NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/30.09.2023.T.66.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH

NAMANGA DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

AKRAMOVA DILAFRUZ SHUXRAT QIZI

LINTER ISHCHI KAMERASINI TAKOMILLASHTIRISH VA PARAMETRLARINI ASOSLASH

05.02.03 – Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va robotexnika tizimlari

TEXNIKA FANLARI bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertasiyasi
AVTOREFERATI

Namangan – 2026 yil

O'UK 677.051.152.6

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/30.09.2023.T.66.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH

NAMANGA DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

AKRAMOVA DILAFRUZ SHUXRAT QIZI

LINTER ISHCHI KAMERASINI TAKOMILLASHTIRISH VA PARAMETRLARINI ASOSLASH

05.02.03 – Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va robotexnika tizimlari

TEXNIKA FANLARI bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertasiyasi
AVTOREFERATI

Namangan – 2026 yil

Сканировано с CamScanner

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.4.PhD/T5094 raqam bilan ro'yhatga olingan.

Dissertatsiya Namangan davlat texnika universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Namangan davlat texnika universiteti huzuridagi Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.nammti.uz) (va «Ziyonet» Axborot ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:	**Mirzaumidov Asilbek Shuxratjonovich** Texnika fanlari doktori, dotsent
Rasmiy opponentlar:	**Azizov Shuxrat Mamatovich** texnika fanlari doktori, dotsent
	Ortiqova Kamola Insopaliyevna texnika fanlari falsafa doktori, dotsent
Yetakchi tashkilot:	**Qarshi davlat texnika universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Namangan davlat texnika universiteti huzuridagi DSc.03/30.09.2023.T.66.01 raqamli Ilmiy kengashning 2026 yil "14" fevral soat 09:00 dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 160115, Namangan sh., Kosonsoy ko'chasi 7 uy. Tel: (99869) 228-76-71 Faks: (99869) 228-76-75; e-mail: namdtu_info@edu.uz, Namangan davlat texnika universiteti 3-binosi, 1-qavat, kichik majlislar zali.

Dissertatsiya bilan Namangan davlat texnika universitetining Axborot – resurs markazida tanishish mumkin (122-raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 160115, Namangan sh., Kosonsoy ko'chasi 7 uy. Tel: (99869) 228-76-71 Faks: (99869) 228-76-75.

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil "29" yanvar kuni tarqatildi.
(2025 yil "16" dekabrdagi 5/1-raqamli reestr bayonnomasi).

A.M.Maxkamov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
raisi, t.f.d., dotsent

Sh.A.Mahsudov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
Ilmiy kotibi, t.f.f.d, dotsent

A.A.Umarov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
qoshidagi ilmiy seminar raisi, t.f.d., dotsent

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda paxta xomashyosini qayta ishlash, xususan tolali chigitni iste'molga va qayta ishlashga tayyorlashda yuqori unumdorlikka ega texnologiya va texnika vositalarini qo'llash yetakchi o'rinlardan birini egallamoqda. Dunyo miqyosida 3,5 mln tonnadan ortiq paxta yetishtirilishini va yig'ilgan paxtani dastlabki jinlash jarayonidan so'ng chigitda ma'lum miqdorda momiq qoldiqlari bo'lishini hisobga olsak». uni qayta ishlashda linterlash jarayonida tozalash va momiqni ajratib olishda, chigitning shikastlanish darajasini kamaytirishini ta'minlaydigan mashinalarni ishlab chiqish va amaliyotga joriy etishni taqozo etadi. Shu jihatdan, momiqli chigitni linterlash uchun ish unumdorligi yuqori hamda yuqori darajada shikastlanishlarga olib kelmaydigan texnika vositalari va qurilmalaridan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

Jahonda ekin uchun yoki texnik chigitni hosil qilishdan oldin uning yuzasida qoladigan momiqni linterlash orqali ajratib olish uchun yangi yuqori unumdorlikka ega va shikastlanish darasini kamaytirish borasida yechimlarini ishlab chiqishga qaratilgan keng ko'lamli ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu borada linter mashinasining asosiy ishchi organlaridan biri - to'zitg'ich (to'zitg'ich)ning konstruksiyasi, geometriyasi va parraklar sonini takomillashtirishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Aniqlanishicha, an'anaviy 4-parrakli to'zitg'ichlarning kinematik noustuvorligi, urug'lik valikda siljish kuchlarining ortishi, ishchi kameradagi chigitli valikning massa va qolish vaqtining optimallshtirilmaganligi, chigitli valikning arrali silindr bo'ylab barqaror taqsimlanmasligi natijasida chigitning shikastlanish darajasi yuqoriligi, linter mashinasining ish unumdorligi pastligi kabi kamchiliklari ish sifatini cheklab kelmoqda. Shu bois, 5-parrakli to'zitg'ichning yangilangan konstruksiyasini ishlab chiqish va uning texnologik afzalliklarini isbotlash ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb vazifa hisoblanadi.

