'shimcha tashkiliy chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-308-son qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishi ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Dissertatsiya ishi bo'yicha tadqiqotlar respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining II. «Energetika, energiya va resurstejamkorlik» ustuvor yo'nalishiga mos keladi.

Dissertatsiya mavzusi bo'yicha xorijiy ilmiy-tadqiqotlar sharhi³.

Paxta tolasini chigitdan ajratish texnologiyalarini takomillashtirish, samaradorligini oshirish, yangi resurstejamkor texnika va texnologiyalarni yaratish hamda tola va chigit sifatini yaxshilashga qaratilgan fundamental tadqiqotlar dunyoning yetakchi ilmiy markazlari va kompaniyalari, jumladan, AQSh, Braziliya, Hindiston, Rossiya, Tojikiston, Xitoy, Turkiya, Bangladesh, Misr va Avstraliya kabi davlatlardagi ilmiy-tadqiqot institutlari va injiniring kompaniyalari tomonidan faol olib borilmoqda. Ushbu sohadagi ilmiy izlanishlarga AQShdagi American Association for Laboratory Accreditation, North Carolina State University The Nonwovens Institute, Florida State University Textile Testing Lab, Texas Tech University, Fiber & Biopolymer Research Institute, Louisiana State University Cotton Fiber Laboratory, Gaston College, Fiber Innovation Center; Braziliyadagi

³<https://a2la.org>; thenonwovensinstitute.com; jimmorancollege.fsu.edu/textile-lab; itc.ttu.edu/fbri; lsuagcenter.com; gaston.edu/fic; Passos, A., Neto, R. and Tavares, M. (2020) Solid State NMR Applied to Evaluate Fibers Cotton. *Materials Sciences and Applications*, 11, 591-599. doi:10.4236/msa.2020.118039; Fassihi, A. and Hunter, L. (2016) Application of an Automatic Yarn Dismantler to Track Changes in Cotton Fiber Properties during Full Scale Processing of Cotton into Carded Yarn. *Journal of Natural Fibers*, 13, 555-564. <https://doi.org/10.1080/15440478.2015.1083925>; <https://cicr.org.in/>; <https://cyberleninka.ru/article/n/formalizatsiya-i-analiz-tehnologicheskikh-protseessov-pervichnoy-pererabotki-hlopka-syrtsa/viewer>; <https://cyberleninka.ru/article/n/formalizatsiya-i-analiz-tehnologicheskikh-protseessov-pervichnoy-pererabotki-hlopka-syrtsa/viewer>; <https://www.tut.tj/wp-content/>; <https://www.science-direct.com/science/article/abs/pii/S0926669019302602>; Çoban, Mehmet. (2015). Cotton Production of Turkey & Role of Nazilli Cotton Research Institute; <http://cdb.sreepur.gazipur.gov.bd/en>; http://www.arc.sci.sg/Insts-Labs/Pub_Details.aspx?OrgID=2&PUB_ID=68894&lang=en; <https://www.dpi.nsw.gov.au/dpi/about-us/research-and-development/centres/narrabri-australiancotton-research-institute-acri>; <https://www.niphaindia.com/airseparator.php>; <https://bajajngp.com/>; <https://cherokeefab.com/>; <https://www.lum-mus.com/>; <https://www.continentaleagle.com.au/>; <https://www.sdmj.com.cn/en/cotton-processing.html>; <https://www.china-lebon.com/95.html>; <https://www.export-hub.com/product/highquality-cottonginning-machine-1741.html>

Institute of Macromolecules Professor Eloisa Mano, Federal University of Pelotas, Federal University of Ceara; Hindistondagi ICAR Central Institute for Cotton Research; Rossiya'dagi Volgograd davlat agrar universiteti; Tojikistondagi Qulab texnologiya va innovatsiya menejmenti instituti; Xitoydagi State Key Laboratory of Crop Biology/Agronomy College, Shandong Agricultural University, Taian, Shandong, Heze Academy of Agricultural Sciences; Turkiya'dagi Cotton Research Institute; Bangladeshdagi Textile Vocational Institute; Misrdagi Cotton Research Institute; Avstraliya'dagi Narrabri: Australian Cotton Research Institute kabi nufuzli tashkilotlar kiradi. Shuningdek, Hindistondagi Nipha, Bajaj Steel Industries Limited; AQShdagi Cherokee, Lummus Ag Solutions, Continental Eagle Pty Ltd.; Xitoydagi Shandong Swan Cotton Industrial Machinery Stock Co., Ltd., Qingdao Lebon Industry Co., Ltd.; Pokistondagi Haseeb Ramzan Agri Mech Eng Company kabi injiniring kompaniyalari ham ushbu tadqiqotlarga o'z hissasini qo'shmoqda.

Tola ajratish jarayonini yanada rivojlantirish, arrali jin mashinasi elementlari va uning asosiy ishchi qismlarini takomillashtirish hamda sifatli tola olishga qaratilgan mashinaning ishchi qismlarini optimallashtirish bo'yicha jahon miqyosidagi ilmiy tadqiqotlar natijasida quyidagi muhim yutuqlar qayd etilgan:

To'qimachilik muhandislik institutlari – North Carolina State University, College of Textiles (AQSh); Indian Institute of Technology, Department of Textile and Fibre Engineering (Hindiston); University of Manchester, School of Materials (Buyuk Britaniya) kabi nufuzli ta'lim muassasalarida to'qimachilik sanoati, jumladan, paxtani qayta ishlash va mashinalarni loyihalash masalalariga alohida e'tibor qaratilgan.

Texnika va politexnika institutlari – National Institute of Technology (NIT); Technical University of Liberec, Faculty of Textile Engineering (Chexiya); Southern Institute of Technology (Yangi Zelandiya) kabi oliy ta'lim muassasalarida paxta texnologiyalari va mashinasozligi bo'yicha ta'lim dasturlari taklif qilinishi mumkin.

Tarmoq tashkilotlari va ilmiy markazlar – Cotton Incorporated (AQSh) – paxta mashinasozligi va to'qimachilikni qayta ishlash sohasida ilmiy-tadqiqot va innovatsiyalarni amalga oshiradi; The International Cotton Advisory Committee (ICAC) – butun dunyo bo'ylab ilmiy-tadqiqot institutlarini qo'llab-quvvatlaydi; All India Cotton Development Council (Hindiston) – paxta texnologiyalarini rivojlantirishga qaratilgan tadqiqotlar olib boradi. Ushbu tashkilotlarning faoliyati, asosan, paxta texnologiyasi va mashinasozligini rivojlantirishga qaratilgan.

Dunyo miqyosida paxta sanoati va paxta mashinasozligiga ixtisoslashgan, shuningdek to'qimachilik va qishloq xo'jaligi muhandisligi yo'nalishidagi ko'plab ilmiy markaz va universitetlarda paxtani dastlabki qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. Xususan, arrali jin mashinasining ishchi qismlarini takomillashtirish, uning unumdorligini oshirish hamda tola va chigitning tabiiy sifat ko'rsatkichlarini saqlab qolish ustuvor yo'nalishlar hisoblanadi.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Paxta sanoati uchun mo'ljallangan texnologik mashinalarni takomillashtirish, yangi samarador konstruksiyalarni ishlab chiqish, ularning ishlash jarayonlarini kinematik va dinamik jihatdan tahlil qilish,

shuningdek paxta tolasining tabiiy sifat ko'rsatkichlarini saqlagan holda texnologik mashinalarning ishchi organlari va optimal harakat rejimlarini aniqlash masalalari bo'yicha xorijiy olimlar tomonidan keng qamrovli ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Xususan, S.Z. Hall, T. Elliot, S.E. Hughs, R.N. Rakoff, A.V. Stanley, R.G. Hardin, P.A. Funk va boshqa shuningdek O'zbekistonda R. Mustafin, M.S. Eshonov, G.I. Miroshnichenko, R. Burnashev, R. Murodov, S.D. Boltaboyev, R.G. Mahkamov, I.T. Maqsudov, A.A. Jo'rayev, B.M. Mardonov, Sh.U. Rahmatkoriev, I.G. Shin, X.T. Ahmadxo'jayev, D.M. Muhammadiev, M.T. Tillaev, N.G. Gulidov, R.Sh. Sulaimonov, Sh.Sh. Hakimov, S.Z. Yunusov va boshqa olimlar tomonidan jinlash jarayonida chigit va paxta tolasini sifatiga salbiy ta'sir etuvchi omillarni kamaytirish, arrali jin mashinalarining ish unumdorligini oshirish, ularni resurstejamkor uzal va qismlar bilan jihozlash hamda energiya sarfini qisqartirishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar olib borilgan.

Lekin, amalga oshirilgan tadqiqotlarda arrali jin va linter mashinalarida qo'llaniladigan kolosniklarning ishresursini oshirish masalalari yetarli darajada kompleks o'rganilmagan. Yuqoridagilarni hisobga olgan holda, mazkur ishda arrali jin va linter mashinalarida kolosniklarning yeyilgan ishchi yuzalarini yeyilishga chidamli qatlam bilan payvandlab qoplash orqali ularning xizmat muddatini oshirish, shuningdek, arra disklarini qistirma yordamida mahkamlash va kolosnikni tayanchga tebranuvchi qilib o'rnatish bo'yicha konstruktiv yechimlarni ishlab chiqish maqsadida ilmiy-tadqiqotlar olib borish rejalashtirildi. Tadqiqotlar jarayonida payvandlab qoplangan yuzaning fizik-mexanik xossalari qatlamning tarkibi, strukturasi va qattqlik darajasining ta'sirini aniqlash hamda kolosniklarning yeyilishga chidamliligini baholash ko'zda tutilgan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.

Dissertatsiya tadqiqoti Andijon davlat texnika instituti "Texnologik mashinalar va mehnat muhofazasi" kafedrasining "Mashinasozlik korxonalaridagi texnologik mashinalar va jihozlar detallarini ta'mirlash va texnik xizmat ko'rsatish" mavzusidagi ishlari rejasi va EOT-A_{tex} - 2018-85 "Zamonaviy kompozitsion materiallarni qoplab mashina detallari resursini orttirish texnologiyasi parametrlarini asoslash" (2018-2019 yy.) mavzusidagi amaliy loyiha hamda 2021 – 2022-yillarga mo'ljallangan, Innovatsion rivojlanish vazirligining №145/14 «Mashinalarning asoslangan tarkibli materialli ishchi organlarini (plug lemexi, jin mashinasi kolosnigi va ekskavator cho'mich tishlari) ishlab chiqarishni tashkil etish» mavzusidagi tijoratlashtirishga tayyorlash loyihasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi tola ajratish mashinasining ishchi kamerasini takomillashtirish orqali kolosniklar va arralar aro qistirmalarni ish resursini oshirish va mahsulot sifatini yaxshilashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Tola ajratish mashinasi ishchi kamerasini takomillashtirish orqali ishchi organlarining ish resursini oshirish bo'yicha mavjud texnologiyalar, konstruktiv yechimlar va ilgari olib borilgan ilmiy tadqiqotlarni tahliliy o'rganish;

kolosniklarning yeyilishiga ta'sir etuvchi kuchlarni tahlil qilish hamda ularning yeyilishi arra diskining bosim kuchi, kolosnik va arra diski orasidagi nisbiy sirpanish tezligi va kolosnik materiali qattiqligiga bog'liqligini nazariy asoslash;

kolosniklarning ish resursini oshirishga qaratilgan detallarga ta'sir etuvchi bosim kuchini kamaytiruvchi konstruksion, materiali qattiqligini oshiruvchi ishlov berish usulini tanlashga asoslangan texnologik hamda qatlam tarkibiga legirlovchi elementlarni kiritishga asoslangan materialshunoslik yechimlarini qo'llash orqali ularning yeyilishga chidamliligini oshirish usullarini ishlab chiqish;

tavsiya etilgan yechimlar asosida kolosniklarga ta'sir etuvchi kuchlarni kamaytirish orqali kolosniklar va arralararo qistirmalarning yeyilishini kamaytirish hamda mahsulot sifatiga ta'sirini aniqlash bo'yicha tajribaviy va ishlab chiqarish sinovlarini o'tkazish, olingan natijalar asosida empirik bog'lanishlarni ishlab chiqish;

ishlab chiqilgan konstruktiv yechimlar va texnologiyalar asosida ishchi kamera detallarining yeyilishga chidamliligini oshirishning texnik-iqtisodiy samaradorligini baholash.

Tadqiqot ob'ekti sifatida tola ajratish mashinasining ishchi kamerasida joylashgan kolosniklar hamda arrali silindr konstruksiyasi olingan.

Tadqiqotning predmeti yeyilgan kolosniklarni payvandlab qayta tiklash, kolosniklarni tayanchga tebranuvchi qilib o'rnatish hamda arralararo qistirma va arra disklari o'zaro mahkamlash tizimini takomillashtirish orqali ishchi kamera detallarining yeyilishga bardoshlilikini va xizmat muddatini oshirishdan iborat.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida matematikaviy hisoblash qoidalari, nazariy mexanika qonuniyatlari, statistik tahlil usullari, fizikaning fundamental qonun va qoidalaridan foydalanilgan. Ilmiy izlanishlar klassik mexanika qoidalari, matematik tahlil va usullari, eksperimental tadqiqotlar O'zDSt 615:2008, O'zDSt 644:2006, O'zDSt 592:2008, O'zDSt 593:2008, GOCT 5640-68, GOCT 10243-75, GOCT 23.224-86, GOCT 27611-88, GOCT 18895-97, GOCT 9012-59, GOCT 9013-59 kabi standartlar asosida amalga oshirildi. Olingan natijalarni baholashda matematik statistika qoidalaridan va kompyuterning Word va Excel programmalaridan foydalanildi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

jinlash mashinasi ishchi kamerasi kolosniklarini tebranuvchi qilib mahkamlash orqali takomillashtirilib, unga yon tomondan ta'sir etuvchi bosim kuchini kamaytiruvchi hamda natijada xizmat muddatini 1,46 martagacha oshiruvchi konstruktiv yechim ishlab chiqilgan;

arrali disklar va qistirmalarni chiviqlar yordamida valga mahkamlash asosida arrali diskli baraban konstruksiyasi takomillashtirilib, tebranishlarni kamaytirish va mahkamlash ishonchliligini oshirish hisobiga kolosniklar ish resursi 1,29 martagacha, qistirmalarniki esa 1,8 martagacha oshirilgan;

kolosniklarning tez yeyiluvchi ishchi yuzalariga payvandlab qoplangan qatlamning strukturasi, qattiqligi va yeyilishga chidamliligi tadqiq qililib, uning yangi kolosnikka nisbatan 1,83 martagacha yuqori ish resursiga ega bo'lgan kimyoviy tarkibi asoslangan;

payvandlab qayta tiklangan bir nechta kolosniklarning ishchi yuzalariga mexanik ishlov berish va tekislash uchun jilvirlash qurilmasining konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

kolosniklarning dinamik yuklama ta'sirida yeyilish tezligini aniqlash hamda ish resursini baholash uchun arrali jin kolosniklarini sinovdan o'tkazish qurilmasining konstruksiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Yeyilgan kolosniklarni payvandlash usuli orqali qayta tiklash texnologiyasi ishlab chiqilgan, shuningdek, turli payvandlash materiallarining kolosnik sirtining yeyilishga chidamliligiga ta'siri tajribaviy tadqiqotlar asosida o'rganilgan va eng yuqori samaradorlikka ega qoplama materialining tarkibi asoslangan;

kolosniklarni tayanchga tebranuvchi holatda o'rnatish usuli taklif etilgan, natijada kolosnik yuzasiga tushadigan kuchi kamayib, ularning xizmat muddati 1,3–1,5 barobarga uzayishi aniqlangan;

arralararo qistirma va arra diskklarini mahkamlash tizimi yaxshilangan, buning natijasida arralarning tebranishi kamayib, tola ajratish jarayonida tolalarning shikastlanishi va kolosnikning yeyilishi sezilarli darajada pasaygan;

kolosniklarning yeyilishini aniqlash uchun maxsus laboratoriya qurilmasi yaratilgan va unda yangi hamda qayta tiklangan kolosniklarning ishchi sirtlarining yeyilish tezligini solishtirma baholash imkoniyati yaratilgan;

tajriba tadqiqotlari natijasida kolosniklarning yeyilish tezligi bilan bosim, ishqalanish tezligi va qattiqlik ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'liqliklar aniqlanib, ulardan amalda foydalanish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi izlanishlarning samarali uslub va vositalardan foydalangan holda o'tkazilganligi, nazariy tadqiqotlarni nazariy mexanika, materialshunoslik, mashina detallari va materiallar qarshiligi qoidalari asosida amalga oshirilganligi, nazariy va eksperimental tadqiqotlarning adekvatligi, tavsiya etilgan uslublarni laboratoriya va tajriba sinovlaridagi ijobiy natijalari va amaliyotga joriy etilganligi bilan isbotlangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati tola ajratish mashinasining ishchi kamerasini takomillashtirish, ishchi organlarning yeyilish jarayonlarini baholash va ularning xizmat muddatini oshirishning ilmiy asoslarini ishlab chiqish, kolosniklarning ishchi yuzalarini T-590 markali elektrodlar bilan payvandlab qoplash, ularni tebranuvchi tarzda mahkamlash hamda arralararo qistirma va arra diskklarini o'zaro qo'zg'almas tarzda mahkamlashning kolosniklarning yeyilishiga, ishchi kameraning barqaror ishlashiga va tola ajratish jarayoni samaradorligiga ta'sirini asoslovchi ilmiy yondashuvlar bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shundaki, tadqiqot davomida ishlab chiqilgan texnologik va konstruktiv yechimlar paxta tozalash korxonalarida tola ajratish mashinalarining ish samaradorligini oshirish, ishchi kamera detallarining yeyilishini kamaytirish va xizmat muddatini uzaytirishga xizmat qiladi, jumladan, kolosniklarning ishchi yuzalarini T-590 markali elektrod bilan payvandlab qoplash, ularni tebranuvchi tarzda mahkamlash hamda arralararo qistirma va arra diskklarini o'zaro qo'zg'almas tarzda mahkamlash orqali mashina ishchi organlarining

ishonchliligini oshirish, ehtiyot qismlar sarfini kamaytirish va texnik xizmat ko'rsatish davriyligini uzaytirish imkonini beradi, o'tkazilgan laboratoriya va ishlab chiqarish sinovlari ishlab chiqilgan texnologik va konstruktiv yechimlarning samaradorligini tasdiqlab, ularni amaliyotga joriy etish natijasida tola ajratish jarayonining barqarorligini ta'minlash, mahsulot sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash hamda ishlab chiqarishning texnik-iqtisodiy samaradorligini oshirish imkonini berishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.

Arrali jin mashinasi ish unumini oshirish maqsadida, ishchi kamera detallari resursini oshirishning ilmiy asoslari bo'yicha olingan natijalar asosida:

Arrali jin mashinasi ishchi kamerasing takomillashtirilgan konstruktiv yechimlari O'zbekiston Respublikasi "O'zto'qimachilik sanoat" uyushmasiga qarashli Andijon viloyatidagi "Xo'jaobod Fayz-M" MChJ klaster korxonasida ishlab chiqarish jarayoniga joriy etilgan. (O'zbekiston Respublikasi "O'zto'qimachilik sanoat" uyushmasining 2025 yil 27 noyabrdagi 02/06-2777-son ma'lumotnomasi). Natijada, ishchi yuzalari T-590 markali elektrodlar bilan qoplangan kolosniklarni qo'llash hisobiga jinlangan chigitning tukdorligi 0,4 foizga, mexanik shikastlanishi 0,5 foizga kamaygan, kolosniklarning yeyilish tezligi 0,22 mm dan 0,12 mm gacha pasaygan, kolosniklarni tayanchga tebranuvchi holatda o'rnatish hisobiga jinlangan chigitning tukdorligi 0,3 foizga, mexanik shikastlanishi 0,4 foizga kamaygan, kolosniklarning yeyilish tezligi 0,22 mm dan 0,15 mm gacha pasaygan, arralararo qistirma va arra disklari birgalikda qo'zg'almas holatda mahkamlangan konstruktiv yechimni qo'llash hisobiga jinlangan chigitning tukdorligi 0,5 foizga, mexanik shikastlanishi 0,6 foizga kamaygan, kolosniklarning yeyilishi 0,17 mm gacha va qistirmalarning yeyilishi 0,10 mm gacha pasayishiga erishilgan;

Ishchi kamerani takomillashtirish uchun tavsiya etilgan konstruktiv yechimlar O'zbekiston Respublikasi "O'zto'qimachilik sanoat" uyushmasiga qarashli Andijon viloyatining "Xo'jaobod Fayz-M" MChJ klaster korxonasida uzluksiz texnologik jarayonga joriy etilgan. (O'zbekiston Respublikasi "O'zto'qimachilik sanoat" uyushmasining 2025 yil 27 noyabrdagi 02/06-2777-son ma'lumotnomasi). Natijada, ishchi yuzalariga T-590 markali elektrodlar bilan qoplangan kolosniklarning xizmat muddati 1,8 baravarga, tayanchga tebranuvchi holatda o'rnatilgan kolosniklarning xizmat muddati 1,5 baravargacha, arralararo qistirma va arra disklari birgalikda qo'zg'almas holatda mahkamlanganda esa kolosniklarning xizmat muddati 1,3 baravarga hamda arralararo qistirmalarning ish resursi 1,8 baravarga oshgan;

kolosniklarni yeyilishga sinovchi qurilmalariga foydali modelga patentlar olingan (№ FAP01978 va № FAP2846). Natijada, laboratoriya sharoitida bir vaqtning o'zida to'rttadan kolosnik va arradan iborat ishqalanish juftlarini ma'lum yuklama ta'sirida yeyilishga sinash, qoplama materiallarining yeyilishga chidamliligini baholash hamda maqbul konstruktiv va texnologik yechimlarni tanlash imkoniyati yaratilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobat siyasi. Dissertatsiya ishining natijalari 5 ta xalqaro va 1 ta respublika miqiyosidagi ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 23 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan nashrlarda 11 ta maqola, jumladan, 10 tasi respublika va 1 tasi xorijiy jurnallarda nashr qilingan, 1 ta monografiya 1 ta ixtiro va 4 ta foydali modelga patent olingan.

Dissertatsiyaning hajmi va tuzilishi. Dissertatsiya tarkibi kirish, beshta bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 199 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

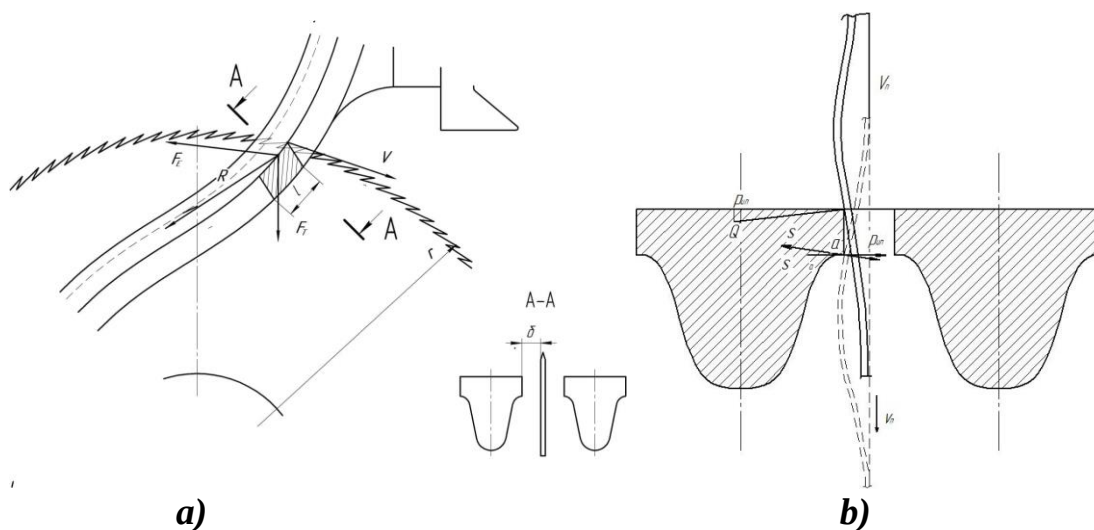
Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslangan, maqsadi va vazifalari, shuningdek, tadqiqot ob'ekti va predmeti shakllantirilgan, tadqiqotning respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning muhim yo'nalishlariga mosligi, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalar bayon etilgan, olingan natijalarning ishonchligi asoslangan, tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati yoritilgan hamda amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Arrali jin ishchi kamerasini takomillashtirish bo'yicha bajarilgan ishlarning analitik tahlili”** deb nomlangan birinchi bobida arrali jin mashinalarining ishlash jarayoni, ishchi kamera detallari va ularning vazifasi, kolosnikni yeyilishiga ta'sir qiluvchi omillar, arrali jin kolosniklarining resursini oshirish ustida olib borilgan ilmiy – tadqiqot ishlarining tahlili, arralararo qistirmalar bo'yicha olib borilgan ilmiy izlanishlar tahlili, arrali jin arra disklerini resursini oshirish ustida olib borilgan ilmiy – tadqiqot ishlarining tahlili amalga oshirilgan. Tahlil qilish natijasida bir qator texnik hamda texnologik kamchiliklar aniqlandi. Mazkur kamchiliklar jin uskunalarining barqaror ishlashiga, ishonchligiga va ekspluatatsion ko'rsatkichlariga salbiy ta'sir ko'rsatayotgani ma'lum bo'ldi.

Ma'lumki, arrali jin mashinasining ishchi kamerasida kolosniklar yonma-yon joylashtirilib, kolosnikli panjara hosil qilinadi. Har bir panjara oraliqiga disksimon arralar o'rnatilgan bo'lib, ular aylanish jarayonida tolani tishiga ilib chigit yuzasidan ajratib olib panjara orasidan o'tkazadi. Chigit esa o'lchami katta bo'lganligi sababli panjara orasidan o'ta olmaydi. Tolani chigitdan ajratish jarayonida yuzaga keladigan turli kuchlar ta'sirida arra aylanishi izdan chiqib, kolosnikning ishchi yuzasiga tegib o'tishi hamda tolani ishqalanishi natijasida kolosniklar yeyiladi (1-rasm). Yeyilish oqibatida panjara tirqishlari kengayib, undan tola bilan birga chigit ham o'tib ketadi va tola sifati yomonlashadi. Ishchi yuzasi yeyilgan kolosniklarni yangisiga almashtirish esa jinlash jarayonining uzluksizligini buzib, mashinaning foydali ish ko'effitsientini kamaytiradi hamda mehnat va iqtisodiy sarflarni oshiradi.

Olib borilgan kuzatuvlar shuni ko'rsatadiki, kolosniklarning jadal yeyilishi asosan arra diskining tebranishi natijasida yuzaga keladi. Arra tebranishiga chigitli paxtadagi iflosliklarning ko'pligi, ishchi kameradagi namlikning yuqoriligi hamda arralar orasidagi qistirmalarning yeyilishi sabab bo'ladi. Qistirma yeyilganda arra diski bilan qistirma orasida tirqish hosil bo'ladi va val aylanishi jarayonida bu tirqish arraning tebranishini kuchaytiradi. Val yuqori tezlikda aylanganda arra diski va

qistirma aylanish tezliklari o'rtasida farq paydo bo'lib, ishqalanish ortadi va qistirma materiali tezroq yeyiladi.



1-rasm. a) “Arra disk - kolosnik” ishqalanuvchi juftligida hosil bo‘luvchi kuchlarni tahliliy sxemasi; b) Kuchlar ta’sirida arra diskining ko‘ndalang tebranishi.

Dissertatsiyaning “**Ishchi kamera detallarining yeyilishini kamaytirishning nazariy asoslari**” deb nomlangan ikkinchi bobida yeyilishning turlari va uni bartaraf etish usullarining tahlili, arra–kolosnik juftining yeyilishga chidamliligini oshirishning konstruksion yo‘llari, detallarni yeyilishga ta’sir etuvchi omillarning nazariy asoslari, kolosnikni yeyilishga sabab bo‘luvchi omillarning nazariy asoslari, arra–kolosnik juftining yeyilishga chidamliligini oshirishning texnologik yo‘llari, arra–kolosnik juftining yeyilishga chidamliligini oshirishning materialshunoslik yo‘llari, kolosnik materiali qattiqligiga legirlovchi elementlarning ta’siri hamda kolosniklarni payvandlash jarayonida payvand chok tarkibiga xrom elementini kiritish masalalari yoritilgan.

Dunyo tajribasida mashina detallarining yeyilishini kamaytirish yoki uning oldini olishga qaratilgan ko‘plab ilmiy va texnologik yo‘nalishlar ishlab chiqilgan. Ushbu yo‘nalishlarni shartli ravishda uchta asosiy guruhga ajratish mumkin: konstruksion, materialshunoslik, texnologik va usullar.

Konstruksion yo‘nalishda mashina va mexanizmlar detallarining yeyilishini kamaytirish masalasi, avvalo, ularning shakli, o‘lchamlari hamda umumiy konstruktiv tuzilishini ilmiy asosda takomillashtirish orqali hal etiladi. Kolosnikning yeyilish jarayoniga asosan arra diskining kolosnikka ta’sir etuvchi bosim kuchi P , arraning aylanish tezligi hamda kolosnik materiali qattiqligi H sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu omillar asosida kolosnik yeyilish intensivligi quyidagi ifoda bilan tavsiflanadi:

$$I = \frac{\Delta h}{\Delta t} = K_0 \frac{PV_{nuc}}{H} \quad (1)$$

bunda: I — kolosnikning yeyilish intensivligi m/s ; Δh — yeyilgan qatlam qalinligining o‘zgarishi mm ; Δt — vaqt s ; K_0 — yeyilish sharoitini hisobga oluvchi

tajribaviy koeffitsiyent; P — arra diskining kolosnikka beradigan bosim kuchi N ; V_{nis} — arra va kolosnik orasidagi nisbiy sirpanish tezligi m/s ; H — kolosnik materialining qattiqligi HRC .

Arra diskining kolosnikka ta'sir etuvchi umumiy bosim kuchi tolalarning ta'siri hamda arraning tebranishi natijasida hosil bo'ladigan kuchlar yig'indisidan iborat:

$$P = P_t + P_v; \quad (2)$$

bunda: P_t — tolalarning kolosnikka ta'sir etuvchi kuchi, P_v — arraning tebranishidan hosil bo'ladigan kuch.

$$P_t = k\rho; \quad (3)$$

bunda: P_t — tolalarning kolosnikka ta'sir etuvchi kuchi N ; k — ishchi kameradagi sharoitlarni hisobga oluvchi koeffitsiyent; ρ — ishchi kameradagi paxta massasining zichligi kg/m^3 .

$$P_v = k_1 I + k_2 \delta; \quad (4)$$

Arra va kolosnik orasidagi nisbiy sirpanish tezligi arraning diametri va aylanish chastotasiga bog'liq:

$$V_{nis} = \pi d n; \quad (5)$$

bunda: V_{nis} — arra va kolosnik orasidagi nisbiy sirpanish tezligi; d — arra diskining diametric; n — arraning aylanish chastotasi.

Arra diski diametrning kamayishini quyidagicha ifodalaymiz:

$$d = d_0 - k\Delta d; \quad (6)$$

Shunda tezlik quyidagicha yoziladi:

$$V_{nis} = \pi (d_0 - k\Delta d)n; \quad (7)$$

Kolosnik materialining qattiqligi uning kimyoviy tarkibiga, ya'ni legirlovchi elementlar miqdoriga bog'liq.

Kolosnik materiali cho'yan bo'lganligi sababli uni payvandlash jarayonida asosiy muammolardan biri issiq darzlarning hosil bo'lishidir. Ularni kamaytirish uchun metall tarkibini maqbullashtirish, payvand chokining shaklini optimallashtirish va sovish tezligini kamaytirish kabi texnologik choralar qo'llaniladi.

Payvand chok metallining issiq darzlarga moyilligini baholash uchun xrom ekvivalenti Cr_e va nikel ekvivalenti Ni_e tushunchalari qo'llaniladi:

Xrom ekvivalenti quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$Cr_e = Cr + Mo + 2Al + 2Ti + Nb + W + 0.5Ta + 1.5Si \quad (8)$$

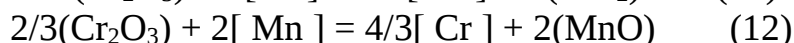
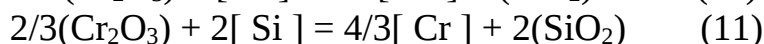
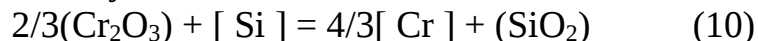
Nikel ekvivalenti esa quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Ni_e = Ni + 30C + 12B + Co + 0.5Mn \quad (9)$$

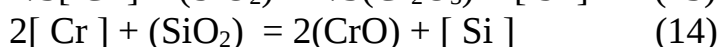
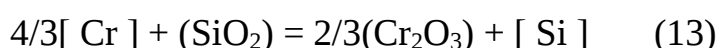
Agar $Cr_e / Ni_e > 1$ bo'lsa, materialning issiq darzlar hosil bo'lishiga moyilligi past bo'ladi. Aksincha, agar ushbu nisbat 1 dan kichik bo'lsa, materialning issiq darzlar paydo bo'lishiga moyilligi ortadi. Shu sababli payvand chokida issiq darzlar hosil bo'lish ehtimolini kamaytirish maqsadida xrom ekvivalentini oshiruvchi legirlovchi elementlarni payvand metallining tarkibiga kiritish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Eritib qoplash jarayonida chok metallini xrom bilan legirlash qoplama tarkibiga xrom yoki uning ferroqotishmalarini kiritish orqali amalga oshiriladi.

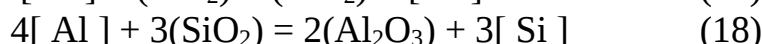
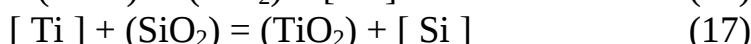
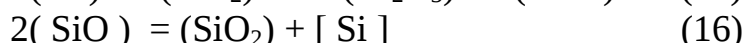
Xromni oksid shaklida kiritish payvand simi tarkibiga uni eritma holida qo'shish orqali amalga oshiriladi. Xrom oksid ko'rinishida kiritilganda esa payvand vannasining yuqori harorati va undagi faol elementlar (Si, Mn va boshqalar) ta'sirida quyidagi qaytarilish reaksiyalari sodir bo'ladi:



Chok tarkibiga kukun ko'rinishidagi xrom qo'shilganda eritib qoplangan metallda kremniy miqdori oshadi, marganes miqdori esa kamayadi. Chok tarkibiga qo'shilgan metall xrom yordamida kremniy oksididan kremniyni tiklanishi ro'y beradi.



Termodinamika qonunlari asosida extimollik kam. Yuqoridagi (13) va (14) reaksiyalarni izobara potentsiali musbat qiymatga ega. Shuning uchun bu holda kremniy elementini oksiddan bosqichma-bosqich tiklanishi ro'y berishi mumkin. Bu jarayonda quyidagi kimyoviy reaksiyalar mavjud bo'ladi.



Eritib qoplangan metallidagi kislorod miqdorini o'zgarishi qilingan xulosalarni tasdiqlaydi. Chok tarkibiga xrom oksidini qo'shilishi metall xromni qo'shilishiga qaraganda shlak va eritib qoplanadigan metall orasida oksidlanish-tiklanish reaksiyalarini ko'proq darajada intensivlashtirish bilan davom etadi.

Shunday qilib, nazariy tadqiqotlar payvandlash vannasiga xromni sof metall holatda kiritish qoplangan qatlam tarkibini boshqarish va legirlash jarayonini barqarorlashtirishini ko'rsatadi. Xromning yuqori suyuqlanish harorati energiya sarfini biroz oshirsada, metall holatda qo'llanilishi oksidlanish-tiklanish jarayonlarini cheklab, chok strukturasi bir tekis shakllanishini ta'minlaydi. Natijada eritib qoplangan qatlamning mexanik xossalari va yeyilishga chidamliligi yaxshilanadi. Shu sababli payvandlab qayta tiklashda xromni sof metall holatda kiritish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Yuqorida keltirilgan nazariy tahlillar asosida metall qattiqligining uning tarkibidagi legirlovchi elementlar miqdoriga bog'liqligini ifodalovchi umumiy matematik bog'lanish quyidagi ko'rinishda ifodalandi.

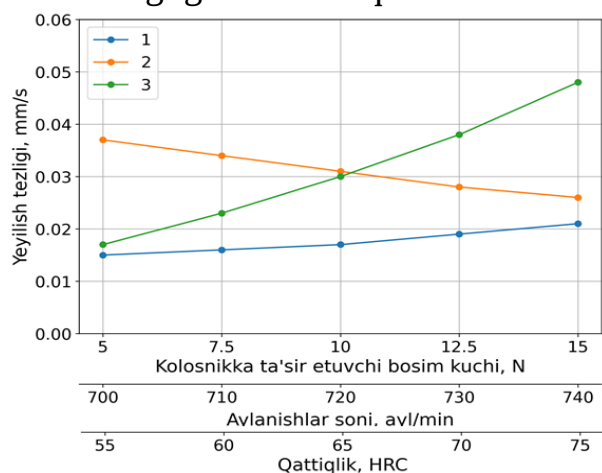
$$H = H_0 + \sum a_i X_i; \quad (19)$$

bunda: H — metall qattiqligi HRC ; H_0 — asosiy metall qattiqligi HRC ; a_i — elementning qattiqlikka ta'sir koeffitsiyenti $HRC/\%$; X_i — qotishma tarkibidagi legirlovchi element miqdori %.

Yuqoridagi barcha ifodalarni umumlashtirib quyidagi ifodani olamiz.

$$I = K_0 \frac{(kp+k_1I_0+k_2\delta)\pi(d_0-k\Delta d)n}{H_0+\sum a_i X_i}; \quad (20)$$

Ishlab chiqilgan yakuniy ifoda asosida hisoblash natijalari olinib, ular asosida 2-rasmdagi grafik hosil qilindi.



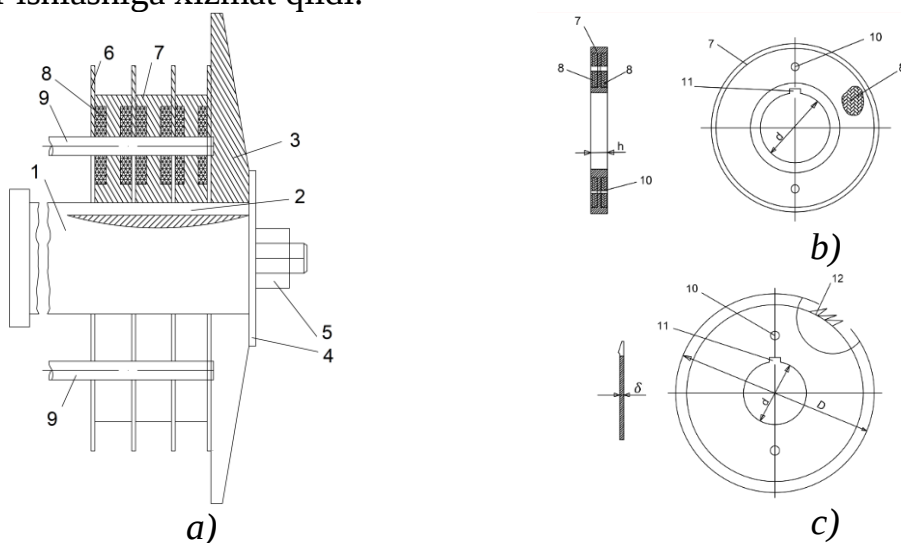
2-rasm. Kolosniklarning unga ta'sir etadigan bosim kuchi (1), materialining qattqligi (2) va arraning aylanish tezligi (3) ga bog'liq ravishda yeyilish grafigi.

Dissertatsiyaning «Jinlash kamerasining ish resursini oshirishning texnologik va konstruktiv yechimlari» deb nomlangan uchinchi bobida arrali jin mashinasining ishchi kamera detallarini resursini oshirish haqida ma'lumotlar keltirilgan.

konstruktiv va texnologik yo'l bilan resursini oshirish haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Olib borilgan kuzatuvlar shuni ko'rsatadiki, kolosniklarning eng jadal yeyilishi asosan arra diskining tebranishi hisobiga yuzaga keladi. Arra diskining tebranishiga chigitli paxtadagi iflosliklarning ko'pligi, ishchi kameradagi namlikning yuqori bo'lishi hamda arralar orasida joylashgan qistirmalarning yeyilishi sabab bo'ladi. Qistirmaning yeyilishi arra diski bilan qistirma orasida tirqish hosil bo'lib, val aylanishi paytida ushbu tirqish arraning tebranishiga olib keladi. Qistirmaning yeyilishining asosiy sabblaridan biri bu val katta tezlikda aylanganida arra diski va qistirma aylanish tezliklari o'rtasida farq vujudga kelishi natijasida yuzaga keladi.

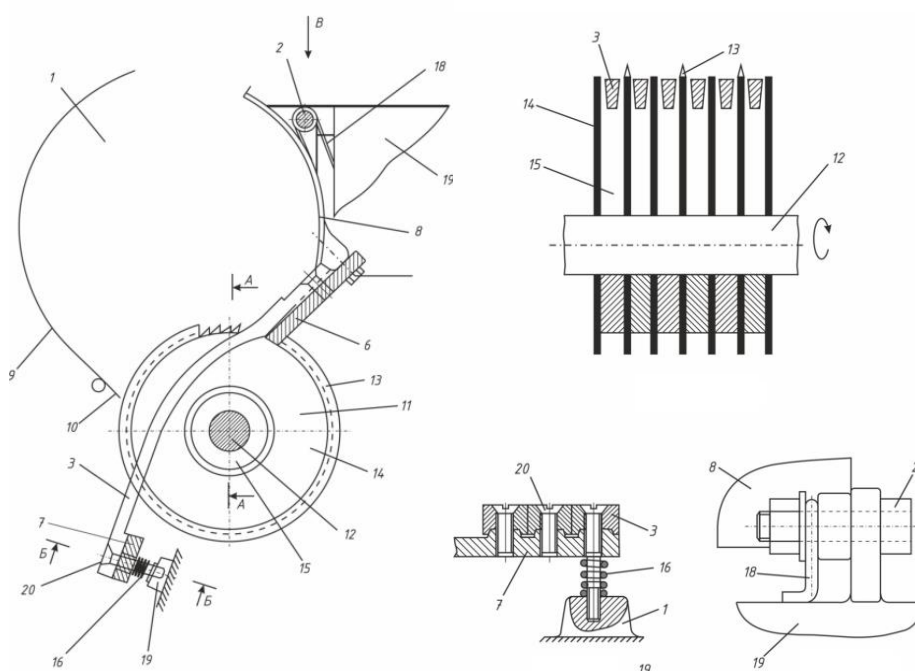
Ushbu muammoni bartaraf etish maqsadida arra disklari va ular orasida joylashgan qistirmalarda maxsus teshiklar ochilib, mazkur teshiklar orqali metall chiviq (prut) o'tkazilib, arra disklari hamda qistirmalarning o'zaro va valga nisbatan mustahkam bog'lanishi ta'minlanadi (3-rasm). Bu esa ishlash jarayonida yuzaga keladigan tebranishlarning sezilarli darajada kamayishiga hamda uskunaning barqaror ishlashiga xizmat qildi.



a) arrali barabanning bo'ylama kesimi, b) disklararo qistirmaning kesimi va oldidan ko'rinishi, c) arrali diskning ko'rinishi.

3-rasm. Arra diski va qistirmani valga mahkamlash qurilmasi
IAP № 8471

Kolosniklarning xizmat muddatini oshirishning samarali usullaridan biri — ularni tayanchga tebranuvchi holatda oʻrnatishdir (4-rasm). Tadqiqotlar arra diskining kolosnik ishchi yuzasiga tegishi natijasida mikroqirg'ilishlar yuzaga kelib, yeyilish jarayoni tezlashishini koʻrsatadi. Buni kamaytirish uchun kolosnikka uzatiladigan bosim kuchini pasaytirish zarur. Shu maqsadda kolosniklar tayanchga elastik element — prujinalar yordamida oʻrnatiladi. Arra diski kolosnik yuzasiga tekkanida prujina deformatsiyalanib zarbaning bir qismini yutadi. Natijada kontakt zonasidagi kuchlanish kamayib, kolosniklarning yeyilishi sekinlashadi. Taklif etilgan prujinali tebranuvchi kolosnik tizimi kolosnik resursini oshirib, ishchi kameradagi dinamik yuklamalarni muvozanatlashtiradi, jinning tebranishini kamaytiradi va mashinaning ishonchliligini hamda uzluksiz ishlashini ta'minlaydi.



4-rasm. Takomillashgan ishchi kameraning umumiy ko‘rinishi. FAP № 01577

Yuqorida keltirilgan materialning fizik-mexanik xususiyatlarini hisobga olib, kolosniklarning xizmat muddatini oshirish va yeyilishga chidamliligini kuchaytirish maqsadida ularning ishchi yuzasiga payvand qoplama qoʻllaniladi. Hosil qilinadigan qoplama yuqori harorat, ishqalanish va mexanik yuklamalarga bardoshli boʻlishi hamda arra diski bilan ishlash jarayonida uchqun chiqishini oldini oluvchi yetarli qattqlik va plastiklikka ega boʻlishi lozim.

Yuqoridagi talablarni hisobga olgan holda, kolosniklarni payvandlab qayta tiklashda choʻyanni payvandlash uchun moʻljallangan elektrod va payvandlash materiallaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Jumladan, T-590, Z-408 va YOHI-13/45 markali elektrodlar hamda CB-08Г2C payvandlash simidan foydalanish orqali talab etilgan sifatli va mustahkam qoplama qatlamini hosil qilish mumkin. Bu materiallar tiklangan sirtning mexanik xossalarini yaxshilab,

kolosnikning xizmat muddatini oshiradi. Buni aniqlash uchun eksperimental tadqiqotlar olib boriladi.