Respublikamizda paxta yetishtirish va qayta ishlash jarayonlarida mehnat hamda uskunalarning yaroqli muddatini uzaytirish, resurslarni tejashi, linterlash jarayonidagi shikastlanishlar va yo'qotishlarni qisqartirish, momiqni ajratib olish sifati va barqarorligini oshirish imkonini beradigan yangi konstruksiyali texnika va texnologiyalarni ishlab chiqish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. 2017–2021-yillarda O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasida, jumladan: «...qishloq xo'jaligini modernizatsiya qilish va jadal rivojlantirish, qishloq xo'jaligi mahsulotlari ishlab chiqarishini izchil rivojlantirish, oziq-ovqat xavfsizligini yanada mustahkamlash, ekologik toza mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirish, agrar sektorning eksport salohiyatini sezilarli oshirish...»[1] bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarini amalga oshirishda, jumladan, paxtani qayta ishlash jarayonini modernizatsiya qilish, linter mashinalarining ishchi kameralarini takomillashtirish, urug'lik chigitda lint

[1] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 7-fevraldagi PF-4947-son «O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida» gi Farmoni

Сканировано с CamScanner

qoldig'ini minimal darajaga tushirish va tola sifati hamda chiqimini oshirishga qaratilgan yangi texnik yechimlarni amalga joriy etish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 7-fevraldagi PF-4947-son Farmoni, 2017-yil 7-iyuldagi PQ-3117-son «Qishloq xo'jaligi mashinasozligi sohasida ilmiy-texnikaviy bazani rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida», 2019-yil 31-iyuldagi PQ-4410-son «Qishloq xo'jaligi mashinasozligini jadal rivojlantirish...», 2020-yil 11-maydagi PQ-4709-son qarori, hamda 2022-yil 7-iyuldagi PQ-308-sonida "Paxta-to'qimachilik klasterlarini rivojlantirish konsepsiyasi"[2], O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 17 dekabrdagi «Ishlab chiqarishni mahalliylashtirish va kooperatsiya aloqalarining yangi tizimini joriy etish bo'yicha davlat va xo'jalik boshqaruvi organlari hamda mahalliy ijro etuvchi hokimiyat organlarining javobgarligini oshirish to'g'risida» Qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Dissertatsiya ishi bo'yicha tadqiqotlar Respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning VII "Mexanika va mashinasozlik" ustuvor yo'nalishiga mos keladi.

Muammoni o'rganilganlik darajasi. Paxta chigitini linterlash jarayoni, linter mashinalarining ishchi kamerasidagi dinamik jarayonlar, arrali silindr va to'zitg'ichning texnologik samaradorligi bo'yicha fundamental tadqiqotlar XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab AQSH, Hindiston va O'zbekiston ilmiy markazlarida izchil olib borilgan.

Linterlash jarayonining fizik-mexanik asoslari, arrali silindr tishlarining lint tolasi bilan o'zaro ta'siri va urug'lik valikdagi kuchlanishlar dinamikasi bo'yicha eng yirik ilmiy maktab AQSHning USDA–ARS Cotton Ginning Research Unit (Stoneville, Mississippi) laboratoriyasida shakllangan. Bu markazda W.L. Anthony, E.M. Davis, W.F. McCaskill, D.A. Baker, B.S. Chewning, C.G. Armijo kabi olimlar tomonidan linter agregatlarining konstruksiyasi, arrali silindr tezligi va tozalash sifatining bog'liqligi keng ko'lamda o'rganilgan. Ularning ishlarida lint ajralishiga ta'sir etuvchi asosiy omillar - chigitning mexanik mustaxkamligi, tish geometriyasi, to'zitg'ich konstruksiyasi va kameradagi havo oqimi dinamikasi bo'yicha fundamental qonuniyatlar asoslangan.

O'zbekistonda linterlash texnologiyasi va linter mashinalarini takomillashtirish borasida ilmiy izlanishlar asosan O'zPITI (hozirgi TITLSMTI), Toshkent irrigatsiya va mexanizatsiya institutlari va Paxtasanoat TICHB korxonalarida olib borilgan. Xususan, K.D. Astanqulov, A.T. Rosaboyev, S.M. Mo'minov, Yo.Z. Karimov, M.R. Karimov kabi olimlar linter mashinalarining texnologik rejimlarini, to'zitg'ichning an'anaviy 4-parrakli konstruksiyasini va arrali silindrning aylanish tezligiga bog'liq ravishda chigit shikastlanishi hamda lint ajralishi sifatini tahlil qilganlar. Ular linter kamerasidagi aralashmalarning harakat yo'nalishi, chigit valigining zichligi va tish–tolalar o'zaro ta'siri kabi jarayonlarni ilmiy jihatdan asoslab bergan.