Dissertatsiyaning «**Eksperimental tadqiqotlar uslublari va natijalari**» deb nomlangan to‘rtinchi bobida eksperimental tadqiqotlarning dasturi, arrali disklarni valga mahkamlash bo‘yicha eksperimental tadqiqotlar natijalari, kolosniklarni tayanchga tebranuvchi qilib mahkamlash orqali olib borilgan eksperimental tadqiqotlar natijalari, yeyilgan kolosniklarni payvandlab qayta tiklash orqali olib borilgan tadqiqotlar va payvandlab qayta tiklangan kolosniklarni yeyilishga sinash natijalari va aniqlash usullari keltirilgan.

Dastlab arrali disklarni valga mahkamlash usullarini o‘rganish bo‘yicha eksperimental tadqiqotlar olib borildi. Tadqiqotlar O‘zbekiston Respublikasi “O‘zto‘qimachilik sanoat” uyushmasiga qarashli Andijon viloyatining “Xo‘jaobod Fayz-M” MChJ klaster korxonasida foydalanilayotgan DL-60 rusumli laboratoriya jinida amalga oshirildi. Ushbu jin 60 ta arrali disk va 59 ta arralararo qistirmadan iborat bo‘lib, har bir arra diski va qistirmaga teshik ochilib, metall chiviq yordamida qo‘zg‘almas qilib mahkamlandi. Har bir namunaga individual kod berilib, ularning fizik-mexanik ko‘rsatkichlari oldindan aniqlandi va maxsus hujjatlarga kiritildi.



a)



b)

5-rasm. Teshik ochilgan arra diski (a) va arralar aro qistirma (b).

Tadqiqot jarayonida taklif etilgan yangi arrali silindrlil qurilma amaldagi konstruktsiya bilan qiyosiy tahlil qilindi. Tadqiqot davomiyligi kolosniklarning yeyilish darajasiga qarab belgilandi. Yeyilish shtangensirkul yordamida ma’lum vaqt oralig‘ida o‘lchanib, natijalar jadvalda qayd etildi. Har bir arra diski 72 soat ishlagach almashtirilib, qistirmalarning geometrik o‘lchamlari o‘lchandi(1-jadval) .

1-jadval

Qistirma va kolosnik yeyilish natijalari

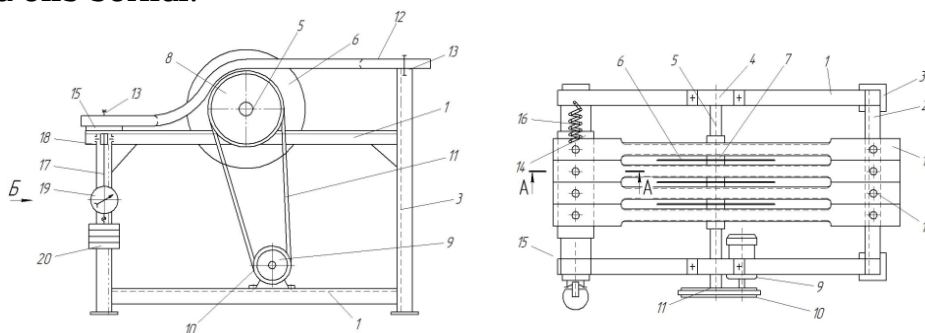
Tajriba №	Qistirma joriy yeyilish (mm)	Qistirma umumiy yeyilish (mm)	Qistirma o‘rtacha yeyilish tezligi (mm/oraliq)	Kolosnik joriy yeyilish (mm)	Kolosnik umumiy yeyilish (mm)	Kolosnik o‘rtacha yeyilish tezligi (mm/oraliq)
1	0.020	0.020	—	0.010	0.010	—
2	0.001	0.021	0.001	0.000	0.010	0.000
3	0.001	0.022	0.001	0.005	0.015	0.005
4	0.002	0.024	0.002	0.001	0.016	0.001
5	0.002	0.026	0.002	0.001	0.017	0.001

O'lchovlar dinamikasi yeyilish jarayoni barcha bosqichlarda deyarli bir xil tezlikda va juda kichik miqdorda kechganini ko'rsatdi.

Keyingi tajribada kolosniklarni tayanchga tebranuvchi qilib mahkamlash orqali o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijalari keltirildi. Tadqiqotlar kolosnik ishchi zonasidagi bosim kuchini aniqlash hamda kolosniklarning yeyilish jadalligini baholashga qaratildi. Shu maqsadda kolosniklar tayanchga tebranuvchi va qo'zg'almas (an'anaviy) holatda mahkamlanib, tajribalar "Arrali jin kolosniklarini yeyilishga sinash qurilmasi" laboratoriya stendida o'tkazildi (6-rasm). Ushbu qurilma Andijon davlat texnika instituti "Texnologik mashinalar va jihozlar" kafedrasida laboratoriyasida ishlab chiqilgan bo'lib, № FAP 01978 foydali model patenti bilan himoyalangan. Sinovlar real ish sharoitlariga yaqin yuklama va kontakt holatlarida olib borildi.

O'lchovlar dinamikasi shuni ko'rsatadiki, yeyilish jarayoni barcha bosqichlarda deyarli bir xil tezlikda va juda kichik miqdorda kechgan.

Keyingi tajribada kolosniklarni tayanchga tebranuvchi qilib mahkamlash orqali o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijalari keltirildi. Tadqiqotlar kolosnikning ishchi zonasidagi bosim kuchini aniqlash hamda kolosniklarning yeyilish jadalligini baholashga qaratildi. Shu maqsadda kolosniklar tayanchga tebranuvchi va qo'zg'almas (an'anaviy) holatda mahkamlandi. Tajribalar "Arrali jin kolosniklarini yeyilishga sinash qurilmasi" laboratoriya stendida amalga oshirildi (6-rasm). Ushbu qurilma Andijon davlat texnika instituti "Texnologik mashinalar va jihozlar" kafedrasida laboratoriyasida ishlab chiqilgan bo'lib, № FAP 01978 foydali model patenti bilan himoyalangan. Sinovlar real ish sharoitlariga yaqin yuklama va kontakt holatlarida olib borildi.



- 1- ko'ndalang balka, 2- rigel, 3-ustun, 4-tayanch podshibnik, 5- gorizont val, 6- diskli arra, 7-vtulka, 8-shkiv, 9- elektr yuritma, 10-yetaklovchi shkiv, 11-tasma, 12-kolosnik panjarasini, 13-bolt, 14-yo'naltirgich, 15- 16-tortish prujinasi, 17- tortuvchi sim arqon, 18- bloklovchi, 19- dinamometr, 20- pasangi tosh,

6-rasm. Arrali jin kolosniklarini yeyilishga sinash qurilmasining umumiy ko'rinishi. № FAP 01978.

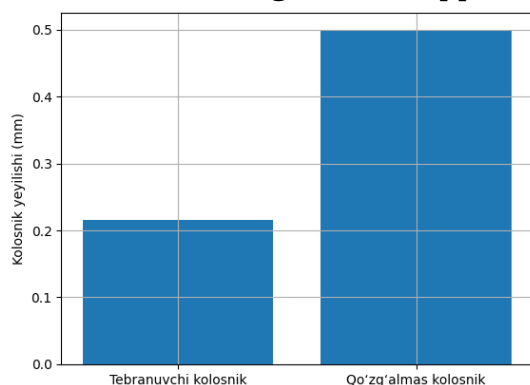
Bosim qiymatlari kolosnik orqasiga o'rnatilgan datchik yordamida qayd etilib, yuklanishning elastik element orqali qisman yutilishi yoki to'liq uzatilishi tahlil qilindi. Yeyilish esa bir xil material va sharoitdagi kolosniklarning ishchi yuzasidagi o'lcham kamayishini shtangensirkul bilan bir necha nuqtada o'lchash orqali aniqlanib, o'rtacha qiymatlar asosida ikki mahkamlash usuli natijalari taqqoslandi.

2-jadval

Qo'zg'almas va tebranuvchi holatlarida mahkamlangan kolosniklarni yeyilishi va kuchning yo'qolishi

Tajriba sharoiti	Arra diskiga berilayotgan kuch (N)	Arra diski kolosnikka berayotgan kuch (N)	Kolosnikdan keyin olingan bosim kuchi (N)	Kolosnik kamaytirgan bosim kuchi (N)	Kolosnik yeyilishi o'rtachasi (mm)
Tebranuvchi	42	39	10	29	0,215
Qo'zg'almas	42	39	0	0	0,5

Olingan tajriba natijalari asosida mahkamlash turiga ko'ra kuch va yeyilish ko'rsatkichlarining o'zaro taqqoslanishini ifodalovchi gistogramma tuzildi.



7-rasm. Mahkamlash turiga ko'ra kolosniklarni yeyilishi.

Tajriba natijalaridan kelib chiqib aytish mumkinki, kolosnikni tebranuvchi holatda mahkamlash unga ta'sir etayotgan bosim kuchini ham, yeyilish jarayonini sezilarli darajada sekinlashtiradi va kolosnikni ish resursini oshiradi.

Keyingi tajribalarda yeyilgan kolosniklarni payvandlab qayta tiklash masalalari ko'rilgan. Tajribalar o'tkazish maqsadida CЧ 15-35 markali cho'yandan tayyorlangan, o'lchamlari 30×30×10 mm bo'lgan plastinalar ishlatildi. Ularning ishchi yuzasiga oldindan tanlab olingan Z408, YOHH-13/45, Cб 08-Г2C va T-590 elektrodlardan foydalanib qoplama qoplandi (8-rasm).



1)



2)



3)



4)

- 1) Yuzasiga Z408; 2) Yuzasiga YOHH-13/45; 3) Yuzasiga Cб 08-Г2Г;
4) Yuzasiga T-590 markali qoplamali elektrod bilan payvandlab qoplangan namunalar.

8-rasm. Qoplama qoplangan namunalar:

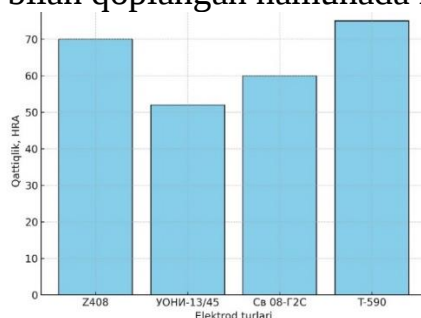
Namunalar tayyorlangandan so'ng, eng avvalo ularning qattiqligi aniqlab olindi. Mazkur tadqiqotlarda namunalarning qattiqligi Rokvell presslari yordamida aniqlandi. Qoplangan qatlamning qattiqligini aniqlash ГОСТ 9013-59 “Метод измерения твердости по Роквеллу” ga asosan olib borildi. Natijalari quyidagi jadvalda keltirilgan (3-jadval).

3-jadval

Namunalarning o'rtacha qattqlik ko'rsatkichlari

Payvandlash materiallari	Z408	УОНИ-13/45	Св 08-Г2С	T-590
Qattiqligi, HRA	70	52	60	75

Ushbu natijalardan ko'rinib turibdiki, eng yuqori qattqlik ko'rsatkichi T-590 elektrod yordamida qoplangan namunada qayd etildi (75 HRA), eng past ko'rsatkich esa УОНИ-13/45 elektrod bilan qoplangan namunada kuzatildi (52 HRA).



9-rasm. Payvandlab qoplangan qatlamning qattqligi

Keyingi tajribalarda tayyorlab olingan namunalarning kimyoviy tarkibini aniqlash jarayonida zamonaviy analitik usullardan foydalanildi. Xususan, ГОСТ 54153-2010 «Метод атомно-эмиссионного спектрального анализа» davlat standarti talablari asosida tekshiruvlar amalga oshirildi. Kimyoviy tahlillarni o'tkazishda optik emissiya spektrometri Exquis T4 qurilmasidan foydalanildi. Olingan natijalar 4-jadvalda keltirildi.

4-jadval.

Spektral tahlil natijasiga ko'ra namunalarning kimyoviy tarkibi

Namuna	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	W	B
Z408	0.83	5.08	0.29	0.02	0.02	0.25	0.03	0.09	0.08	0.01	—
УОНИ-13/45	0.11	0.17	0.29	0.03	0.04	0.15	0.05	0.12	—	—	—
Св 08-Г2С	0.09	0.27	0.65	0.025	0.03	0.10	0.05	0.12	—	—	—
T-590	2.90	2.00	1.20	0.04	0.03	22.0	—	—	—	—	0.5

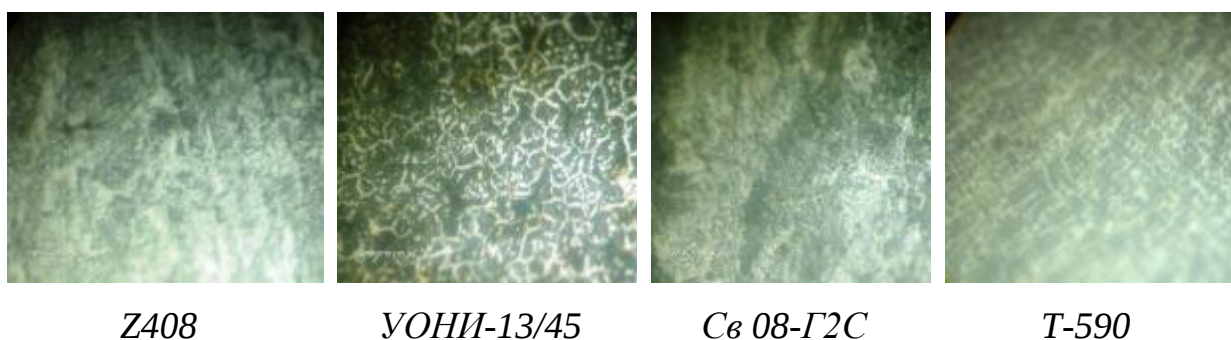
Jadval natijalari tahlil qilinganda, Z408 va T-590 markali payvand qoplamalarida Cr (xrom), Si (kremniy), Mn (marganes) elementlarining miqdori boshqa namunalar bilan solishtirilganda sezilarli darajada yuqoriligi aniqlanadi. Ayniqsa, T-590 namunasi tarkibida xromning (22,0%) ko'pligi uning tarkibini

keskin farqlantirib turadi. Bu elementlarning yuqori konsentratsiyasi payvandlash jarayonida metall vannada geterogen struktura hosil bo'lishini ta'minlaydi.

Shu sababli, payvandlab olingan namunalarning qattqlik va kimyoviy tarkib natijalari bilan bir qatorda, ularning mikrostruktura xususiyatlarini o'rganish keyingi bosqichda muhim ahamiyat kasb etadi.

Namunalarning mikrostrukturalarini tadqiq etishda ГОСТ 5640-68 «Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры листов и ленты» hamda ГОСТ 10243-75 «Методы испытаний и оценки макроструктуры» standartlariga amal qilindi. Tahlillarni amalga oshirish uchun A13.0201-B2 rusumli inverterli metallografik mikroskopdan foydalanildi.

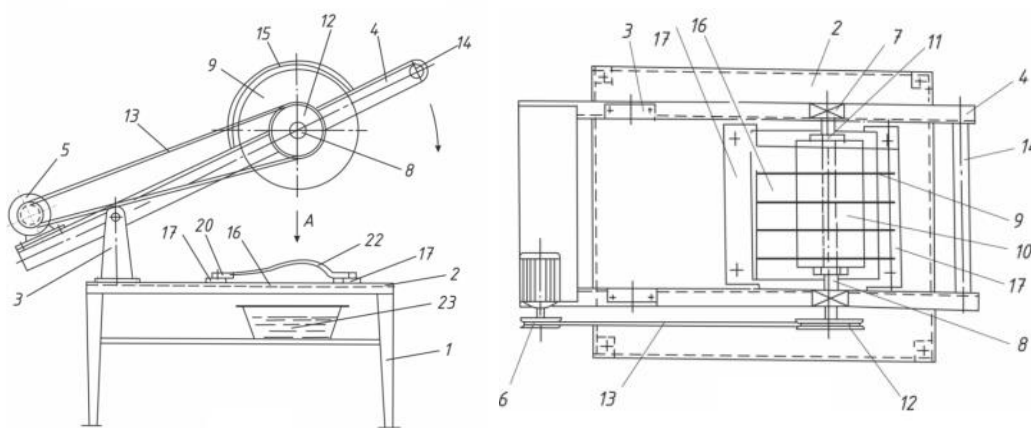
Olingan natijalar mikrostrukturaviy tasvirlar tahlil qilinib, ularning asosiy ko'rsatkichlari 10-rasmda keltirilgan.



10-rasm. Namunalarni mikrostrukturaviy tasvirlari (x300)

Mikrostrukturalar tahlili shuni ko'rsatadiki, qatlam tarkibidagi perlit va karbid fazalarining ko'pligi uning mustahkamligi va yeyilishga chidamliligini oshirsa, ferritning nisbatan ko'pligi esa mexanik xossalarni pasaytiradi. Shu sababli T-590 va Z408 qoplamali namunalarning ekspluatatsion xususiyatlari eng yuqori ko'rsatkichlarga egaligini ko'rish mumkin. Keyingi tajribalarda kolosnikni yeyilishi o'rganildi.

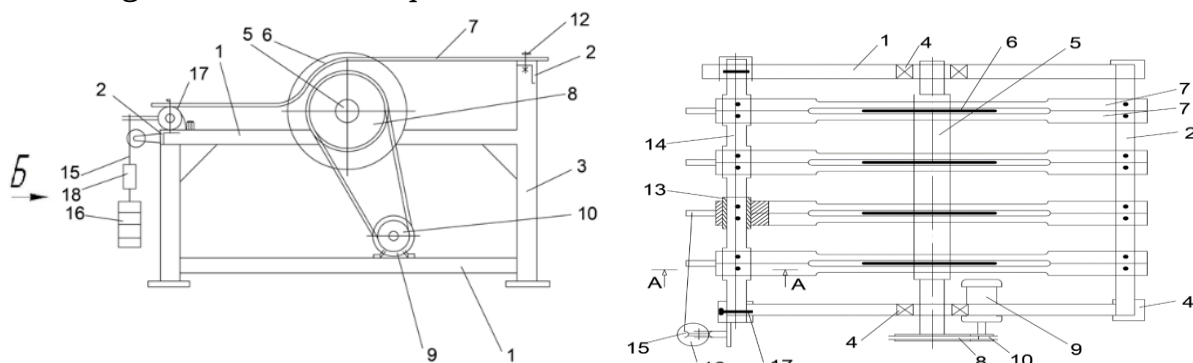
Namunalarning yeyilishga chidamliligini baholash maqsadida avval amalda ishlatilgan va ma'lum darajada yeyilgan kolosniklar tanlab olinib, ularning ishchi yuzalari tozalanib, yuqorida foydalanilgan elektrod markalari yordamida payvandlab qoplandi. Solishtirma tahlil uchun qo'shimcha ravishda qoplama qilinmagan yangi kolosnik nazorat namunasi sifatida olindi. Natijada tajribada jami beshta namuna — to'rtta qoplangan va bitta nazorat namunasi sinovdan o'tkazildi. Payvandlashdan so'ng qoplama yuzasida notekislik va g'adir-budurliklar paydo bo'lishi tabiiy holatdir. Bunday noaniqliklar sinov natijalariga ta'sir qilmasligi uchun payvandlab qoplangan kolosniklarni tekislash maqsadida maxsus stend ishlab chiqildi (11-rasm). Ushbu stend kolosnik yuzasini mexanik ishlov berish orqali zarur tekislik va geometrik aniqlikka keltirish imkonini beradi.



1-oyoqlar, 2- stol, 3-tayanch ustun 4-rama, 5-yuritma 6-shkiv, 7-podshibniklar, 8-ishchi val, 9-jilvir tosh disklari, 11-gayka, 12-tasma shkivi, 13-tasmali uzatma, 14-tutqich, 15-xavfsizlik qoplamalari, 16-korpusi ostidagi teshik, 17-planka, 18-boltlar, 19-tarnov, 20-kolosnik panjara, 21-vint, 22-kolosnik, 23-suvli vanna.

11-rasm. Arrali jin kolosniklarni jilvirlash qurilmasi (№FAP 01631)

Yuzalar tekislangach, tayyorlangan namunalarda yeyilishga bardoshlilikni aniqlash maqsadida maxsus yeyilishga sinash qurilmasida tajribalar olib borildi. Payvandlash materiallari bilan qoplangan kolosnik namunalari yeyilishga bardoshlilikni aniqlash maqsadida maxsus qurilmada bir xil sharoitda 30 daqiqalik sikllarda sinovdan o'tkazildi. Sinov jarayonida aylanuvchi arra disklari kolosnik sirtiga 5, 10 va 15 N kuch bilan bosilib, aylanish chastotasi 700–740 ayl/min oralig'ida o'rnatildi. Belgilangan vaqt yakunida namunalarning chiziqli yeyilish miqdori mikrometr yordamida aniqlanib, natijalar taqqoslandi. Natijalarning ishonchliligini ta'minlash maqsadida har bir sinov uch marotaba takroran o'tkazildi.



1 – rama balkalar, 2 – ko'ndalang balkalar, 3 – tayanch oyoqchalar, 4 – tayanch podshipniklar, 5 – gorizont val, 6 – diskli arralar, 7 – kolosniklar (kolosnik panjarasi), 8 – yetaklanuvchi shkiv, 9 – elektr dvigatel, 10 – yetaklovchi shkiv, 11 – klinli kamar uzatmasi, 12 – boltli biriktirgichlar, 13 – sirpanma podshipniklar, 14 – gorizont val, 15 – arqon-blok tizimi, 16 – og'irlikdagi yuk, 17 – ramaga xomutlar, 18 – dinamometr.

12-rasm. Kolosniklarni yeyilishga sinash qurilmasi (№ FAP 2846).

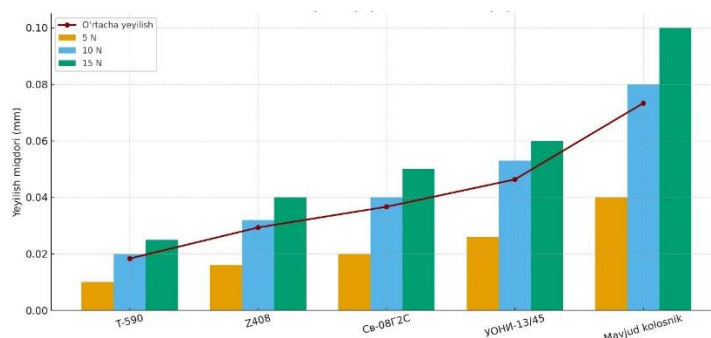
Olingan ma'lumotlar matematik qayta ishlanib, o'rtacha qiymatlar aniqlandi. Tajriba natijalarining umumlashtirilgan ko'rsatkichlari 5-jadvalda keltirilgan.

Sinovdan o'tkazilgan namunalarning o'rtacha yeyilish miqdorlari

№	Payvandlab qoplangan material	5 N (mm)	10 N (mm)	15 N (mm)	O'rtacha yeyilish miqdori (mm)
1	T-590	0.010	0.020	0.025	0.018
2	Z408	0.016	0.032	0.040	0.022
3	CB-08Г2С	0.020	0.040	0.050	0.036
4	УОНИ-13/45	0.026	0.053	0.060	0.046
5	Mavjud kolosnik	0.040	0.080	0.100	0.073

Jadval ma'lumotlari tahlili shuni ko'rsatadiki, mavjud kolosnikning o'rtacha yeyilish jadalligi 1,0 ga teng deb qabul qilinganda, T-590 markali elektrod bilan qoplangan namunalar yeyilishga nisbatan 4 baravar yuqori chidamlilik ko'rsatgan. Z408 markali elektrod bilan qoplangan namunalarda bu ko'rsatkich 3,3 baravarni, CB-08Г2С markali elektrod bilan qoplanganlarda 2 baravarni, УОНИ-13/45 markali elektrod bilan qoplangan namunalarda esa 1,6 baravarni tashkil etgan. Mazkur natijalar turli elektrod materiallarining yeyilishga bardoshlilik xususiyatlari sezilarli darajada farq qilishini tasdiqlaydi. Olingan natijalarning grafik ko'rinishi 13-rasmda keltirilgan.

O'tkazilgan sinovlar natijasiga ko'ra, T-590 markali payvandlash materiali bilan qoplangan kolosniklarning yeyilishga chidamliligi boshqa elektrod turlari bilan qoplangan namunalarga nisbatan eng yuqori ekanligi aniqlandi. Shunga ko'ra, ushbu material yeyilgan kolosniklarni qayta tiklash jarayonida tavsiya etilishi mumkin.



13-rasm. Namunalarning o'rtacha yeyilish jadalligi

Dissertatsiyaning «**Takomillashtirilgan ishchi kamera detallarini resursini oshirishning texnik-iqtisodiy asoslari**» deb nomlangan beshinchi bobida takomillashtirilgan arrali silindrni va kolosnik panjarasini yig'ish texnologiyasi, kolosniklarni payvandlab qayta tiklash texnologiyasi, kolosniklarini ishlab chiqarish sinovlari natijalari va kolosniklarini resursini oshirishning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari keltirilgan.

Takomillashtirilgan arrali silindrni yig'ish uchun belgilangan konstruktiv va montaj talablari asosida dissertatsiyada tavsiya etilgan arrali silindr yig'ilib, jin mashinasining ishchi qismiga texnologik me'yorlarga muvofiq o'rnatildi. Yig'ish jarayonida arralarning kolosnik panjaraga nisbatan chiqish chuqurligi, havo

kamerasi soplosi bilan tirqishi, aylantirgich kuragi bilan masofasi hamda boshqa geometrik parametrlar normativ qiymatlar asosida sozlandi. Sozlash ishlari yakunlangach, agregatning ishga tayyorligi sinovdan o'tkazildi.

Takomillashtirilgan kolosnikli panjarani yig'ish uchun № FAP 01577 raqamli foydali model patenti hamda ushbu konstruktiv chizmalar asosida, kolosniklar lapkalari bilan tayanch oralig'iga oldindan tayyorlab qo'yilgan prujina joylashtirilib, ular mustahkamlab o'rnatildi. Bunda tajriba yo'li bilan tanlab olingan prujinalar yordamida kolosniklar elastik tarzda mahkamlanib, kolosnik panjarasi hosil qilindi. Kolosniklarni yig'ishda o'rnatish vintlari oxirigacha tortilib, ularning bosh qismi va ichki sirtidagi o'tkir qirralar bartaraf etildi. Vintlar kolosniklar sirtidan chiqib turmasligi qat'iy nazorat qilindi. O'rnatilgan kolosniklar qo'l bilan bosib ko'rilganda qo'zg'almasligi kerak. Shu bilan birga, o'rnatilgan prujinalar kolosnikning juda kam miqdorda tebranishini ta'minlaydi, xolos. Har bir kolosnikka alohida prujinaning o'rnatilgani tufayli, kuch ta'sirida faqat o'sha kolosnik tebranadi va umumiy panjara konstruksiyasiga ta'sir ko'rsatmaydigan imkoniyat yaratilgan.

Yeyilgan kolosniklarni qayta tiklash uchun kolosniklarning geometrik shakli va ishchi yuzasida payvandlanadigan maydonning nisbatan kichikligi inobatga olinib, ularni qayta tiklash jarayonida qo'lda yoyli payvandlash usulidan foydalanish eng maqbul va samarali texnologik yechim deb topildi. Kolosniklarni qayta tiklash jarayoni dissertatsiyada ishlab chiqilgan texnologiya asosida T 590 markali elektrod payvandlab qayta tiklandi va taqqoslash uchun mavjud kolosnik bilan solishtirildi.

Tavsiya etilgan konstruksiyalarning amaliy bosqichi "O'zto'qimachilik sanoat" uyushmasiga qarashli Andijon viloyatining "Xo'jaobod Fayz-M" MChJ klaster korxonasida olib borildi. Ishlab chiqarish sharoitida tajriba sinovlari amaldagi texnologik jarayonda keng qo'llanilayotgan 4ДП-130 rusumli arrali jin mashinasiga tajriba namunalarini o'rnatgan holda bajarildi. Sinovlar paxtaning S-6524 seleksiyasi, 1-nav, 2-sinf toifasiga mansub xom ashyo namunalarida olib borildi.

Tajriba davomida paxtaning boshlang'ich fizik-texnik ko'rsatkichlari aniqlandi. Paxtaning dastlabki namligi 9,6 %, ifloslik darajasi esa 10,6 % ni tashkil etdi. Jinlash jarayonidan so'ng, paxtaning tarnov qismida namlik 7,9 % gacha, ifloslik esa 1,1 % gacha kamaygani kuzatildi, bu esa ishlab chiqarish texnologik zanjirida tozalash va quritish jarayonlarining samaradorligini ko'rsatadi.

Sinov ishlarining davomiyligi bir necha asosiy texnik-me'yoriy ko'rsatkichlarga qarab belgilandi. Jumladan, jinlangan chigitning tukdorligi, mexanik shikastlanish darajasi, arralar aro qistirma va kolosniklarning yeyilish holati muntazam nazorat qilinib bordi. Paxtani jinlash jarayonida ishlab chiqarilgan chigitning sifatini baholash maqsadida muntazam ravishda namunalar olinib, ular laboratoriya sharoitida GOST va amaldagi tarmoq me'yorlariga muvofiq sinovdan o'tkazildi.

Kolosniklarning yeyilishini baholash uchun ularning ishchi yuzasi o'lchamlari aniqlanib bordi. O'lchash ishlari yuqori aniqlikka ega shtangensirkul yordamida olib borildi. Shu bilan birga, arralar aro qistirma yeyilish darajasi ham doimiy monitoring qilindi — bu maqsadda arra disklari har 72 soatlik ishlash siklidan so'ng demontaj qilinib, shtangensirkul yordamida yeyilish miqdorlari qayd

etildi. Ushbu yondashuv sinov natijalarining aniqligi, qayta tiklanuvchanligi va ishonchliligini ta'minlashga xizmat qildi. Natijalar 6-jadvalda keltirildi.

Tadqiqotlar ishlab chiqarish sharoitida o'tkazilgani sababli, tajriba jarayonida mashina agregatlarining real yuklama va ish rejimlarida ishlashi ta'minlandi. Bu esa olingan natijalarning amaliy qiymatini oshiradi, ularni mavjud texnologik liniyalarga bevosita joriy qilish imkonini yaratadi.

6-jadval

Ishlab chiqarishda o'tkazilgan sinov natijalari

№	Ko'rsatkichlar	T-590 elektrod bilan qoplangan kolosnik	Tebranuvch i qilib mahkamlan -gan kolosnik	Arralar aro qistirma va arra disk birga mahkamlangan arrali silindr	Mavjud kolosnik
1	Paxtaning namligi, %	7,9	7,9	7,9	7,9
2	Ifloslik, %	1,1	1,1	1,1	1,1
3	Jinlangan chigitning tukdorlik darajasi o'rtacha, %	10,7	10,5	10,6	11,1
4	Chigitning mexanik shikastlanishi, %	2,5	2,3	2,4	3,0
5	Kolosnikning o'rtacha yeyilish jadalligi, mm	0,09 0,12	0,07 0,15	0,08 0,17	0,22
6	Arralar aro qistirmaning yeyilish jadalligi, mm	0,17	0,18	0,10	0,18

Jadvaldagi natijalardan ko'rinish mumkunki kolosniklarning ishchi yuzalarini T-590 markali elektrodlar bilan payvandlab qoplash ularning yeyilishga bardoshlilikini sezilarli oshiradi. Natijada jinlangan chigit tukdorligi 0,4 % ga, mexanik shikastlanish darajasi esa 0,5 % ga kamaygan. Kolosniklarning yeyilish jadalligi 0,22 mm dan 0,12 mm gacha, ya'ni 0,1 mm ga kamayganligi qayd etilgan. Bu esa kolosniklarning ish resursini 1,83 marta oshishiga olib kelgan. Yeyilib ishdan chiqqan kolosniklarni payvandlab qayta tiklash orqali ularning xizmat muddati uzayadi, natijada ehtiyot qismlar sarfi 40 % gacha kamayadi, ishlab chiqarish samaradorligi oshadi va arrali jin mashinasidan foydalanish davri uzayadi. Shu asosda T-590 markali elektrodlar yordamida payvandlab qoplash texnologiyasini ishlab chiqarishda qo'llash tavsiya etildi.

Kolosniklarni tebranuvchi qilib mahkamlash natijasida arrali jin mashinasida paxtani jinlash jarayonida yuk taqsimoti va zarba kuchlari bir tekis taqsimlanadi. Natijada jinlangan chigit tukdorligi 0,3 % ga kamaygan, mexanik shikastlanish esa 0,4 % ga qisqargan. Kolosniklarning yeyilish jadalligi mavjud holatdagi 0,22 mm dan 0,15 mm gacha kamaygan, ya'ni yeyilish 0,07 mm ga pasaygan. Natijada kolosniklarning xizmat muddati taxminan 1,46 martagacha uzayadi. Ehtiyot qismlar sarfi kamayib, mashina ish unumdorligi barqarorlashadi. Shuning uchun tebranuvchi

mahkamlash usulini mavjud mashinalarga qo'llash texnik va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Arralar aro qistirma va arra disk birga, qo'zg'almas tarzda mahkamlanganida jinlangan chigit tukdorligi 0,5 % ga, mexanik shikastlanish esa 0,6 % ga kamaygan. Kolosniklarning yeyilish jadalligi 0,17 mm atrofida, arralar aro qistirma yeyilish jadalligi esa 0,10 mm gacha tushgan. Bunday konstruktiv yechim qistirmalar va arra disklari orasidagi siljishlarni bartaraf etadi, barqaror ish rejimini ta'minlaydi va yeyilishni bir maromda kechishini kafolatlaydi. Natijada kolosnik va qistirmalarning xizmat muddati 1,29–1,8 marta oshadi, texnik xizmat ko'rsatish oralig'i uzayadi va ishlab chiqarish samaradorligi oshadi. Ushbu usul mexanik mustahkamlikni oshirgan holda arrali jin mashinasining ish unumdorligini barqarorlashtiradi.

Tavsiya etilgan konstruksiyalar "O'zto'qimachilik sanoat" uyushmasiga qarashli Andijon viloyatining "Xo'jaobod Fayz-M" MChJ klaster korxonasiga amaliyotga joriy etildi. Ularning iqtisodiy samaradorligini aniqlash uchun quyidagi formulalardan foydalanildi.

T-590 elektrod bilan qoplangan kolosnik uchun yillik iqtisodiy samaradorlik quyidagicha aniqlandi;

$$E_y = (S_{yan} - S_{qt}) \cdot N_y \cdot N_r = (27768 - 11640) \cdot 840 \cdot 1,83 \\ = 24\,791\,961 \text{ so'm}$$

Tebranuvchi qilib mahkamlangan kolosnik uchun yillik iqtisodiy samaradorlik quyidagicha aniqlandi;

$$E_y = (S_{yan} - S_{qx}) \cdot N_y / N_r = (27768 - 7\,512) \cdot 840 / 1,46 \\ = 11\,654\,136 \text{ so'm}$$

Arralar aro qistirma va arra disk birga mahkamlangan arrali silindr uchun yillik iqtisodiy samaradorlik quyidagicha aniqlandi;

$$E_y = (S_{yan} - S_{qx}) \cdot N_y / N_r = (27768 - 7\,995) \cdot 840 / 1,29 \\ = 12\,875\,441 \text{ so'm}$$

Olib borilgan iqtisodiy tahlillar natijasida, kolosniklarning turli konstruktiv yechimlari uchun yillik iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichlari aniqlandi. Hisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, T-590 elektrod bilan qoplangan an'anaviy kolosnik eng yuqori iqtisodiy samara bergan bo'lib, uning yillik iqtisodiy samaradorligi 24 791 961 so'mni tashkil etdi.

Tebranuvchi qilib mahkamlangan kolosnik variantida bu ko'rsatkich 11 654 136 so'm bo'ldi. Bu natija an'anaviy usulga nisbatan pastroq bo'lsa-da, kolosniklarning xizmat muddati uzayishi va ta'mirlash xarajatlarining qisqarishi bilan ajralib turadi.

Arralar aro qistirma va arra disk birgalikda mahkamlangan konstruksiya uchun yillik iqtisodiy samaradorlik 12 875 441 so'mni tashkil etdi. Bu variant tebranuvchi kolosnikka nisbatan yuqoriroq iqtisodiy natija berdi, biroq T-590 elektrod bilan qoplangan kolosnik darajasiga yetmadi.

XULOSALAR

“Arrali jin mashinasi ish unumini oshirish maqsadida, ishchi kamera detallari resursini oshirishning ilmiy asoslari” mavzusida texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (DsC) dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalar olingan:

1. Arrali jin mashinasida tola ajratish jarayoni asosan arrali silindr va kolosnikli panjaraning o'zaro mexanik ta'siri asosida amalga oshib, ishchi kamera konstruksiyasi hamda texnologik tirqishlarning optimal tanlanishi tola va chigit sifatini belgilovchi asosiy omil hisoblanadi.

2. Arrali jинlash jarayonida tola sifatiga asosiy ta'sir etuvchi omillar — arra tishlarining holati hamda kolosnik tirqishlarining me'yoriy (2,8–3,2 mm) saqlanishi bo'lib, ushbu ko'rsatkichlarning buzilishi tola shikastlanishi va unumdorlik pasayishiga olib keladi.

3. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, nosozliklarning asosiy qismi arra disklari va kolosnik tizimida yuzaga keladi, shu bois ularning konstruktiv aniqligini ta'minlash va ekspluatatsion resursini oshirish jinlash jarayonining barqarorligi hamda mahsulot sifatini yaxshilashning muhim sharti hisoblanadi.

4. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, kolosniklarning asosiy yeyilish sabablari arra diskining tirqish markazidan siljishi, tebranish jarayonida hosil bo'ladigan 40–45 N gacha bo'lgan davriy kuchlar hamda xom ashyo valigi zichligining ortishi natijasida yuklamaning 25 N dan 60 N gacha oshishi bilan bog'liq bo'lib, bu omillar tirqish geometriyasining buzilishiga va xizmat muddatining 3–4 oy bilan cheklanishiga olib keladi.

5. Arrali jin kolosniklarining yeyilish mexanizmini o'rganish va tahlil qilish natijalari shuni ko'rsatadiki, yeyilish jarayonini analitik ifodalar orqali tavsiflash mumkin. Ushbu bog'lanish ishqalanish yuzasiga ta'sir etuvchi bosim kuchi, nisbiy sirpanish tezligi hamda materialning kimyoviy tarkibi, strukturaviy holati va mexanik xossalarga bevosita bog'liq ekanligi aniqlandi.

6. Kolosniklarning xizmat muddatini (resursini) nazariy hisoblash uchun analitik model ishlab chiqildi. Mazkur model kolosniklarning resursini ishchi yuzadagi qoplama qatlamining qattiqligi, ta'sir etuvchi bosim kuchi hamda ishqalanish tezligi kabi asosiy parametrlar bilan o'zaro bog'liq holda baholash imkonini beradi.

7. Metall qattiqligining legirlovchi elementlar miqdoriga bog'liqligi aniqlashtirildi. Tadqiqot natijalari legirlovchi elementlar ulushi ortishi bilan metall qattiqligi ham oshishini nazariy jihatdan asoslab berdi.

8. Payvandlab qoplangan kolosniklarning resursi ishqalanish yuzasining qattiqligiga to'g'ri proporsional, unga ta'sir etuvchi bosim kuchi hamda arraning aylanish tezligiga esa teskari proporsional ekanligi aniqlanildi. Ayniqsa, ishchi yuzaning qattiqligi oshgani sari kolosnikning xizmat muddati ham ortib borishi qonuniyat sifatida tasdiqlandi.

9. Metall tarkibiga xrom elementini sof holda kiritish uning yeyilishga chidamliligini sezilarli darajada oshirishi ilmiy asoslandi. Xromning mavjudligi

metall strukturasi mustahkamligini ta'minlab, ishqalanish sharoitida yuqori barqarorlikni yuzaga keltiradi.

10. Arrali disklarning tebranishini kamaytirish hamda ularning valga nisbatan barqaror mahkamlanishini ta'minlash maqsadida yangi konstruktiv yechim – disklar va disklararo qistirmalarda maxsus teshiklar ochib, ular orqali metall sim o'tkazish asosida mahkamlash usuli taklif etildi.

11. Kolosniklarning yeyilishini kamaytirish maqsadida ularni tayanchga tebranuvchi holatda o'rnatish taklif qilindi. Prujinali tayanchlar yordamida amalga oshiriladigan ushbu konstruktiv yechim arrali silindr bilan kolosnik orasida yuzaga keladigan zarba va tebranish kuchlarini qisman so'ndirish imkonini beradi. Natijada kontakt bosimi kamayib, kolosniklarning yeyilish tezligi pasayadi va ularning xizmat muddati uzayadi.

12. Kolosniklar kulrang cho'yanning C415–35 markasidan tayyorlanishi hamda ularning fizik-mexanik xususiyatlari hisobga olinib, yeyilgan kolosniklarning ishchi yuzasini payvandlab qayta tiklash texnologiyasi ishlab chiqildi. Qoplama qatlamini hosil qilishda uchqun chiqishini oldini olish, qoplama qattiqligini optimal tanlash hamda payvandlashdan oldin detallarni qizdirish kabi asosiy texnologik talablar belgilandi.

13. Kolosniklarning ishchi yuzalarini qayta tiklash uchun T-590, Z-408 va YOHI-13/45 markali elektrodlar hamda CB-08Г2C payvandlash simidan foydalanish maqsadga muvofiq ekanligi asoslab berildi. Ushbu payvandlash materiallari qoplama qatlamining yuqori qattiqlik, mustahkamlik va yeyilishga chidamlilik xususiyatlarini ta'minlashga imkon beradi.

14. Olib borilgan tahlillar asosida arrali jin mashinasining ishchi elementlari – arrali disklar, arralararo qistirmalar va kolosniklarning konstruktiv takomillashtirilishi hamda ularning ishchi yuzalarini payvandlab qayta tiklash texnologiyasini qo'llash mashinaning ekspluatatsion ishonchliligini oshirishi, detallar resursini uzaytirishi va umumiy ish samaradorligini yaxshilashi aniqlandi.

15. DL-60 laboratoriya jinida o'tkazilgan tajribalar natijasida takomillashtirilgan mahkamlash usuli qo'llanilganda qistirma yeyilishi 0,026 mm, kolosnikniki esa 0,017 mm dan oshmadi.

16. Kolosnikni tayanchga tebranuvchi (prujinali) qilib mahkamlash kontakt zonasidagi real bosim kuchini kamaytirishi tajriba yo'li bilan aniqlandi. 42 N yuklama sharoitida tebranuvchi mahkamlash kolosnikka ta'sir etuvchi kuchni taxminan 10 N ga kamaytirib, yeyilish miqdorini o'rtacha 2,3 baravar pasaytirdi.

17. Yeyilgan kolosniklarni payvandlab qoplash orqali ularning ishchi yuzasi samarali tiklandi va ekspluatatsion xususiyatlari yaxshilandi. Qayta tiklangan kolosniklar yangi (nazorat) kolosnikka nisbatan yuqori yeyilishga chidamlilik ko'rsatdi.

18. Rokvell usuli (HRA shkalasi) bo'yicha o'lchovlar qoplama qatlamining qattiqligi ortishi bilan yeyilishga bardoshlilik ham ortishini ko'rsatdi.

19. Spektral tahlil natijalariga ko'ra, T-590 elektrod tarkibida xrom miqdori yuqori bo'lib, u qattiq karbid fazalar hosil qilishi natijasida qoplama qatlamining qattiqligi va yeyilishga chidamliligini oshiradi.

20. Metallografik tahlillar perlit va karbid fazalarining ko'pligi qattiqlik va yeyilishga chidamlilikni oshirishini, ferrit fazasining ortishi esa mexanik xossalarni pasaytirishini ko'rsatdi. T-590 va Z408 qoplamalarida karbidlarning mavjudligi yuqori ekspluatatsion ko'rsatkichlarni ta'minladi.

21. Yeyilishga sinash natijalariga ko'ra, T-590 elektrod bilan qoplangan kolosniklar eng kam yeyilish ko'rsatkichiga ega bo'lib, ularning yeyilishi mavjud kolosniklarga nisbatan 4 baravar kam ekanligi aniqlandi. Shu sababli T-590 elektrodi yeyilgan kolosniklarni qayta tiklash uchun eng samarali variant sifatida tavsiya etiladi.

22. Takomillashtirilgan arrali silindrni yig'ish texnologiyasi ishlab chiqilib, ishlab chiqarish sharoitida sinovdan o'tkazildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, kolosniklarning yeyilish miqdori 0,17 mm atrofida, arralar orasidagi qistirmalarning yeyilishi esa 0,10 mm gacha kamaygan. Bu esa kolosnik va qistirmalarning xizmat muddatini 1,29–1,8 baravar oshirish imkonini berdi.

23. Yangi kolosnik panjarasini yig'ish texnologiyasi amaliyotga joriy etilib, ishlab chiqarish sinovlari orqali baholandi. Tadqiqotlar natijasida kolosniklarning yeyilish jadalligi 0,22 mm dan 0,15 mm gacha qisqargani, ya'ni 0,07 mm ga kamaygani aniqlandi. Natijada ularning xizmat muddati taxminan 1,46 marta uzaydi.

24. Kolosniklarni payvandlab qayta tiklash texnologiyasi ishlab chiqilib, ishlab chiqarish sinovlarida samaradorligi tasdiqlandi. Xususan, T-590 markali elektrod bilan qoplash natijasida yeyilish 0,22 mm dan 0,12 mm gacha kamaydi. Bu esa kolosniklarning ish resursini 1,83 baravar oshirishga imkon berdi.