---

[2] PQ-308-sonida "Paxta-to'qimachilik klasterlarini rivojlantirish konsepsiyasi". PQ-308-son 07.07.2022. Paxta hosildorligini oshirish, paxta yetishtirishda ilm va innovatsiyalarni joriy qilishning qo'shimcha tashkiliy chora-tadbirlari to'g'risida

Сканировано с CamScanner

Mazkur tadqiqotlar natijasida ishlab chiqilgan mashinalar paxtaga dastlabki ishlov berish jarayoniga muayyan darajada ijobiy natijalarga erishilgan holda qo'llanilib kelinayotgan bo'lsada, ammo linter mashinasining ish unumdorligini oshirib hamda chigit shikastlanishini kamaytirishga erishadigan ishchi qismlarni ishlab chiqish va ishchi qismlari parametrlarini asoslash bo'yicha tadqiqotlar yetarlicha o'tkazilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilayotgan oliy ta'lim muassasasi ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Namangan davlat texnika unversiteti ilmiy tadqiqot rejasining "Linter ishchi qismlarining samarali konstruksiyasini yaratish" mavzusi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi to'zitg'ich ishchi organi konstruksiyasini takomillashtirish orqali 5LP rusumli linterlash mashinasining ish samaradorligini oshirishdan iborat. Bunga uning konstruksiyasini to'rt parrakli konstruksiyadan besh parrakli konstruksiyaga o'zgartirish, yulduzchalar massasi va geometriyasini optimallashtirish, inersion yuklamalarni bir tekis taqsimlash, shuningdek, momiq ajratishning yuqori sifatini saqlagan holda tebranish va chigitning mexanik shikastlanishini kamayishini asoslashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari. Qo'yilgan maqsadga erishish uchun dissertatsiya ishida quyidagi vazifalar hal qilindi:

linterlash mashinalari to'zitg'ichlarining mavjud konstruksiyalarini tahlil qilish va ularning ish unumdorligi, titrash xususiyatlari va mahsulot sifatiga ta'sir etuvchi kamchiliklarini aniqlash.

geometrik parametrlari va massasi optimallashtirilgan besh parrakli to'zitg'ichning takomillashtirilgan konstruksiyasini ishlab chiqish.

to'zitg'ichning chigit valigi bilan o'zaro ta'sir dinamikasini matematik modellashtirish, parrakchalar soni va ularning shaklining ish jarayoniga ta'sirini aniqlash.

SolidWorks Simulation muhitida mustahkamlik, toliqish yuklamalariga chidamlilik va chastotaviy tahlil hisoblarini o'tkazish.

to'zitg'ichning tajriba nusxasini tayyorlash va uni 5LP linter mashinasi tarkibida laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitida tajriba sinovlarini o'tkazish.

yangi konstruksiyaning asosiy texnologik ko'rsatkichlarga ta'sirini baholash: ish unumdorligi, tebranish darajasi, chigitning shikastlanish darajasi, momiqning toladorligi.

bazaviy va takomillashtirilgan konstruksiyani ishlatishda olingan natijalarni qiyosiy tahlil qilish.

to'zitg'ichning takomillashtirilgan konstruksiyasini mavjud linterlash mashinalari modellariga joriy etish bo'yicha amaliy tavsiyalarni shakllantirish.

Tadqiqotning obyekti sifatida linter mashinasi ishchi kamerasining konstruktiv va texnologik parametrlari, xususan, chigitdan momiqni ajratish samaradorligiga ta'sir etuvchi to'zitg'ichning konstruksiyasi va ish rejimlari, mashinaning ish unumdorligi, chigitning shikastlanish darajasi, titrash darajasi va yakuniy mahsulotning toladorligi olingan.