25. O'tkazilgan iqtisodiy tahlillar shuni ko'rsatdiki, ishchi kamerani takomillashtirish bo'yicha barcha ko'rib chiqilgan konstruktiv yechimlar ma'lum darajada ijobiy iqtisodiy natija beradi. Eng yuqori samaradorlik T-590 markali elektrod bilan payvandlab qoplash variantida kuzatildi (24 791 961 so'm). Tebranuvchi mahkamlash hamda arralararo qistirma va arra diskni birgalikda mahkamlash usullari ham mos ravishda 11 654 136 so'm va 12 875 441 so'm miqdorida yillik iqtisodiy samara berib, kolosniklarning xizmat muddatini uzaytirish va ta'mirlash xarajatlarini kamaytirish orqali ishlab chiqarish samaradorligini oshirishini tasdiqladi.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРЕСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК (DSc), ОРГАНИЗОВАННЫЙ НА ОСНОВЕ
НАУЧНОГО СОВЕТА PhD 03/2025.27.12.T.18.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ АНДИЖАНСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

**АНДИЖАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ**

ХАШИМОВ ХАЛИМЖОН ХАМИДЖАНОВИЧ

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ УВЕЛИЧЕНИЯ РЕСУРСОВ ДЕТАЛЕЙ
РАБОЧЕЙ КАМЕРЫ ПИЛЬНОГО ДЖИНА, С ЦЕЛЬЮ
ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ.**

**05.02.03 – Технологические машины. Роботы, мехатроника и робототехнические
системы**

**АВТОРЕФЕРАТ
ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА НАУК (DSc) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Тема диссертации доктора (DSc) технических наук зарегистрирована в Высшей Аттестационной Комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2024.3.DSc/T829

Диссертация выполнена в Андижанском государственном техническом институте.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-сайте Андижанского государственного технического института (<https://astiedu.uz/>) и на информационно-образовательном портале «Ziynet» (www.ziynet.uz).

научный консультант:

Косимов Каримжон Зухридинович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Мухаммадиев Давлат Мустафаевич
доктор технических наук, профессор

Саримсаков Акрамжон Усманович
доктор технических наук, доцент

Дуняшин Николай Сергеевич
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Ферганский государственный
технический университет

Защита диссертации состоится на заседании разового специализированного научного совета по присуждению ученой степени доктора наук (DSc), созданного на базе научного совета № PhD 03/2025.27.12.T.18.01 при Андижанском государственном техническом институте, которое состоится «25» 09 2026 года в 14:00 часов. Адрес: 170119, г. Андижан, ул. Бобуршоҳ, дом 56. Тел.: (99874) 223-43-67; факс: (99874) 223-43-67; e-mail: info@astiedu.uz; e-xat: asti@exat.uz

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Андижанского государственного технического института (зарегистрирована под № 5). Адрес: 170119, г. Андижан, ул. Бобуршоҳ, дом 56. Тел.: (99891) 612-30-06; факс: (99874) 223-43-67; e-mail: asti-arm@mail.uz.

Автореферат диссертации разослан «10.09» 2026 года.
(протокол реестра № 5 от «10.09» 2026 года).



У.М. Турдиалиев
Председатель научного совета
по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор

Ш.Х. Юлдашев
Ученый секретарь научного совета
по присуждению ученых степеней,
доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент

К. Юлдашев
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
ученых степеней,
доктор технических наук

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мире применение энерго- и ресурсосберегающих технологий и технических средств, направленных на сохранение природных свойств хлопкового волокна и улучшение его качественных показателей, занимает одно из ведущих мест. «Если учитывать, что объём производства хлопка в мировом масштабе, как ожидается, составит около 26 млн тонн, а объём потребления превысит 25,7 млн тонн»¹, это обуславливает необходимость совершенствования процессов переработки хлопкового сырья и внедрения в практику технологий, обеспечивающих сохранение природных свойств волокон. В этой связи важное значение имеют сохранение природных свойств и качественных показателей волокна в процессе хлопкоочистки, снижение механических воздействий на волокно в ходе технологических процессов, применение современных технических средств и устройств, обеспечивающих рациональное использование энергии и ресурсов, а также повышение эффективности производства и получение продукции высокого качества за счёт совершенствования их конструктивных и технологических параметров.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на совершенствование процессов переработки хлопка-сырца, сохранение исходных качественных показателей волокна и семян, повышение производительности и надёжности технологического оборудования. В связи с этим особое внимание уделяется вопросам снижения расхода энергии и материалов при переработке хлопка-сырца, повышения эффективности технологических процессов, износостойкости и продления срока службы рабочих органов, создания компактного, конструктивно простого и современного автоматизированного оборудования, а также улучшения качества продукции и снижения себестоимости за счёт разработки и внедрения в производство передовых технологий, позволяющих управлять качеством волокна и семян.

В нашей республике реализуются широкомасштабные меры по повышению качества хлопкового волокна, широкому использованию конструктивно простых и высокоэффективных технологий, а также созданию и внедрению в практику новых технологических решений в данной области, в результате чего достигаются определённые результаты. В Указе Президента Республики Узбекистан № ПФ-60 отмечается, что «общая площадь хлопковых полей в Узбекистане составляет 1 млн гектаров, урожайность с каждого гектара составляет 590 кг, произведено 0,59 млн тонн хлопкового волокна, при этом его потребление составляет 0,6 млн тонн, объём экспорта — 0,015 млн тонн, а объём импорта — 0,004 млн тонн». В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы, в частности, определены важные задачи по «увеличению объёма производства продукции текстильной промышленности

¹ international cotton advisory committee. Washington, From the Secretariat of the ICAC.
<https://icac.org/emailsecretariat@icac.org>.

в 2 раза»². В реализации данных задач, в том числе, важное значение имеют сохранение первоначальных качественных показателей волокна и семян хлопчатника, а также снижение энергозатрат технологических процессов.

Данное диссертационное исследование в определённой степени служит реализации задач, определённых в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы», Указе Президента Республики Узбекистан № УП-53 от 21 января 2022 года «О мерах по стимулированию глубокой переработки на текстильных и швейно-трикотажных предприятиях, производства готовой продукции с высокой добавленной стоимостью и увеличения её экспорта», Указе Президента Республики Узбекистан № УП-2 от 10 января 2023 года «О мерах по поддержке деятельности хлопково-текстильных кластеров, коренному реформированию текстильной и швейно-трикотажной промышленности и дальнейшему повышению экспортного потенциала отрасли», постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-308 от 7 июля 2022 года «О дополнительных организационных мерах по повышению урожайности хлопчатника и внедрению науки и инноваций при выращивании хлопчатника», а также в других нормативно-правовых документах, относящихся к данной деятельности.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и техники Республики. Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

Обзор зарубежных научно-исследовательских работ по теме диссертации³.

Фундаментальные исследования, направленные на совершенствование технологий отделения волокна от семян хлопчатника, повышение их эффективности, а также улучшение качества волокна и семян, активно проводятся ведущими мировыми научными центрами и компаниями, включая научно-исследовательские институты и инжиниринговые компании США, Бразилии, Индии, России, Таджикистана, Китая, Турции, Бангладеш, Египта и

² Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года №ПФ-60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

³ <https://a2la.org>; thenonwovensinstitute.com; jimmorancollege.fsu.edu/textile-lab; itc.ttu.edu/fbri; lsuagcenter.com; gaston.edu/fic; Passos, A., Neto, R. and Tavares, M. (2020) Solid State NMR Applied to Evaluate Fibers Cotton. *Materials Sciences and Applications*, 11, 591-599. doi:10.4236/msa.2020.118039; Fassihi, A. and Hunter, L. (2016) Application of an Automatic Yarn Dismantler to Track Changes in Cotton Fiber Properties during Full Scale Processing of Cotton into Carded Yarn. *Journal of Natural Fibers*, 13, 555-564. <https://doi.org/10.1080/15440478.2015.1083925>; <https://cicr.org.in/>; <https://cyberleninka.ru/article/n/formalizatsiya-i-analiz-tehnologicheskikh-protseessov-pervichnoy-pererabotki-hlopka-syrtsa/viewer>; <https://cyberleninka.ru/article/n/formalizatsiya-i-analiz-tehnologicheskikh-protseessov-pervichnoy-pererabotki-hlopka-syrtsa/viewer>; <https://www.tut.tj/wp-content/>; <https://www.science-direct.com/science/article/abs/pii/S0926669019302602>; Çoban, Mehmet. (2015). Cotton Production of Turkey & Role of Nazilli Cotton Research Institute; <http://cdb.sreepur.gazipur.gov.bd/en>; http://www.arc.sci.sg/Insts-Labs/Pub_Details.aspx?OrgID=2&PUB_ID=68894&lang=en; <https://www.dpi.nsw.gov.au/dpi/about-us/research-and-development/centres/narrabri-australiancotton-research-institute-acri>; <https://www.niphaindia.com/airseparator.php>; <https://bajajngp.com/>; <https://cherokeefab.com/>; <https://www.lumus.com/>; <https://www.continentaleagle.com.au/>; <https://www.sdmj.com.cn/en/cotton-processing.html>; <https://www.china-lebon.com/95.html>; <https://www.export-hub.com/product/highquality-cottonginning-machine-1741.html>

Австралии. В число участников данных научных изысканий входят такие престижные организации, как American Association for Laboratory Accreditation, North Carolina State University The Nonwovens Institute, Florida State University Textile Testing Lab, Texas Tech University, Fiber & Biopolymer Research Institute, Louisiana State University Cotton Fiber Laboratory, Gaston College, Fiber Innovation Center (США); Institute of Macromolecules Professor Eloisa Mano, Federal University of Pelotas, Federal University of Ceara (Бразилия); ICAR Central Institute for Cotton Research (Индия); Volgograd State Agrarian University (Россия); Qulab Technology and Innovation Management Institute (Таджикистан); State Key Laboratory of Crop Biology/Agronomy College, Shandong Agricultural University, Taian, Shandong, Heze Academy of Agricultural Sciences (Китай); Cotton Research Institute (Турция); Textile Vocational Institute (Бангладеш); Cotton Research Institute (Египет); Narrabri: Australian Cotton Research Institute (Австралия) и другие. Кроме того, свой вклад в эти исследования вносят инжиниринговые компании, такие как Nipha, Bajaj Steel Industries Limited (Индия); Cherokee, Lummus Ag Solutions, Continental Eagle Pty Ltd. (США); Shandong Swan Cotton Industrial Machinery Stock Co., Ltd., Qingdao Lebon Industry Co., Ltd. (Китай); Haseeb Ramzan Agri Mech Eng Company (Пакистан).

В результате мировых научных исследований, направленных на дальнейшее совершенствование процесса отделения волокна от семян, оптимизацию рабочих органов и элементов пильных джинов, а также повышение качества получаемого волокна, были достигнуты следующие значимые результаты:

В таких престижных образовательных учреждениях, как North Carolina State University, College of Textiles (США); Indian Institute of Technology, Department of Textile and Fibre Engineering (Индия); University of Manchester, School of Materials (Великобритания), особое внимание уделяется вопросам текстильной промышленности, включая переработку хлопка и проектирование машин.

В сельскохозяйственных университетах и научных центрах, таких как Texas A&M University, Department of Soil and Crop Sciences (США); Punjab Agricultural University (Индия); Central Institute for Research on Cotton Technology (CIRCOT) (Индия), особое внимание уделяется программам и исследованиям в области хлопководства и машиностроения.

В высших учебных заведениях, таких как National Institute of Technology (NIT); Technical University of Liberec, Faculty of Textile Engineering (Чехия); Southern Institute of Technology (Новая Зеландия), предлагаются образовательные программы по технологиям хлопка и машиностроению.

Отраслевые организации и научные центры, такие как Cotton Incorporated (США), осуществляют научно-исследовательскую и инновационную деятельность в области хлопководства и переработки текстиля; The International Cotton Advisory Committee (ICAC) поддерживает научно-исследовательские институты по всему миру; All India Cotton Development Council (Индия) проводит исследования, направленные на развитие

технологий хлопка. Деятельность этих организаций в основном направлена на развитие технологий хлопка и машиностроения.

В мире существует множество научно-исследовательских центров, университетов и технических институтов, специализирующихся на хлопковой промышленности и машиностроении, а также специализирующихся на текстильной инженерии, сельскохозяйственной инженерии и промышленных технологиях, в которых проводятся исследования по совершенствованию технологий первичной обработки хлопка, в том числе, в следующих приоритетных направлениях: совершенствование и повышение эффективности работы пильных джинов и их основных рабочих органов при отделении волокна от семян; исследования, направленные на сохранение естественных показателей качества волокна и семян.

Степень изученности проблемы. Широкомасштабные научные исследования по совершенствованию технологических машин, предназначенных для хлопковой промышленности, разработке новых эффективных конструкций, кинематическому и динамическому анализу процессов их работы, а также по определению рабочих органов и оптимальных режимов движения технологических машин с сохранением естественных качественных показателей хлопкового волокна проводились зарубежными учёными. В частности, такими учёными, как S.Z. Hall, T. Elliot, S.E. Hughs, R.N. Rakoff, A.V. Stanley, R.G. Hardin, P.A. Funk и другими, а также в Узбекистане — R. Mustafin, M.S. Eshonov, G.I. Miroshnichenko, R. Burnashev, R. Murodov, S.D. Boltaboyev, R.G. Mahkamov, I.T. Maqsudov, A.A. Jo‘rayev, B.M. Mardonov, Sh.U. Rahmatkoriev, I.G. Shin, X.T. Ahmadxo‘jayev, D.M. Muhammadiev, M.T. Tillaev, N.G. Gulidov, R.Sh. Sulaimonov, Sh.Sh. Hakimov, S.Z. Yunusov и другими проводились научные исследования, направленные на уменьшение факторов, отрицательно влияющих на качество семян и хлопкового волокна в процессе дженирования, повышение производительности пильных джиновых машин, оснащение их ресурсосберегающими узлами и деталями, а также на снижение энергозатрат.

Однако в выполненных исследованиях вопросы повышения рабочего ресурса колосников, применяемых в пильных джиновых и линтерных машинах, недостаточно комплексно изучены. Учитывая вышеизложенное, в данной работе запланировано проведение научных исследований, направленных на повышение срока службы колосников в пильных джиновых и линтерных машинах за счёт наплавки износостойкого слоя на их изношенные рабочие поверхности, а также на разработку конструктивных решений по креплению пильных дисков с помощью прокладки и установке колосника на опору с возможностью колебательного движения. В процессе исследований предусмотрено определить влияние состава слоя, его структура и уровня твёрдости на физико-механические свойства наплавленной поверхности, а также оценить износостойкость колосников.

Связь диссертационного исследования с научными планами высшего учебного заведения, где выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научных работ

кафедры «Технологические машины и охрана труда» Андиганского государственного технического института по теме «Ремонт и техническое обслуживание деталей технологических машин и оборудования на машиностроительных предприятиях», а также в рамках практического проекта ЁОТ-Атех - 2018-85 «Обоснование параметров технологии повышения ресурса деталей машин путём нанесения современных композиционных материалов» (2018–2019 гг.) и проекта подготовки к коммерциализации на 2021–2022 годы №145/14 «Организация производства рабочих органов машин из материалов обоснованного состава (лемех плуга, колосник джинной машины и зубья ковша экскаватора)».

Цель исследования заключается в повышении ресурса колосников и межпильных прокладок, а также улучшении качества продукции за счёт совершенствования рабочей камеры машины для отделения волокна.

Задачи исследования:

аналитическое изучение существующих технологий, конструктивных решений и ранее проведённых научных исследований по повышению ресурса рабочих органов путём совершенствования рабочей камеры волокноотделяющей машины;

анализ сил, влияющих на износ колосников, а также теоретическое обоснование зависимости их износа от силы давления пильного диска, относительной скорости скольжения между колосником и пильным диском и твёрдости материала колосника;

разработка способов повышения износостойкости колосников на основе применения конструктивных решений, снижающих силу давления, действующую на детали, технологических решений, основанных на выборе методов обработки для повышения твёрдости материала, а также материаловедческих решений, основанных на введении легирующих элементов в состав наплавленного слоя;

проведение экспериментальных и производственных испытаний по определению влияния предложенных решений на снижение сил, действующих на колосники, уменьшение износа колосников и межпильных прокладок, а также на качество продукции, и разработка эмпирических зависимостей на основе полученных результатов;

оценка технико-экономической эффективности повышения износостойкости деталей рабочей камеры на основе разработанных конструктивных решений и технологий.

Объектом исследования выбраны колосники, расположенные в рабочей камере машины для отделения волокна, а также конструкция пильного цилиндра.

Предметом исследования является повышение износостойкости и срока службы деталей рабочей камеры за счёт восстановления изношенных колосников методом наплавки, установки колосников на опору с возможностью колебательного движения, а также совершенствования системы взаимного крепления межпильной прокладки и пильных дисков.

Методы исследования. В процессе исследования использованы правила математических расчётов, закономерности теоретической механики, методы статистического анализа, фундаментальные законы и положения физики. Научные исследования проводились на основе правил классической механики, методов математического анализа, а экспериментальные исследования — в соответствии со стандартами О‘zDSt 615:2008, О‘zDSt 644:2006, О‘zDSt 592:2008, О‘zDSt 593:2008, ГОСТ 5640-68, ГОСТ 10243-75, ГОСТ 23.224-86, ГОСТ 27611-88, ГОСТ 18895-97, ГОСТ 9012-59, ГОСТ 9013-59. При оценке полученных результатов использовались правила математической статистики и компьютерные программы Word и Excel.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработано конструктивное решение по совершенствованию колосников рабочей камеры джигирующей машины путём их вибрационного крепления, обеспечивающее снижение боковой силы давления, действующей на колосник, и увеличение срока службы до 1,46 раза;

усовершенствована конструкция пильного барабана на основе крепления пильных дисков и прокладок к валу с помощью штифтов, что обеспечило снижение вибраций и повышение надёжности крепления, в результате чего ресурс колосников увеличен до 1,29 раза, а прокладок — до 1,8 раза;

исследованы структура, твёрдость и износостойкость наплавленного слоя, нанесённого на быстроизнашивающиеся рабочие поверхности колосников, и обоснован его химический состав, обеспечивающий повышение ресурса до 1,83 раза по сравнению с новым колосником;

разработана конструкция шлифовального устройства для механической обработки и выравнивания рабочих поверхностей нескольких восстановленных наплавкой колосников;

разработана конструкция устройства для испытания колосников пильного джина с целью определения скорости их износа под воздействием динамических нагрузок и оценки рабочего ресурса.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

Разработана технология восстановления изношенных колосников методом сварки, а также на основе экспериментальных исследований изучено влияние различных сварочных материалов на износостойкость поверхности колосника и обоснован состав покрывного материала с наибольшей эффективностью;

предложен способ установки колосников на опору в вибрационном положении, в результате которого уменьшается нагрузка на поверхность колосника, а срок их службы увеличивается в 1,3–1,5 раза;

улучшена система крепления междупильной прокладки и пильных дисков, в результате чего уменьшилась вибрация пил, значительно снизилось повреждение волокон и износ колосника в процессе отделения волокна;

создана специальная лабораторная установка для определения износа колосников, позволяющая проводить сравнительную оценку скорости износа рабочих поверхностей новых и реконструированных колосников;

в результате экспериментальных исследований определены зависимости между скоростью износа колосников и показателями давления, скорости трения и твердости, а также разработаны рекомендации по их практическому использованию.

Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что исследования проводились с использованием эффективных методов и средств, теоретические исследования выполнены на основе положений теоретической механики, материаловедения, деталей машин и сопротивления материалов, адекватностью теоретических и экспериментальных исследований, положительными результатами лабораторных и опытных испытаний предложенных методов, а также их внедрением в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в совершенствовании рабочей камеры волокноотделительной машины, оценке процессов износа рабочих органов и разработке научных основ повышения срока их службы, наплавке рабочих поверхностей колосников электродами марки Т-590, их вибрационном креплении и взаимном неподвижном креплении междупильной прокладки и пильных дисков, что объясняется научными подходами, обосновывающими влияние на износ колосников, стабильную работу рабочей камеры и эффективность процесса отделения волокна.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработанные в ходе исследования технологические и конструктивные решения способствуют повышению эффективности работы волокноотделительных машин на хлопкоочистительных предприятиях, снижению износа деталей рабочей камеры и увеличению срока их службы, в частности, за счёт наплавки рабочих поверхностей колосников электродами марки Т-590, их вибрационного крепления, а также неподвижного соединения междупильных прокладок и пильных дисков, что позволяет повысить надёжность рабочих органов машины, снизить расход запасных частей и увеличить межремонтный период, проведённые лабораторные и производственные испытания подтвердили эффективность разработанных технологических и конструктивных решений, а их внедрение в производство позволяет обеспечить стабильность процесса волокноотделения, улучшить показатели качества продукции и повысить технико-экономическую эффективность производства, что и определяет практическую значимость полученных результатов.

Внедрение результатов исследования.

По результатам, полученным в рамках исследования на тему научные основы повышения ресурса деталей рабочей камеры с целью увеличения производительности пильного джина:

Усовершенствованные конструктивные решения рабочей камеры пильного джина были внедрены в производственный процесс на кластерном предприятии ООО «Хо‘jaobod Fayz-M» Андижанской области, входящем в систему Ассоциации Республики Узбекистан «O‘zto‘qimachilik sanoat»

(справка Ассоциации Республики Узбекистан «O‘zto‘qimachilik sanoati» № 02/06-2777 от 27 ноября 2025 года). В результате применения колосников с рабочими поверхностями, наплавленными электродами марки Т-590, опушенность дженированных семян снизилась на 0,4 %, механическая повреждаемость — на 0,5 %, а интенсивность износа колосников уменьшилась с 0,22 мм до 0,12 мм; за счёт установки колосников на опору в вибрирующем состоянии опушенность дженированных семян снизилась на 0,3 %, механическая повреждаемость — на 0,4 %, а интенсивность износа колосников уменьшилась с 0,22 мм до 0,15 мм; благодаря применению конструктивного решения с жёстким совместным креплением межпильных прокладок и пильных дисков опушенность дженированных семян снизилась на 0,5 %, механическая повреждаемость — на 0,6 %, износ колосников уменьшился до 0,17 мм, а износ межпильных прокладок — до 0,10 мм;

Рекомендованные для совершенствования рабочей камеры конструктивные решения были внедрены в непрерывный технологический процесс на кластерном предприятии ООО «Хо‘jaobod Fayz-M» Андижанской области, входящем в систему Ассоциации Республики Узбекистан «O‘zto‘qimachilik sanoati» (справка Ассоциации Республики Узбекистан «O‘zto‘qimachilik sanoati» №02/06-2777 от 27 ноября 2025 года). В результате срок службы колосников с рабочими поверхностями, наплавленными электродами марки Т-590, увеличился в 1,8 раза, срок службы колосников, установленных на опору в вибрирующем состоянии, — в 1,5 раза, а при совместном жёстком креплении межпильных прокладок и пильных дисков срок службы колосников увеличился в 1,3 раза, а ресурс работы межпильных прокладок — в 1,8 раза;

получены патенты на полезную модель на устройства для испытания колосников на износ (№FAP01978 и №FAP2846). В результате создана возможность в лабораторных условиях одновременно проводить испытания на износ четырёх пар трения, состоящих из колосников и пил, под воздействием заданной нагрузки, оценивать износостойкость наплавочных материалов, а также выбирать оптимальные конструктивные и технологические решения.

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационной работы обсуждались на 5 международных и 1 республиканской научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 23 научные работы, из них 11 статей опубликованы в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, в том числе 10 статей в республиканских и 1 статья в зарубежном журнале. Получены 1 монография, 1 патент на изобретение и 4 патента на полезную модель.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации составляет 199 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и необходимость темы диссертации, сформулированы цель и задачи, а также объект и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта научная и практическая значимость результатов исследования, а также приведены сведения о внедрении в практику, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной **«Аналитический анализ выполненных работ по совершенствованию рабочей камеры пильного джина»**, рассмотрены процесс работы пильных джинных машин, детали рабочей камеры и их назначение, факторы, влияющие на износ колосника, анализ научно-исследовательских работ, направленных на повышение ресурса колосников пильного джина, анализ научных исследований по межпильным прокладкам, а также анализ научно-исследовательских работ по повышению ресурса пильных дисков пильного джина. В результате проведённого анализа выявлен ряд технических и технологических недостатков. Установлено, что данные недостатки отрицательно влияют на стабильность работы джинного оборудования, его надёжность и эксплуатационные показатели.

Известно, что в рабочей камере пильной джинной машины колосники располагаются рядом друг с другом, образуя колосниковую решётку. В промежутках каждой решётки установлены дисковые пилы, которые в процессе вращения зацепляют волокно зубьями, отделяют его от поверхности семян и пропускают через промежутки решётки. Семена же, из-за своих больших размеров, не могут пройти через промежутки решётки. В процессе отделения волокна от семян под воздействием различных сил вращение пилы может нарушаться, она касается рабочей поверхности колосника, и в результате трения волокна колосники изнашиваются (рис. 1). Вследствие износа щели решётки расширяются, и через них вместе с волокном начинают проходить семена, что ухудшает качество волокна. Замена колосников с изношенной рабочей поверхностью на новые нарушает непрерывность процесса джинирования, снижает коэффициент полезного действия машины, а также увеличивает трудовые и экономические затраты.

Проведённые наблюдения показывают, что интенсивный износ колосников в основном возникает в результате вибрации пильного диска. Причинами вибрации пилы являются большое количество примесей в хлопке-сырце, высокая влажность в рабочей камере, а также износ прокладок между пилами. При износе прокладки между пильным диском и прокладкой образуется зазор, и в процессе вращения вала этот зазор усиливает вибрацию пилы. При вращении вала с высокой скоростью возникает разница между скоростями вращения пильного диска и прокладки, увеличивается трение, и материал прокладки изнашивается быстрее.

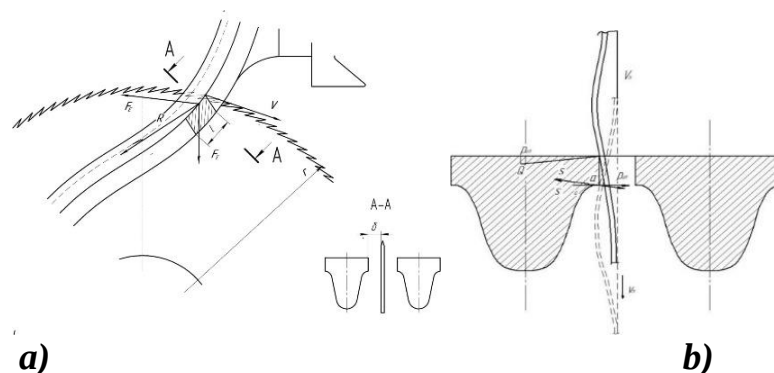


Рис. 1. а) Аналитическая схема сил, возникающих в трущейся паре «пильный диск – колосник»; б) Поперечные колебания пильного диска под действием сил.

Во второй главе диссертации, озаглавленной «**Теоретические основы снижения износа деталей рабочей камеры**», рассмотрены виды износа и анализ методов его устранения, конструктивные пути повышения износостойкости пары «пила–колосник», теоретические основы факторов, влияющих на износ деталей, теоретические основы факторов, вызывающих износ колосника, технологические пути повышения износостойкости пары «пила–колосник», материаловедческие пути повышения износостойкости пары «пила–колосник», влияние легирующих элементов на твёрдость материала колосника, а также вопросы введения элемента хрома в состав сварочного шва при наплавке колосников.

В мировой практике разработано множество научных и технологических направлений, направленных на снижение износа деталей машин или предотвращение его возникновения. Эти направления условно можно разделить на три основные группы: конструкционные, материаловедческие и технологические методы.

В конструкционном направлении задача снижения износа деталей машин и механизмов прежде всего решается путём научно обоснованного совершенствования их формы, размеров и общей конструктивной структуры. На процесс износа колосника в основном существенно влияют сила давления P , воздействующая на колосник со стороны пильного диска, скорость вращения пилы, а также твёрдость материала колосника H . На основе этих факторов интенсивность износа колосника характеризуется следующим выражением:

$$I = \frac{\Delta h}{\Delta t} = K_0 \frac{PV_{\text{нис}}}{H} \quad (1)$$

где: I — интенсивность износа колосника, м/с; Δh — изменение толщины изношенного слоя, мм; Δt — время, с; K_0 — экспериментальный коэффициент, учитывающий условия износа; P — сила давления пильного диска на колосник, Н; $V_{\text{нис}}$ — относительная скорость скольжения между пилой и колосником, м/с; H — твёрдость материала колосника, HRC.

Общая сила давления пильного диска, воздействующая на колосник, состоит из суммы сил, возникающих под действием волокон, а также сил, образующихся в результате колебания пилы:

$$P = P_t + P_v; \quad (2)$$

где: P_t — сила воздействия волокон на колосник, P_v — сила, возникающая вследствие колебания пилы.

$$P_t = k\rho; \quad (3)$$

где: P_t — сила воздействия волокон на колосник, Н; k — коэффициент, учитывающий условия в рабочей камере; ρ — плотность массы хлопка в рабочей камере, кг/м³.

$$P_v = k_1 I + k_2 \delta; \quad (4)$$

Относительная скорость скольжения между пилой и колосником зависит от диаметра пилы и частоты её вращения:

$$V_{nis} = \pi d n; \quad (5)$$

где: V_{nis} — относительная скорость скольжения между пилой и колосником; d — диаметр пильного диска; n — частота вращения пилы.

Уменьшение диаметра пильного диска выражается следующим образом:

$$d = d_o - k\Delta d; \quad (6)$$

Тогда скорость записывается следующим образом:

$$V_{nis} = \pi (d_o - k\Delta d)n; \quad (7)$$

Твёрдость материала колосника зависит от его химического состава, то есть от количества легирующих элементов.

Поскольку материал колосника является чугуном, одной из основных проблем при его сварке является образование горячих трещин. Для их уменьшения применяются технологические меры, такие как оптимизация состава металла, оптимизация формы сварочного шва и снижение скорости охлаждения.

Для оценки склонности металла сварочного шва к образованию горячих трещин применяются понятия хромового эквивалента Cr_e и никелевого эквивалента Ni_e .

Хромовый эквивалент определяется следующим выражением:

$$Cr_e = Cr + Mo + 2Al + 2Ti + Nb + W + 0.5Ta + 1.5Si \quad (8)$$

Никелевый эквивалент определяется по следующей формуле:

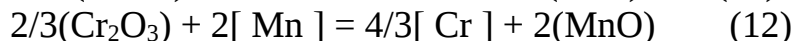
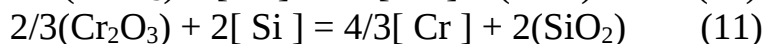
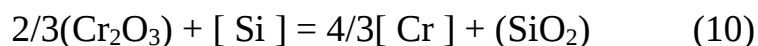
$$Ni_e = Ni + 30C + 12B + Co + 0.5Mn \quad (9)$$

Если $Cr_e / Ni_e > 1$, то склонность материала к образованию горячих трещин будет низкой. Напротив, если данное соотношение меньше 1, склонность материала к образованию горячих трещин возрастает. Поэтому для снижения вероятности образования горячих трещин в сварочном шве целесообразно вводить в состав наплавленного металла легирующие элементы, повышающие хромовый эквивалент.

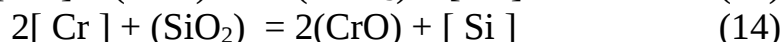
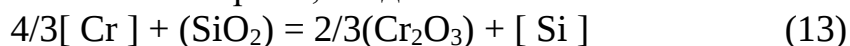
В процессе наплавки легирование металла шва хромом осуществляется путём введения хрома или его ферросплавов в состав наплавочного покрытия.

Введение хрома в оксидной форме осуществляется путём добавления его в состав сварочной проволоки в расплавленном состоянии. При введении хрома в виде оксида под воздействием высокой температуры сварочной ванны

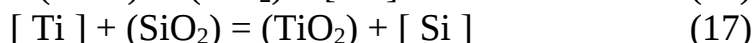
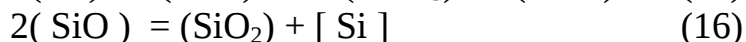
и активных элементов в ней (Si, Mn и др.) происходят следующие реакции восстановления:



При добавлении хрома в состав шва в виде порошка в наплавленном металле увеличивается содержание кремния, а содержание марганца уменьшается. Восстановление кремния из оксида кремния происходит с помощью металлического хрома, введённого в состав шва.



Согласно законам термодинамики вероятность этого процесса мала. Изобарный потенциал реакций (13) и (14), приведённых выше, имеет положительное значение. Поэтому в данном случае возможно поэтапное восстановление элемента кремния из оксида. В этом процессе имеют место следующие химические реакции.



Различия в содержании кислорода в горячеоцинкованном металле подтверждают сделанные выводы. Добавление оксида хрома в сварочную ванну продолжает усиливать окислительно-восстановительные реакции между шлаком и металлом, подвергающимся покрытию, в большей степени, чем добавление металлического хрома.

Таким образом, теоретические исследования показывают, что введение хрома в сварочную ванну в чистом металлическом виде стабилизирует состав осаждаемого слоя и процесс легирования. Хотя высокая температура плавления хрома слегка увеличивает потребление энергии, его использование в металлической форме ограничивает окислительно-восстановительные процессы и обеспечивает равномерное формирование структуры сварного шва. В результате улучшаются механические свойства и износостойкость гальванического слоя. По этой причине при проведении ремонта сварных швов целесообразно вводить хром в чистом металлическом виде.

На основе представленных выше теоретических анализов была сформулирована общая математическая зависимость, выражающая зависимость твердости металла от количества легирующих элементов в его составе, следующим образом.

$$H = H_0 + \sum a_i X_i; \quad (19)$$

где: H — твердость металла по шкале HRC; H_0 — твердость основного металла по шкале HRC;

где: H — твердость металла по шкале HRC; H_0 — твердость основного металла по шкале HRC;

a_i — коэффициент влияния твердости элемента (HRC/%); X_i — количество легирующего элемента в сплаве (%).

Обобщая все вышеприведенные выражения, получаем следующее выражение.

$$I = K_o \frac{(kp+k_1I_o+k_2\delta)\pi(d_o-k\Delta d)n}{H_o+\sum a_i X_i}; \quad (20)$$

На основе полученного окончательного выражения были получены результаты расчета, на основе которых был построен график, представленный на рисунке 2.

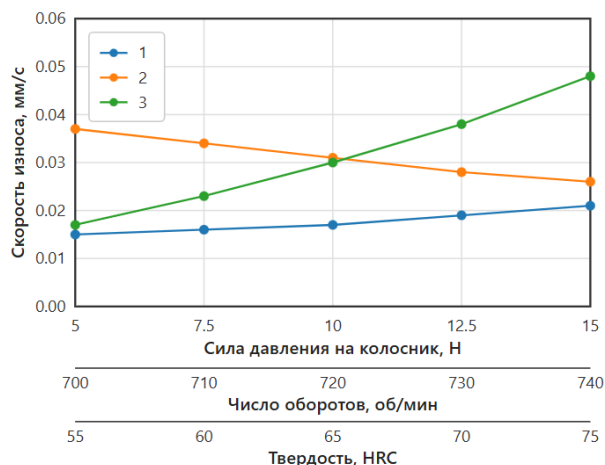
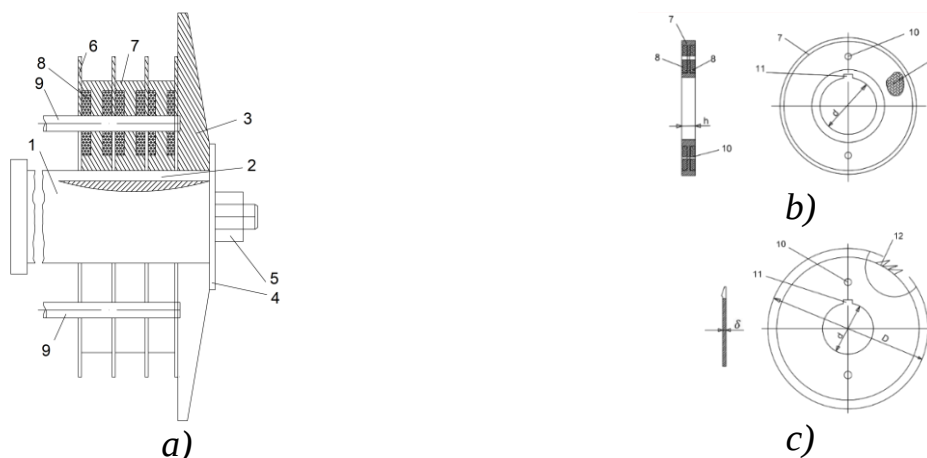


Рисунок 2. График износа пыльного диска в зависимости от силы давления, действующей на цанги (1), твердости материала (2) и скорости вращения диска (3).

В третьей главе диссертации, озаглавленной «Технологические и конструктивные решения по увеличению срока службы дробильной камеры», представлена информация о конструктивных и технологических методах продления срока службы компонентов рабочей камеры щековой дробилки.

Наблюдения показали, что наиболее быстрый износ решетчатых стержней в первую очередь вызван вибрацией пыльного полотна. Вибрация пыльного диска вызвана высоким содержанием примесей в очищенном хлопке, высокой влажностью в рабочей камере и износом вставок, расположенных между пилами. Износ вставки приводит к образованию зазора между пыльным диском и вставкой, что вызывает вибрацию диска при вращении вала. Одной из основных причин износа вставок является разница в скорости вращения пыльного диска и вставки при высокой скорости вращения вала.

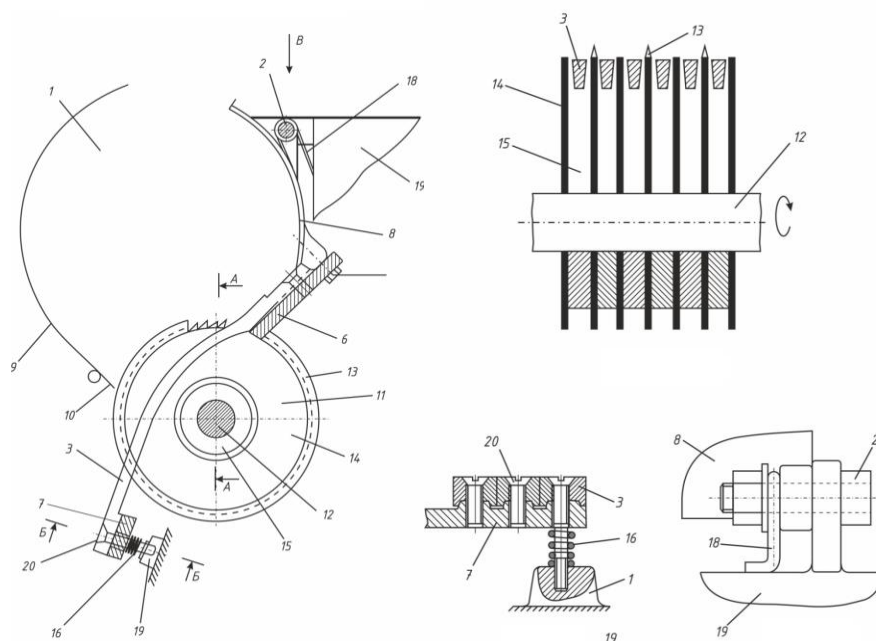


а) продольный разрез зубчатого барабана, б) разрез и вид спереди междисковой вставки, в) вид зубчатого диска.

Рисунок 3. Пыльное полотно и зажимное устройство для крепления вала IAP № 20230713

Для устранения этой проблемы в пильных дисках и вставках между ними просверливаются специальные отверстия, через которые продевается металлический штифт, обеспечивающий жесткое соединение пильных дисков и вставок друг с другом и с валом. (Рисунок 3). Это позволило значительно снизить вибрации, возникающие во время работы, и обеспечить стабильную работу оборудования.

Одним из эффективных способов продления срока службы решеток является их установка на опору в вибрирующем состоянии.



**Рисунок 4. Общий вид усовершенствованной рабочей камеры.
FAP № 01577**

Исследования показывают, что при контакте пильного диска с рабочей поверхностью ролика образуются микротрещины, ускоряющие процесс износа. Чтобы смягчить это, необходимо уменьшить силу давления, прикладываемую к ролику. Для этого решетки крепятся к опоре с помощью упругого элемента — пружин. При контакте пильного диска с поверхностью решетки пружина деформируется и поглощает часть удара. В результате напряжение в зоне контакта снижается, что замедляет износ решеток. Предлагаемая система пружинных вибрирующих решеток увеличивает срок службы решетки, уравнивает динамические нагрузки в рабочей камере, снижает вибрацию печи и обеспечивает надежность и непрерывную работу машины.

С учетом физико-механических свойств вышеупомянутого материала на рабочую поверхность решеток наносится сварной наплав, чтобы продлить срок их службы и повысить износостойкость. Полученный наплав должен быть устойчив к высоким температурам, абразивному износу и механическим нагрузкам, а также обладать достаточной твердостью и пластичностью, чтобы предотвратить разлет искр при работе с пильным диском.

С учетом вышеуказанных требований при ремонте решеток сваркой целесообразно использовать электроды и сварочные материалы, предназначенные для сварки чугуна. В частности, высококачественное и долговечное наплавление можно получить с помощью электродов Т-590, З-408 и УОНИ-13/45, а также сварочной проволоки Св-08Г2С. Эти материалы улучшают механические свойства восстановленной поверхности, тем самым продлевая срок службы решетки. Для определения этого проводятся экспериментальные исследования.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной «**Методы и результаты экспериментальных исследований**», представлены программа экспериментальных исследований, результаты экспериментальных исследований по креплению пильных дисков к валу, результаты экспериментальных исследований, проведенных путем вибрационного крепления решеток к опоре, исследования по сварочному ремонту изношенных решеток, а также результаты и методы обнаружения износа сваренных и отремонтированных решеток.

Первоначально были проведены экспериментальные исследования по изучению методов крепления пильных дисков к валу. Эксперименты проводились на лабораторном стенде DL-60, используемом на кластерном предприятии ООО «Хо‘jaobod Fayz-M» в Андижанской области, входящем в состав Союза «О‘zto‘qimachilik sanoat» Республики Узбекистан. Эта установка состоит из 60 пильных дисков и 59 межпильных вставок, в каждом пильном диске и вставке просверлено отверстие, и они неподвижно закреплены металлическим штифтом. Каждому образцу был присвоен индивидуальный код, а его физические и механические свойства были заранее определены и внесены в специализированную документацию.

В ходе исследования новое устройство с цилиндрической пилой сравнивалось с существующей конструкцией. Продолжительность исследования определялась степенью износа поперечин.

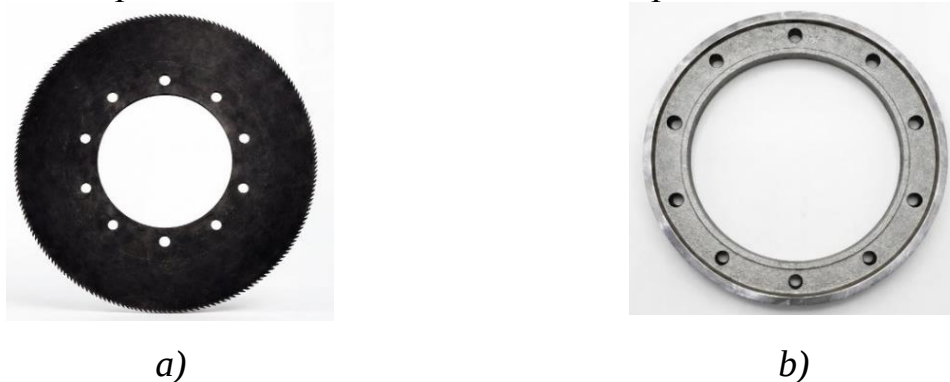


Рисунок 5. Диск пилы с отверстием (а) и вставка между пильными полотнами (б).

Износ измерялся через определенные промежутки времени с помощью штангенциркуля, а результаты заносились в таблицу. Каждый пильный диск заменялся после 72 часов работы, после чего измерялись геометрические размеры вставок (табл. 1).

Таблица 1

Результаты износа вставок и держателей

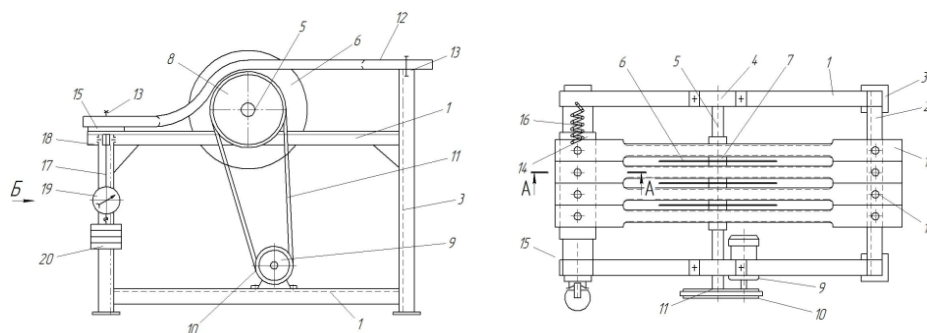
Эксперимент №	Текущий износ вставки (мм)	Общий износ вставки (мм)	Средняя скорость износа вставки (мм/интервал)	Текущий износ колосника (мм)	Общий износ колосника (мм)	Средняя скорость износа колосника (мм/интервал)
1	0.020	0.020	—	0.010	0.010	—
2	0.001	0.021	0.001	0.000	0.010	0.000
3	0.001	0.022	0.001	0.005	0.015	0.005
4	0.002	0.024	0.002	0.001	0.016	0.001
5	0.002	0.026	0.002	0.001	0.017	0.001

Динамика измерений показала, что процесс эрозии протекал с практически постоянной скоростью и очень небольшими величинами на всех этапах.

В последующем эксперименте были представлены результаты экспериментальных исследований, проведенных путем закрепления воротников на опоре в вибрирующем режиме. Исследования были направлены на определение силы давления в рабочей зоне воротника и оценку скорости износа воротников. Для этого решетки устанавливались на опору как в вибрирующем, так и в неподвижном (обычном) режимах, а эксперименты проводились на лабораторном стенде «Устройство для испытания износа решеток лесопильных заводов» (рис. 6). Данное устройство было разработано в лаборатории кафедры технологических машин и оборудования Андиганского государственного технического института и защищено патентом на полезную модель № FAP 01978. Испытания проводились при нагрузках и условиях контакта, максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации.

Динамика измерений показывает, что процесс износа происходил практически с одинаковой скоростью и в очень небольших количествах на всех этапах.

В последующем эксперименте были представлены результаты экспериментальных исследований, проведенных путем закрепления воротников на опоре в вибрирующем режиме. Исследования были направлены на определение силы давления в рабочей зоне воротника и оценку скорости износа воротников. Для этого решетки устанавливались на опору как в вибрирующем, так и в неподвижном (обычном) режимах. Эксперименты проводились на лабораторном стенде «Устройство для испытания решеток лесопильных заводов на износ» (рис. 9). Это устройство было разработано в лаборатории кафедры технологических машин и оборудования Андиганского государственного технического института и защищено патентом на полезную модель № FAP 01978. Испытания проводились при нагрузках и условиях контакта, максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации.



1 — поперечина, 2 — балка, 3 — колонна, 4 — опорный подшипник, 5 — горизонтальный вал, 6 — дисковая пила, 7 — втулка, 8 — шкив, 9 — электродвигатель, 10 — приводной шкив, 11 — ремень, 12 - рельсовое ограждение, 13 - болт, 14 - направляющая, 15 - 16 - натяжная пружина, 17 - тяговый трос, 18 - блок, 19 - динамометр, 20 - противовес,

Рисунок 6. Общий вид прибора для испытания износа подшипников лесопильного станка. № FAP 01978.

Значения давления регистрировались с помощью датчика, установленного на задней части решетки, и в ходе анализа проверялась, была ли нагрузка частично поглощена упругим элементом или полностью передана. Износ определялся путем измерения уменьшения размеров рабочей поверхности хомутов, изготовленных из одного и того же материала и в одинаковых условиях, в нескольких точках с помощью штангенциркуля, а результаты двух методов зажимания сравнивались на основе средних значений.

Таблица 2

Износ и потеря мощности зажатых желобов в статических и динамических условиях

Условия эксперимента	Усилие, приложенное к пильному диску (Н)	Усилие пильного диска на цапфе (Н)	Сила давления (Н), принимаемая от цанги	Колоссник Снижение силы давления (Н)	Средний износ поперечной балки (мм)
Вибрационный	42	39	10	29	0,215
Неподвижный	42	39	0	0	0,5

На основе полученных экспериментальных результатов была построена гистограмма, иллюстрирующая сравнительный анализ показателей силы и износа в зависимости от типа крепления.

На основании результатов экспериментов можно сделать вывод, что закрепление лестницы в вибрирующем состоянии значительно замедляет как

прикладываемое давление, так и процесс износа, тем самым продлевая срок службы лестницы.

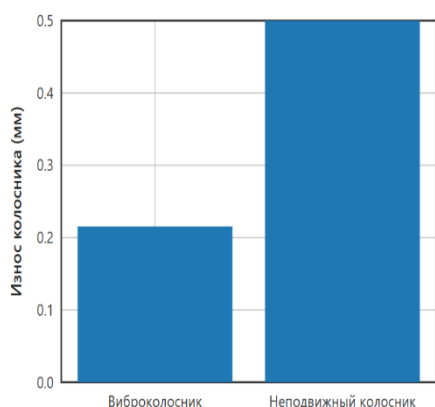


Рисунок 7. Износ решетчатых стержней в зависимости от типа крепления.

В последующих экспериментах был рассмотрен вопрос сварки и восстановления изношенных решеток. Для экспериментов были использованы пластины размером 30×30×10 мм, изготовленные из чугуна марки СЧ 15-35. На их рабочую поверхность наносилось покрытие с использованием заранее выбранных электродов Z408, UONI-13/45, Sv 08-G2S и T-590 (рис. 11).



1)



2)



3)



4)

1) Поверхностная сварка электродом с покрытием марки Т-590; 2) Поверхностная сварка электродом UONI-13/45; 3) Поверхностная сварка электродом Sv 08-G2G; 4) Образцы, покрытые сваркой с использованием электрода с покрытием марки Т-590.

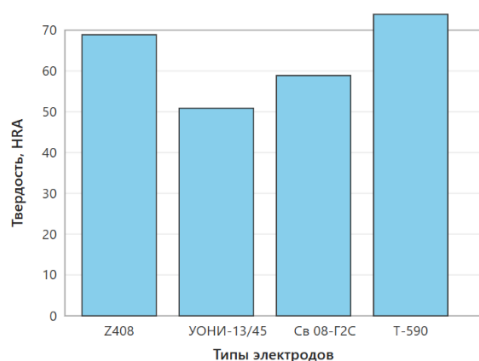
Рисунок 8. Образцы с покрытием:

После подготовки образцов сначала была определена их твердость. В данном исследовании твердость образцов определялась с помощью твердомеров по Роквеллу. Твердость покрывающего слоя определялась в соответствии с ГОСТ 9013-59 «Метод измерения твердости по Роквеллу». Результаты представлены в следующей таблице (табл. 3).

Таблица 3

Средние значения твердости образцов

Сварочные материалы	Z408	УОНИ-13/45	Sv 08-G2S	T-590
Твердость, HRA	70	52	60	75



Как видно из этих результатов, наибольшая твердость была зафиксирована у образца, покрытого электродом Т-590 (75 HRA), а наименьшая — у образца, покрытого электродом УОНИ-13/45 (52 HRA).

Рисунок 9. Твердость наплавленного слоя

В последующих экспериментах для определения химического состава подготовленных образцов были использованы современные аналитические методы. В частности, анализы проводились в соответствии с требованиями государственного стандарта ГОСТ 54153-2010 «Метод атомно-эмиссионного спектрометрического анализа». Для проведения химического анализа использовался оптический эмиссионный спектрометр Exquis T4. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Химический состав образцов по результатам спектрального анализа

Образец	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	W	B
Z408	0,83	5,08	0,29	0,02	0,02	0,25	0,03	0,09	0,08	0,01	—
УОНИ-13/45	0,11	0,17	0,29	0,03	0,04	0,15	0,05	0,12	—	—	—
Св 08-Г2С	0,09	0,27	0,65	0,025	0,03	0,10	0,05	0,12	—	—	—
Т-590	2,90	2,00	1,20	0,04	0,03	22,0	—	—	—	—	0,5

Анализ результатов таблицы показывает, что наплавочные покрытия марок Z408 и Т-590 имеют значительно более высокую концентрацию Cr (хрома), Si (кремния) и Mn (марганца) по сравнению с другими образцами. В частности, высокое содержание хрома (22,0%) в образце Т-590 делает его состав заметно отличающимся. Высокая концентрация этих элементов обеспечивает образование гетерогенной структуры в металлической ванне во время процесса сварки.

Поэтому на последующем этапе значительное значение имеет изучение микроструктурных характеристик сварных образцов наряду с результатами определения их твердости и химического состава.

При исследовании микроструктур образцов были соблюдены стандарты ГОСТ 5640-68 «Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры листов и полос» и ГОСТ 10243-75 «Методы испытаний и оценки макроструктуры». Для проведения анализов использовался инверторный металлографический микроскоп А13.0201-Б2.

Полученные результаты были проанализированы по микроструктурным изображениям, и их основные показатели представлены на рисунке 10.



Z408

УОНИ-13/45

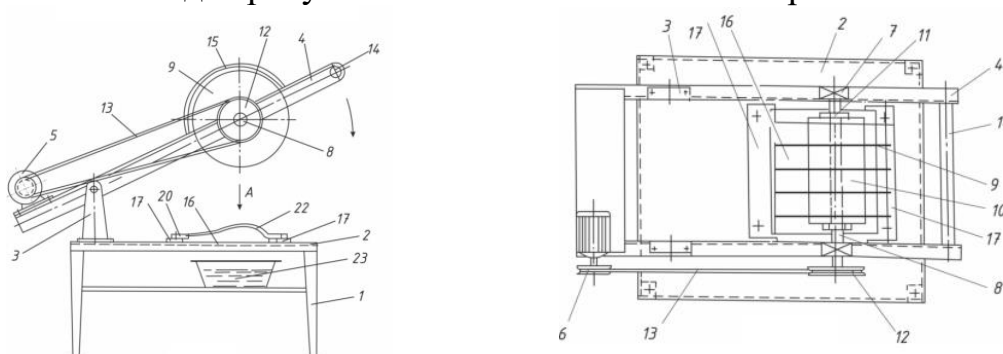
СВ 08-Г2С

Т-590

Рисунок 10. Микроструктурные изображения образцов (×300)

Анализ микроструктуры показывает, что обилие перлита и карбидных фаз в слое увеличивает его прочность и износостойкость, тогда как относительно высокое количество феррита снижает его механические свойства. Таким образом, можно видеть, что образцы с покрытием Т-590 и Z408 имеют наилучшие эксплуатационные характеристики. В последующих экспериментах изучался износ решеток.

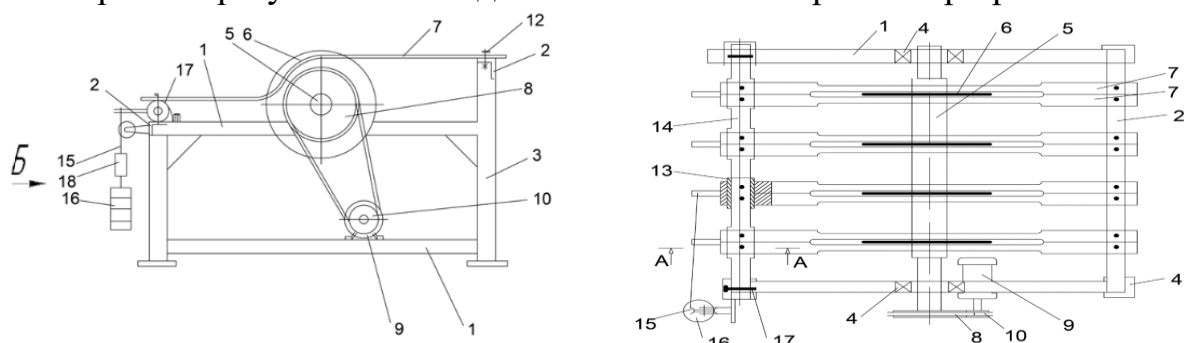
Для оценки износостойкости образцов сначала были отобраны изношенные решетки, которые находились в эксплуатации и подверглись определенной степени износа. Их рабочие поверхности были очищены, а затем покрыты сваркой с использованием электродов вышеуказанных марок. Для сравнительного анализа в качестве контрольного образца был также взят дополнительный новый дуршлаг без покрытия. В результате в эксперименте было испытано в общей сложности пять образцов: четыре образца с покрытием и один контрольный образец. После сварки на поверхности покрытия естественным образом появляются неровности и шероховатости. Чтобы такие неровности не повлияли на результаты испытаний, был разработан специальный приспособление для выравнивания сваренных и покрытых решеток (рисунок 11). Это приспособление позволяет обработать поверхность желоба до требуемой плоскостности и геометрической точности.



1 — ножки, 2 — стол, 3 — опорная колонна, 4 — рама, 5 — привод, 6 — шкив, 7 — подшипники, 8-рабочий вал, 9-шлифовальные диски, 11-гайка, 12-ременной шкив, 13-ременной привод, 14-ручка, 15-защитные ограждения, 16-отверстие под корпусом, 17-пластина, 18. Болты; 19. Подъемник; 20. Защита балки; 21. Винт; 22. Балка; 23. Водяная баня.

Рисунок 11. Аппарат для полировки пластин лесопильного завода (№ FAP 01631)

После выравнивания поверхностей на подготовленных образцах были проведены эксперименты на специальной установке для испытания на износ с целью определения износостойкости (рисунок 12). Образцы колосников, покрытые сварочными материалами, испытывались на износостойкость на специальной установке в одинаковых условиях в циклах по 30 минут. В процессе испытаний вращающиеся пыльные диски прижимались к поверхности колосника с усилием 5, 10 и 15 Н, а частота вращения устанавливалась в пределах 700–740 об/мин. По окончании установленного времени величина линейного износа образцов определялась с помощью микрометра, после чего результаты сравнивались. Для обеспечения достоверности результатов каждое испытание повторялось три раза.



1 — балки рамы, 2 — поперечные балки, 3 — опорные ножки, 4 — опорные подшипники, 5 — горизонтальный вал, 6 — дисковые пилы, 7 — поперечины (решетка поперечин), 8 — ведомый шкив, 9 — электродвигатель, 10 — ведущий шкив, 11 — клиноременная передача, 12 — болтовые крепления, 13 — подшипники скольжения, 14 — горизонтальный вал, 15 — система блоков и тросов, 16 — грузовой груз, 17 — зажимы рамы, 18 — динамометр.

Рисунок 12. Устройство для испытания износа тележек (№ FAP 2846).

Полученные данные были математически обработаны, определены средние значения. Обобщенные результаты эксперимента представлены в таблице 5.

Таблица 5

Средние величины износа испытанных образцов

№	Сварной покрытый материал	5N (мм)	10N (мм)	15N (мм)	Средний износ (мм)
1	T-590	0,010	0,020	0,025	0,018
2	Z408	0,016	0,032	0,040	0,022
3	СВ-08Г2С	0,020	0,040	0,050	0,036
4	УОНИ-13/45	0,026	0,053	0,060	0,046
5	Доступный колосник	0,040	0,080	0,100	0,073

Анализ данных таблицы показывает, что при средней износостойкости существующей колонны 1,0 образцы, покрытые электродом марки Т-590, продемонстрировали в четыре раза большую износостойкость. В образцах, покрытых электродом Z408, этот показатель был в 3,3 раза выше; в образцах, покрытых электродом Св-08Г2С, — в 2 раза выше; в образцах, покрытых электродом УОНИ-13/45, — в 1,6 раза выше. Эти результаты подтверждают, что износостойкие свойства различных материалов электродов значительно различаются. Графическое представление полученных результатов приведено на рисунке 13.

По результатам проведенных испытаний износостойкость решеток, покрытых сварочным материалом марки Т-590, оказалась самой высокой по сравнению с образцами, покрытыми другими типами электродов. Соответственно, этот материал можно рекомендовать для восстановления изношенных решеток.

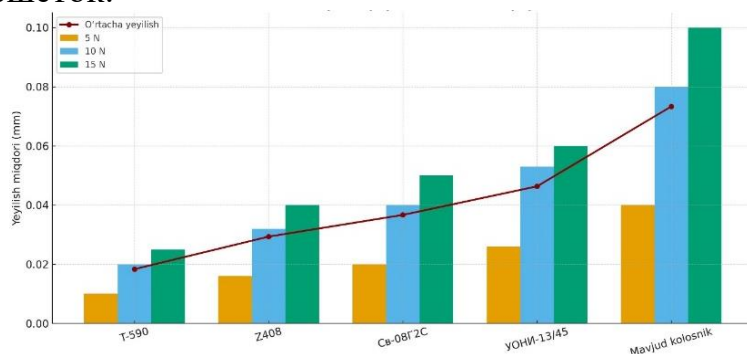


Рис. 13. Средняя интенсивность износа образцов.

В пятой главе диссертации, озаглавленной «Технико-экономические основы повышения ресурса усовершенствованных деталей рабочей камеры», приведены технология сборки усовершенствованного пыльного цилиндра и колосниковой решётки, технология восстановления колосников методом наплавки, результаты производственных испытаний колосников, а также технико-экономические показатели повышения их ресурса.

Для сборки усовершенствованного пыльного цилиндра в соответствии с установленными конструктивными и монтажными требованиями был собран рекомендованный в диссертации пыльный цилиндр и установлен в рабочую часть джинной машины в соответствии с технологическими нормами. В процессе сборки глубина выхода пил относительно колосниковой решётки, зазор с соплом воздушной камеры, расстояние до лопасти вращателя и другие геометрические параметры были отрегулированы на основе нормативных значений. После завершения регулировочных работ готовность агрегата к работе была проверена испытаниями.

Для сборки усовершенствованной колосниковой решётки на основании патента на полезную модель № FAP 01577 и соответствующих конструктивных чертежей между лапками колосников и опорой были установлены заранее подготовленные пружины, после чего они были закреплены. При этом с помощью экспериментально подобранных пружин колосники были закреплены эластичным образом, образуя колосниковую решётку. При сборке колосников установочные винты были затянуты до конца, а острые кромки на их головках и внутренних поверхностях были

устранены. Строго контролировалось, чтобы винты не выступали над поверхностью колосников. При нажатии рукой установленные колосники не должны были смещаться. В то же время установленные пружины обеспечивают лишь незначительное колебание колосника. Благодаря установке отдельной пружины на каждый колосник, под действием силы колеблется только данный колосник, не оказывая влияния на общую конструкцию решётки.

Для восстановления изношенных колосников, учитывая геометрическую форму колосников и относительно небольшую площадь наплавляемой рабочей поверхности, наиболее целесообразным и эффективным технологическим решением было признано применение ручной дуговой сварки. Процесс восстановления колосников осуществлялся на основе технологии, разработанной в диссертации, с использованием электродов марки Т 590, после чего они были сравнены с существующим колосником.

Практический этап внедрения предложенных конструкций был проведён на кластерном предприятии ООО «Хо‘jaobod Fayz-M» Андижанской области, входящем в ассоциацию «O‘zto‘qimachilik sanoat». В производственных условиях экспериментальные испытания проводились путём установки опытных образцов на пильной джинной машине марки 4ДП-130, широко применяемой в действующем технологическом процессе. Испытания проводились на образцах хлопкового сырья селекции С-6524, 1-го сорта, 2-го класса.

В ходе эксперимента были определены начальные физико-технические показатели хлопка. Начальная влажность хлопка составила 9,6 %, уровень засорённости — 10,6 %. После процесса джинирования наблюдалось снижение влажности в лотковой части до 7,9 %, а засорённости — до 1,1 %, что свидетельствует об эффективности процессов очистки и сушки в производственной технологической цепочке.

Таблица 6

Результаты испытаний, проведённых в производственных условиях

№	Показатели	Колосник, покрытый электродом Т-590	Колосник, закреплённый в колебательном положении	Пильный цилиндр с совместно закреплённым и межпильной прокладкой и пильным диском	Существующий колосник
1	Влажность хлопка, %	7,9	7,9	7,9	7,9
2	Засорённость, %	1,1	1,1	1,1	1,1
3	Средняя ворсистость джинированных семян, %	10,7	10,5	10,6	11,1
4	Механическое повреждение семян, %	2,5	2,3	2,4	3,0
5	Средняя интенсивность износа колосника, мм	0,09 / 0,12	0,07 / 0,15	0,08 / 0,17	0,22
6	Интенсивность износа межпильной прокладки, мм	0,17	0,18	0,10	0,18

Продолжительность испытаний определялась на основе ряда основных технических и нормативных показателей. В частности, регулярно контролировались

ворсистость дженированных семян, степень механических повреждений, а также износ межпильных прокладок и колосников. Для оценки качества семян, полученных в процессе дженирования хлопка, регулярно отбирались образцы, которые в лабораторных условиях испытывались в соответствии с требованиями ГОСТ и действующих отраслевых норм.

Для оценки износа колосников проводились измерения размеров их рабочей поверхности. Измерения выполнялись с использованием высокоточного штангенциркуля. Одновременно постоянно контролировалась степень износа межпильных прокладок — для этого пильные диски демонтировались после каждого цикла работы продолжительностью 72 часа, после чего величины износа фиксировались с помощью штангенциркуля. Такой подход обеспечил точность, воспроизводимость и надёжность результатов испытаний. Полученные результаты приведены в таблице 6.

Поскольку исследования проводились в производственных условиях, в ходе эксперимента была обеспечена работа агрегатов машины в реальных режимах нагрузки и эксплуатации. Это повышает практическую ценность полученных результатов и создаёт возможность их непосредственного внедрения в существующие технологические линии.

Из результатов, приведённых в таблице, видно, что наплавка рабочих поверхностей колосников электродами марки Т-590 значительно повышает их износостойкость. В результате ворсистость дженированных семян снизилась на 0,4 %, а степень механических повреждений — на 0,5 %. Интенсивность износа колосников уменьшилась с 0,22 мм до 0,12 мм, то есть на 0,1 мм. Это привело к увеличению ресурса колосников в 1,83 раза. Восстановление изношенных колосников методом наплавки позволяет продлить срок их службы, в результате чего расход запасных частей сокращается до 40 %, повышается эффективность производства и увеличивается срок эксплуатации пильной джинной машины. На этой основе рекомендовано применение технологии наплавки с использованием электродов марки Т-590 в производстве.

В результате установки колосников в колебательном положении в процессе дженирования хлопка на пильной джинной машине распределение нагрузки и ударных сил становится более равномерным. В результате ворсистость дженированных семян уменьшилась на 0,3 %, а механические повреждения — на 0,4 %. Интенсивность износа колосников снизилась с 0,22 мм до 0,15 мм, то есть износ уменьшился на 0,07 мм. В результате срок службы колосников увеличивается примерно в 1,46 раза. Снижается расход запасных частей и стабилизируется производительность машины. Поэтому применение метода колебательного крепления на существующих машинах является технически и экономически целесообразным.

При совместном жёстком креплении межпильной прокладки и пильного диска ворсистость дженированных семян снизилась на 0,5 %, а механические повреждения — на 0,6 %. Интенсивность износа колосников составила около 0,17 мм, а интенсивность износа межпильной прокладки снизилась до 0,10 мм. Такое конструктивное решение устраняет смещения между прокладками и

пильными дисками, обеспечивает стабильный режим работы и гарантирует равномерное протекание износа. В результате срок службы колосников и прокладок увеличивается в 1,29–1,8 раза, увеличивается интервал технического обслуживания и повышается эффективность производства. Данный метод повышает механическую прочность и стабилизирует производительность пильной джиг-машин.

Предложенные конструкции внедрены в практику на кластерном предприятии ООО «Хо‘jaobod Fayz-M» Андижанской области, входящем в ассоциацию «O‘zto‘qimachilik sanoati». Для определения их экономической эффективности были использованы следующие формулы.

Годовая экономическая эффективность для колосника, покрытого электродом Т-590, была определена следующим образом:

$$E_y = (S_{yan} - S_{qt}) \cdot N_y \cdot N_r = (27768 - 11640) \cdot 840 \cdot 1,83 \\ = 24\,791\,961 \text{ so'm}$$

Годовая экономическая эффективность вибрационного грохота с фиксированными решетками была определена следующим образом:

$$E_y = (S_{yan} - S_{qx}) \cdot N_y / N_r = (27768 - 7\,512) \cdot 840 / 1,46 \\ = 11\,654\,136 \text{ so'm}$$

Годовая экономическая эффективность пильного цилиндра с пильным диском и опорной пластиной, установленными вместе, была определена следующим образом:

$$E_y = (S_{yan} - S_{qx}) \cdot N_y / N_r = (27768 - 7\,995) \cdot 840 / 1,29 \\ = 12\,875\,441 \text{ so'm}$$

В результате проведенного экономического анализа были определены годовые показатели экономической эффективности различных конструктивных решений колоннад. Расчеты показывают, что наибольшую экономическую выгоду приносит традиционная колоннада с электропокрытием Т-590, годовая экономическая эффективность которой составляет 24 791 961 сум.

В варианте с вибрационно закрепленной решеткой этот показатель составил 11 654 136 сум. Хотя этот результат ниже, чем у традиционного метода, он характеризуется увеличенным сроком службы решеток и снижением затрат на ремонт.

Годовая экономическая эффективность конструкции, сочетающей пильную вставку и пильный диск, составила 12 875 441 сум. Данный вариант дал более высокий экономический результат по сравнению с вибрационной решеткой, но не достиг уровня решетки с электродом Т-590.

ВЫВОДЫ

В результате проведённых исследований по диссертации на соискание учёной степени доктора технических наук (DSc) на тему «Научные основы повышения ресурса деталей рабочей камеры с целью увеличения производительности пильной джиной машины» получены следующие выводы:

1. Процесс отделения волокна в пильной джиной машине осуществляется главным образом на основе механического взаимодействия пильного цилиндра и колосниковой решётки, при этом конструкция рабочей камеры и оптимальный выбор технологических зазоров являются основными факторами, определяющими качество волокна и семян.

2. Основными факторами, влияющими на качество волокна в процессе пильного джинирования, являются состояние зубьев пил и поддержание нормативного зазора колосников (2,8–3,2 мм). Нарушение этих параметров приводит к повреждению волокна и снижению производительности.

3. Анализ показал, что основная часть неисправностей возникает в системе пильных дисков и колосников, поэтому обеспечение их конструктивной точности и повышение эксплуатационного ресурса являются важным условием стабильности процесса джинирования и улучшения качества продукции.

4. Установлено, что основными причинами износа колосников являются смещение пильного диска относительно центра зазора, периодические силы до 40–45 Н, возникающие при вибрации, а также увеличение нагрузки с 25 Н до 60 Н вследствие повышения плотности валика сырья. Эти факторы приводят к нарушению геометрии зазора и ограничению срока службы 3–4 месяцами.

5. Результаты изучения и анализа механизма износа колосников показали, что процесс износа может быть описан аналитическими выражениями. Установлено, что данная зависимость напрямую связана с силой давления на поверхность трения, относительной скоростью скольжения, а также химическим составом, структурным состоянием и механическими свойствами материала.

6. Для теоретического расчёта срока службы (ресурса) колосников разработана аналитическая модель. Данная модель позволяет оценивать ресурс колосников во взаимосвязи с такими основными параметрами, как твёрдость покрытия рабочей поверхности, действующая сила давления и скорость трения.

7. Уточнена зависимость твёрдости металла от содержания легирующих элементов. Результаты исследований теоретически обосновали, что с увеличением доли легирующих элементов твёрдость металла также возрастает.

8. Установлено, что ресурс наплавленных колосников прямо пропорционален твёрдости поверхности трения и обратно пропорционален действующей силе давления и скорости вращения пилы. В частности,

установлено, что с увеличением твёрдости рабочей поверхности закономерно возрастает срок службы колосника.

9. Научно обосновано, что введение хрома в состав металла в чистом виде значительно повышает его износостойкость. Наличие хрома обеспечивает прочность структуры металла и повышает устойчивость в условиях трения.

10. Для уменьшения вибрации пильных дисков и обеспечения их надёжного крепления на валу предложено новое конструктивное решение — способ крепления с использованием специальных отверстий в дисках и междисковых прокладках с пропусканием через них металлической проволоки.

11. С целью снижения износа колосников предложено устанавливать их на опоре в колебательном положении. Данное конструктивное решение, реализуемое с помощью пружинных опор, позволяет частично гасить ударные и вибрационные силы, возникающие между пильным цилиндром и колосником. В результате снижается контактное давление, уменьшается скорость износа колосников и увеличивается срок их службы.

12. Учитывая, что колосники изготавливаются из серого чугуна марки СЧ15–35 и принимая во внимание их физико-механические свойства, разработана технология восстановления рабочей поверхности изношенных колосников методом наплавки. При формировании наплавленного слоя определены основные технологические требования, такие как предотвращение искрообразования, оптимальный выбор твёрдости покрытия и предварительный подогрев деталей перед сваркой.

13. Обоснована целесообразность применения электродов марок Т-590, Z-408 и УОНИ-13/45, а также сварочной проволоки Св-08Г2С для восстановления рабочих поверхностей колосников. Эти сварочные материалы обеспечивают высокую твёрдость, прочность и износостойкость наплавленного слоя.

14. Проведённый анализ показал, что конструктивное совершенствование рабочих элементов пильной джинной машины — пильных дисков, межпильных прокладок и колосников, а также применение технологии восстановления их рабочих поверхностей методом наплавки повышают эксплуатационную надёжность машины, увеличивают ресурс деталей и улучшают общую эффективность работы.

15. В результате экспериментов, проведённых на лабораторном джине DL-60, установлено, что при применении усовершенствованного способа крепления износ прокладок составил 0,026 мм, а колосников — не более 0,017 мм.

16. Экспериментально установлено, что установка колосника на опоре в колебательном (пружинном) положении снижает реальную силу давления в зоне контакта. При нагрузке 42 Н колебательное крепление уменьшает силу, действующую на колосник, примерно на 10 Н и снижает износ в среднем в 2,3 раза.

17. В результате наплавочного восстановления изношенных колосников их рабочая поверхность эффективно восстановлена, а эксплуатационные

свойства улучшены. Восстановленные колосники показали более высокую износостойкость по сравнению с новыми (контрольными) колосниками.

18. Измерения по методу Роквелла (шкала HRA) показали, что с увеличением твёрдости наплавленного слоя повышается и его износостойкость.

19. По результатам спектрального анализа установлено, что электрод Т-590 содержит повышенное количество хрома, который за счёт образования твёрдых карбидных фаз повышает твёрдость и износостойкость наплавленного слоя.

20. Металлографический анализ показал, что увеличение количества перлитных и карбидных фаз повышает твёрдость и износостойкость, тогда как увеличение доли ферритной фазы снижает механические свойства. Наличие карбидов в покрытиях Т-590 и Z-408 обеспечивает высокие эксплуатационные показатели.

21. По результатам испытаний на износ установлено, что колосники, наплавленные электродом Т-590, имеют наименьший показатель износа, а их износ в 4 раза меньше по сравнению с существующими колосниками. Поэтому электрод Т-590 рекомендуется как наиболее эффективный вариант для восстановления изношенных колосников.

22. Разработана технология сборки усовершенствованного пильного цилиндра, которая была испытана в производственных условиях. Результаты показали, что износ колосников составил около 0,17 мм, а износ межпильных прокладок снизился до 0,10 мм. Это позволило увеличить срок службы колосников и прокладок в 1,29–1,8 раза.

23. Технология сборки новой колосниковой решётки внедрена в практику и оценена в производственных испытаниях. В результате установлено, что интенсивность износа колосников сократилась с 0,22 мм до 0,15 мм, то есть на 0,07 мм. В результате срок их службы увеличился примерно в 1,46 раза.

24. Разработана технология восстановления колосников методом наплавки, эффективность которой подтверждена в производственных испытаниях. В частности, при использовании электродов марки Т-590 износ снизился с 0,22 мм до 0,12 мм. Это позволило увеличить ресурс колосников в 1,83 раза.

25. Проведённый экономический анализ показал, что все рассмотренные конструктивные решения по совершенствованию рабочей камеры дают определённый положительный экономический эффект. Наибольшая эффективность достигнута при применении наплавки электродом Т-590 (24 791 961 сум). Методы колебательного крепления и совместного крепления межпильной прокладки и пильного диска также обеспечили годовой экономический эффект соответственно 11 654 136 сум и 12 875 441 сум, подтверждая повышение эффективности производства за счёт увеличения срока службы колосников и снижения затрат на ремонт.

**ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL FOR THE AWARD OF THE
DEGREE OF DOCTOR OF SCIENCE (DSc), ORGANIZED ON THE BASIS
OF THE SCIENTIFIC COUNCIL PhD.03/2025.27.12.T.18.01 FOR THE
AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES OF THE ANDIJAN STATE
TECHNICAL INSTITUTE**

ANDIJAN STATE TECHNICAL INSTITUTE

XASHIMOV XALIMJON XAMIDJANOVICH

**SCIENTIFIC BASIS FOR THE DEVELOPMENT AND CALCULATION
OF DESIGN PARAMETERS OF SCREW CONVEYORS FOR THE
TRANSPORTATION OF BULK MATERIALS**

**05.02.03 – Technological machines. Robots, mechatronics
and robotic systems**

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTOR OF SCIENCE (DSc)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Andijan – 2026

The theme of doctor technical science (DSc) dissertation was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2024.3.DSc/T829

The doctoral dissertation is made in the Andijan State Technical Institute.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (abstract)) on the website (www.astiedu.uz) and on the Information of the Educational Portal "ZiyoNet" (www.ziynet.uz).

Scientific consultant:

Karimjon Zukhridinovich Qosimov
Doctor of Technical Sciences, Professor

Official opponents:

Davlat Mustafayevich Mukhammadiev
Doctor of Technical Sciences, Professor

Akramjon Usmanovich Sarimsakov
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Dunyashin Nikolay Sergeyevich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Leading organization:

Fergana State Technical University.

The defense will take place "25" 09 2026 at 14:00 at the meeting of scientific council PhD. 03/2025.27.12.T.18.01 at Andijan State Technical institute located at 56, Boburshox street, Andijan, 170119. Tel: (99874) 223-47-18; fax: (99874) 223-43-67; e-mail: info@andmiedu.uz; e-xat: andmi@exat.uz

The dissertation can be reviewed at the Information and Resource Center of Andijan state technical institute.(registration number 5). (Address: 170119, st. Boburshox 56, Andijan Tel: (99891) 612-30-06; fax: (99874) 223-43-67); e-mail: andmi-arm@umail.uz.

Abstract of dissertation sent out on "10" 09 2026.
(mailing report № 5 on "10" 09 2026).



U.M.Turdialiyev
Chairman of scientific council for awarding degree, doctor of technical sciences

Sh.H.Yuldashev
Scientific secretary of scientific council for awarding degree, doctor of philosophy technical sciences

K.Yuldashev
Scientific degree awarding scientific seminar at the council chairman, d.t.s.

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

The objective of the research is to increase the service life of grates and inter-saw spacers and to improve product quality by improving the working chamber of the fiber-separating machine.

The object of the research is the grates located in the working chamber of the fiber-separating machine and the construction of the saw cylinder.

The subject of the research is increasing the wear resistance and service life of working chamber components by restoring worn grates through welding, installing the grates on a vibrating support and improving the fastening system of inter-saw spacers and saw discs.

The scientific novelty of the research is as follows:

the design of the grate bars of the gin machine working chamber was improved by mounting them in a vibrating manner, which reduced the lateral pressure force acting on the grate bars and consequently increased their service life by up to 1.46 times;

the design of the saw-cylinder drum was improved by fastening the saw discs and spacers to the shaft using pins, which reduced vibrations, increased fastening reliability, and consequently increased the service life of grate bars by up to 1.29 times and that of spacers by up to 1.8 times;

the structure, hardness, and wear resistance of the weld-deposited layer applied to the rapidly wearing working surfaces of the grate bars were investigated, and the chemical composition ensuring a service life up to 1.83 times higher than that of new grate bars was substantiated;

the design of a grinding device was developed for mechanical processing and leveling of the working surfaces of several grate bars restored by weld deposition;

the design of a testing device for saw gin grate bars was developed to determine their wear rate under dynamic loading and to evaluate their service life.

The implementing the research results.

Based on the results obtained on the scientific foundations for increasing the service life of working chamber components in order to improve the productivity of a saw gin machine:

The improved design solutions for the working chamber of the saw gin machine have been implemented in the production process at the “Xo‘jaobod Fayz-M” LLC cluster enterprise in Andijan Region, operating under the Association “O‘zto‘qimachilik sanoat” of the Republic of Uzbekistan (Reference No. 02/06-2777 of November 27, 2025, issued by the Association “O‘zto‘qimachilik sanoat” of the Republic of Uzbekistan). As a result, through the use of grate bars whose working surfaces were coated with T-590 electrodes, the fuzz content of ginned cottonseed decreased by 0.4%, mechanical damage decreased by 0.5%, and the wear rate of the grate bars decreased from 0.22 mm to 0.12 mm. Through the installation of grate bars on supports in a vibrating condition, the fuzz content of ginned cottonseed decreased by 0.3%, mechanical damage decreased by 0.4%, and the wear rate of the grate bars decreased from 0.22 mm to 0.15 mm. Through the application of a design

solution in which the inter-saw spacers and saw disks were fixed together in a stationary condition, the fuzz content of ginned cottonseed decreased by 0.5%, mechanical damage decreased by 0.6%, and it was achieved that the wear of the grate bars decreased to 0.17 mm and the wear of the spacers decreased to 0.10 mm;

The design solutions recommended for improving the working chamber were implemented into the continuous technological process at the “Xo‘jaobod Fayz-M” LLC cluster enterprise in Andijan region, affiliated with the Uzbekistan Textile and Garment Industry Association (“O‘zto‘qimachilik sanoat”) (Reference of the Uzbekistan Textile and Garment Industry Association No. 02/06-2777 dated November 27, 2025). As a result, the service life of grate bars whose working surfaces were coated with T-590 electrodes increased by 1.8 times, the service life of grate bars installed on supports in a vibrating condition increased by 1.5 times, and when the inter-saw spacers and saw disks were fixed together in a stationary condition, the service life of the grate bars increased by 1.3 times and the operating life of the inter-saw spacers increased by 1.8 times;

patents for utility models have been obtained for devices designed to test the wear resistance of gin ribs (No. FAP 01978 and No. FAP 2846). As a result, it became possible under laboratory conditions to simultaneously conduct wear tests on four friction pairs consisting of grate bars and saws under the influence of a specified load, to evaluate the wear resistance of coating materials, and to select optimal design and technological solutions.

Dissemination of Research Results. The results of the dissertation were discussed at 5 international and 1 national scientific-practical conferences.

Publication of Research Results. A total of 23 scientific works have been published on the topic of the dissertation. Of these, 11 articles were published in journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for publishing the main scientific results of dissertations, including 10 articles in national journals and 1 article in a foreign journal. In addition, 1 monograph, 1 invention patent, and 4 utility model patents were obtained.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, general conclusions, a list of references and appendices. The total volume of the dissertation is 199 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; I part)

1. Xashimov X.X. *Solutions to Increase the Resource of Saw Gin Colosniks*: monograph. – Andijon: “Omadbek Print Number One” MCHJ, 2024. – ISBN 978-9910-08-232-0. <https://www.researchgate.net/publication/408621898>

2. Patent UZ IAP 8471. Val ustida arrali disklarni mahkamlash uchun qurilma / Xashimov X.X. va boshq. // Rasmiy axborotnoma. – T., 2026. – №4 (300). <https://im.adliya.uz/document/check/02e1ced0-5640-4f86-ad85-cf4febb1cc40>

3. Патент Uz FAP № 2846. Устройство для испытания колосника пильного джина на износ / Хашимов Х.Х и др. // Официальный бюллетень. – Т., 2025. – №11. <https://im.adliya.uz/document/check/6fedc136-43bd-46ed-a923-c09cd6496583>

4. Patent Uz FAP № 01978. Arrali jin kolosniklarini yeyilishga sinash qurilmasi / Xashimov X.X va boshq // Rasmiy axborotnoma. – T., 2022. – №6 (254)

https://my.ima.uz/cert-v1/default/check-patent?check_id=2e4ba1797f0a084eebac83ef8aefda82

5. Patent Uz FAP № 01577. Arrali jin / Xashimov X.X va boshq // Rasmiy axborotnoma. – 2021. – Byul. №2. (87-b)

[https://my.ima.uz/uploads/files/bullitens/2021/02%20\(238\)%2001-02-2021.pdf](https://my.ima.uz/uploads/files/bullitens/2021/02%20(238)%2001-02-2021.pdf)

6. Patent Uz FAP № 01631. Arrali jin kolosniklarini jilvirlash qurilmasi / Xashimov X.X va boshq Rasmiy axborotnoma. – 2021. – Byul. №6 (242) (108-b).

[https://my.ima.uz/uploads/files/bullitens/2021/06%20\(242\)%2001-06-2021.pdf](https://my.ima.uz/uploads/files/bullitens/2021/06%20(242)%2001-06-2021.pdf)

7. Хашимов Х.Х., Юлдашев Ш.Х. Износостойкость деталей, восстановленных наплавкой // Автомобильная промышленность. – 2026. – №1. – С. 34–37. (05.00.00 №6)

https://www.mashin.ru/eshop/journals/avtomobilnaya_promyshlennost/2032/16/

8. Xoshimov X.X., Ruziboyev J.Sh. Qayta tiklangan kolosniklarning yeyilish ko'rsatkichlarini omillarga bog'liqligini aniqlash // Andijon mashinasozlik instituti ilmiy-texnika jurnali. №3. Andijon, 2023. 53–57 b. (O'zRes Oliy attestasiya komissiyasi Rayosatining 2021 yil 30 dekabrda 310/14.2-son qarori)

https://www.researchgate.net/publication/408621904_3

9. Xoshimov X.X. Payvand chokning mexanik xossalari xrom elementining ta'siri // Andijon mashinasozlik instituti ilmiy-texnika jurnali. №1 (Maxsus son). Andijon, 2023. 127–132 b. (O'zRes Oliy attestasiya komissiyasi Rayosatining 2021 yil 30 dekabrda 310/14.2-son qarori).

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21273961>

10. Xashimov X.X., Mamajonov Z.A. Arralararo qistirmalarni resursini orttirish bo'yicha olib borilgan ilmiy izlanishlar tahlili natijalari // Andijon mashinasozlik instituti ilmiy-texnika jurnali. №1. Andijon, 2025. 112–119 b. (O'zRes Oliy attestasiya komissiyasi Rayosatining 2021 yil 30 dekabrda 310/10-son qarori)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21275697>

11. Xashimov X.X. Payvandlab qayta tiklangan arrali jin mashinasi kolosniklarini ishchi yuzasini xossalari o'rganish natijalari // Andijon

mashinasozlik instituti ilmiy-texnika jurnali. – (Maxsus son). – Andijon, 2024. – 143–149 b. – ISSN 2181-1539. (O‘zRes Oliy attestasiya komissiyasi Rayosatining 2021 yil 30 dekabrda 310/10-son qarori)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21275749>

12. Xashimov X.X., Ruziboyeva I.O. Payvandlab qoplangan kolosniklarni yeyilishga sinash // Andijon mashinasozlik instituti ilmiy-texnika jurnali. – №1. – Andijon, 2024. – 58–62 b. – ISSN 2181-1539. (O‘zRes Oliy attestasiya komissiyasi Rayosatining 2021 yil 30 dekabrda 310/10-son qarori)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21275822>

13. Xashimov X.X. Payvandlab qoplangan arrali jin kolosniklarini jilvirlash qurilmasini yaratish // Farg‘ona politexnika instituti ilmiy-texnika jurnali. Farg‘ona, 2025. Tom 29. №2. 62–66 b. ISSN (2181-7200) (05.00.00; №20)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21276013>

14. Xashimov X.X., Maxmudov I.R. Arrali jin kolosniklarini yeyilishini o‘rganish natijalari // Farg‘ona politexnika instituti ilmiy-texnika jurnali. Farg‘ona, 2025. Tom 29. №3. 30–33 b. ISSN 2181-7200. (05.00.00; №20)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21276164>

15. Xoshimov X.X. Kolosniklarni yeyilishga sinashda ko‘p omilli eksperimental tadqiqot natijalarining tahlili // Farg‘ona politexnika instituti ilmiy-texnika jurnali. Farg‘ona, 2022. Tom 26. №4. 55–59 b. ISSN 2181-7200. (05.00.00; №20) <https://doi.org/10.5281/zenodo.21276254>

16. Xashimov X.X. Saw the demonic kolosniks calculation of the working resource theoretical research// Namangan muhandislik-texnologiya instituti ilmiy-texnika jurnali. Namangan, 2024. 9-jild. Maxsus son 2. 111–116 b. ISSN 2181-8622. (05.00.00; 33-son). <https://doi.org/10.5281/zenodo.21276297>

17. Xashimov X.X., Ruziboyev J.Sh. Yeyilgan kolosniklarni maxsus elektrodlar yordamida tiklash samaradorligining eksperimental tadqiqi // Farg‘ona davlat texnika universiteti ilmiy-texnika jurnali. Farg‘ona, 2025. Tom 29. №5. 44–48 b. ISSN 2181-7200 (05.00.00; №20) <https://doi.org/10.5281/zenodo.21276446>

II bo‘lim (II часть; II part)

18. Xoshimov X., Yuldashev Sh., Muydinov A., Kosimov K. Analysis and results of the conducted research work to increase the resource of the ginning rib // AIP Conference Proceedings. Problems in the Textile and Light Industry in the Context of Integration of Science and Industry and Ways to Solve Them. – 2024. – Vol. 3045. – 040029. <https://www.researchgate.net/publication/378881119>

19. Ruziboyev J.Sh., Xoshimov X.X. Chigitli paxtani jinlash jarayonining bugungi kundagi ahamiyati // «Zamonaviy mashinasozlik va muhandislik ta’limi muammolari» mavzusida Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami. – Andijon, 2023, 8-iyun. – 243–246 b. <https://doi.org/10.5281/zenodo.21273310>

20. Xoshimov X.X., Ruziboyev J.Sh. Jinlash jarayonida arra diski bilan kolosnik panjara orasida vujudga keladigan nosozliklar tahlili va ularni bartaraf etish usullari // «Zamonaviy mashinasozlik va muhandislik ta’limi muammolari» mavzusida Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami. – Andijon, 2023, 8-iyun. – 17–19 b. <https://doi.org/10.5281/zenodo.21273246>

21. Xoshimov X.X., Xoliqov F.B. Payvandlab qoplangan kolosniklarni ishlash resursini hisoblash bo'yicha nazariy tadqiqotlar // «Ilm-fan, madaniyat, texnika va texnologiyalarning zamonaviy yutuqlari hamda ularning iqtisodiyotga tatbiqi» mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari to'plami. – Andijon, 2022, 25–27 may. – 708–711 b. <https://doi.org/10.5281/zenodo.21276662>

22. Xashimov X.X. Kolosniklarni yeyilishini arralar aro qistirmaga bog'liqligini aniqlash yuzasidan tadqiqotlar tahlili // «O'zbekistonda energetika tizimining dolzarb muammolari, yechimlari va rivojlantirish istiqbollari» mavzusida Respublika ilmiy-texnik anjuman materiallar to'plami. – Andijon: Andijon davlat texnika instituti, 2025 yil 22-dekabr. – 455–457-b. <https://doi.org/10.5281/zenodo.21276708>

23. Xashimov X.X. Совершенствования рабочего камеры пыльного джина // “O'zbekistonda fan, ta'lim va texnikaning innovatsion rivojlanish bosqichlarida muammolar va yechimlar” xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari. Andijon:AndMI, 2024. – 1151–1152 b. <https://doi.org/10.5281/zenodo.21276727>

Avtoreferat «Andijon davlat texnika instituti “Mashinasozlik” ilmiy-texnika jurnali» tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi hamda o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlarning o‘zaro muvofiqligi tekshirildi (29.08.2026-y.).

Bosishga ruxsat etildi: _____ 2026- yil
Bichimi: 84/60 1/16. “Times New Roman” garniturası.
Raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 4,25. Adadi: 60 dona. Buyurtma № 1.
“Omadbek print number one” MChJ bosmaxonasida chop etildi.
170000, Andijon. Boburshoh 56.