Tadqiqotning predmeti linterlash mashinasining ishchi kamerasida to'zitg'ich ishchi organlarining chigit valigi bilan o'zaro ta'sirlashish jarayonlari hamda

to'zitg'ichning konstruktiv va rejim parametrlarining ish unumdorligi, momiq ajratish sifati, chigitning mexanik shikastlanish darajasi va uskunaning vibratsion xarakteristikalariga ta'siri hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqotda quyidagi tadqiqot usullaridan foydalanilgan:

takomillashtirilgan to'zitg'ichning konstruktiv parametrlarini va linterning ishchi kamerasida sodir bo'ladigan jarayonlarni nazariy asoslash uchun analitik usullar;

urug'lik valigining to'zitg'ich parraklari bilan o'zaro ta'sirining kinematik va dinamik jarayonlarini tavsiflash uchun matematik modellashtirish usullari;

SolidWorks Simulation muhitida konstruksiyaning statik, chastotali va charchash hisoblarini o'tkazish uchun chekli elementlar tahlilining (FEA) sonli usullari;

modernizatsiya qilingan uzelni vibrometriya, ish unumdorligini o'lchash va urug'larning shikastlanish darajasini baholashdan foydalangan holda laboratoriya va ishlab chiqarish sinovlari uchun eksperimental usullar;

eksperimental ma'lumotlarni qayta ishlash va talqin qilish, shuningdek, adekvat matematik modellarni qurish uchun regression tahlil usullari;

ishchi kamera elementlari va to'zitg'ich parraklarida yeyilish, mikrozararlanish va yoriqlar hosil bo'lish xususiyatini o'rganish uchun optik va skanerlovchi elektron mikroskopiyani qo'llagan holda fraktografik tahlil o'tkazish.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

linter ishchi kamerasidagi to'zitg'ichga tushayotkan yuklamalarni barqarorlashtiruvchi kompyuter modellashtirish usuli yordamida 5LP arrali linter uchun besh parrakli to'zitg'ichning ratsional konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

material sarfi jihatdan tejamkor hamda mustahkamlik zaxirasi butunlay tushayotgan yuklanishlarga javob beradigan yangi yulduzchasi konstruksiyasi massasini simulyatsion optimallashtirish usuli taklif etilgan;

minimal tebranish va shikastlanishda maksimal unumdorlikni ta'minlaydigan optimal aylanish tezligi, kinetik va dinamik omillarni hisobga olgan holda to'zitg'ichning chigit valigi bilan o'zaro ta'siri qonuniyatlari aniqlangan;

linter ishchi kamerasi elementlari va paxta chigitining fraktografik tahlili ishchi organlar bilan o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'lgan abraziv yeyilish va mikro shikastlanishlari ularning xarakteristikasi orqali kelib chiqishi sabablarini birinchi marta fraktografik tahlilni yangi usuli taklif etilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Yuqori samarali to'zitqich konstruksiyasi ishlab chiqildi. Matematik modellashtirish va eksperimental ma'lumotlar asosida momiqning mexanik shikastlanishini kamaytiradigan, uning sifatini yaxshilaydigan to'zitqichlarning yangi geometrik parametrlari va konstruktiv o'zgarishlari taklif etildi. O'zgarishlar yulduzcha detalining shaklini, parraklar sonini va shunga mos ravishda plankalarni o'zgartirishni o'z ichiga oladi, bu esa momiq chiqish tezligini va linter unumdorligini oshirishga, momiq yo'qotilishini kamaytirishini aniqlandi.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi dissertatsiyada shakllantirilgan ilmiy qoidalar, tamoyillar, xulosalar va tavsiyalar, nazariy va eksperimental tadqiqotlar natijalari, aprobatsiya va joriy etishning ijobiy natijalari, shuningdek, natijalarni taqqoslash, ularning ma'lum baholash mezonlari bo'yicha adekvatligi, ijobiy natijalarning qiyosiy tahlili bilan asoslandi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqotning ilmiy ahamiyati yangi yuqori unumdorlikka ega va chigitning mexanik shikastlanishini kamaytiradigan to'zitqich konstruksiyasi taklif etildi. Amaliy ahamiyati esa taklif etilgan to'zitqichni qollash natijasida chiqayotkan chigit shikastlanishi kamayishi va linter mashinasini ish unumdorligi o'sishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Linter ishchi kamerasini takomillashtirish va parametrlarini asoslash bo'yicha natijalar asosida:

Linter mashinasining yangi konstruksiyali to'zitqichi Namangan viloyati "Namangan To'qimachi Klaster" MCHJ To'raqo'rg'on PTK ga qarashli "To'raqo'rg'on paxta tozalash" korxonasida ishlab chiqarishga joriy etilgan. («O'zbekiston paxta-to'qimachilik klasterlari uyushmasi» AJ ning 2025 yil 1-apreldagi №03/25-681-sonli ma'lumotnomasi). Natijada 5-parrakli to'zitqich asosida linterlash jarayonida chigit valigida hosil bo'ladigan zichlikni o'rtacha 2,1% ga oshirilishi orqali chigitli valik barqarorligini oshirilgan. Shuningdek chigit shikastlanishi 11% ga kamayishiga, chigitning ishchi kamerada qolish muddatini 3,5 sekundga kamayishiga, linterlash jarayonining umumiy unumdorligi 12.5% ga oshishiga erishilgan. Valikda ortiqcha yuklanishlarni to'zitg'ich va arralarga ta'sir etishi kamayishi natijasida planka va arraning yaroqlilik muddati 95 soatgacha ortishiga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari 4 ta ilmiy-texnik anjumanlarda, shu jumladan, 2 ta xalqaro, 2 ta Respublika konferensiyalarda va ilmiy seminarlarda muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 15 ta maqola, tezislar va Intellektual Mulk agentligi tomonidan Dasturiy Guvohnomalar olingan, 4 ta ilmiy-texnik konferensiyalarda, shu jumladan, 2 ta xalqaro va 2ta Respublika konferensiyalarida, 6 ta ilmiy jurnallarda maqola, shu jumladan, 2 ta xorijiy jurnal va 4 ta Respublika OAK tasarrufidagi jurnallarda, 4 ta Intellektual Mulk agentligi tomonidan Dasturiy Guvohnomalar olingan, 1 ta xalqaro Lambert nashriyotida Monografiya chop etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 117 betni tashkil qiladi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

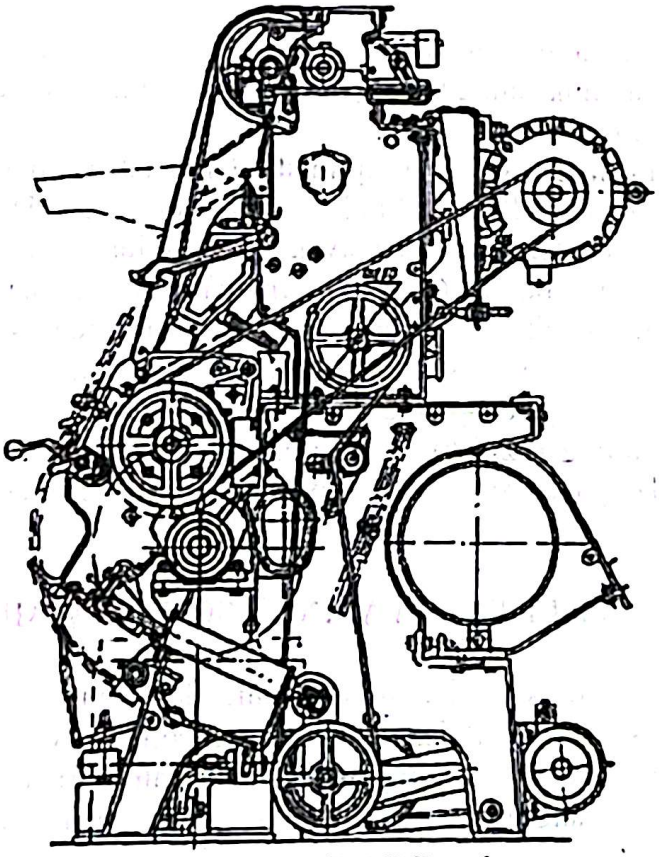
Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, obyekti va predmeti tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan. Shuningdek, ilmiy yangiligi, amaliy natijalari va ishlab chiqarishga joriy etish imkoniyatlari bayon etilgan.

Paxtani qayta ishlash texnologiyasining rivojlanishi va kalta tola olish samaradorligini oshirish eng mas'uliyatli operatsiyalardan biri - chigit sirtidagi qoldiq momiqni mexanik usulda ajratib olishni amalga oshiradigan linter mashinalarining konstruksiyalarini takomillashtirish zaruratini belgilaydi. Arrali linterlashning asosiy tamoyillari XX asrning boshlarida shakllangan bo'lsa-da, tola sifati, chigitning

Сканировано с CamScanner

saqlanishi va uskunaning energiya samaradorligiga qo'yiladigan zamonaviy talablar sezilarli darajada oshdi. Bu esa linter ishchi organlari kinematikasini, birinchi navbatda, chigit valigining shakllanish dinamikasi va barqarorligini belgilovchi ishchi kamera va to'zitqich konstruksiyasini qayta ko'rib chiqishga qaratilgan tadqiqotlarning yangi avlodi paydo bo'lishiga olib keldi.

Arrali linterlarning tarixiy rivojlanishi shuni ko'rsatadiki, asosiy konstruktiv uzellar - arrali silindr, ishchi kamera va to'zitqich ketma-ket murakkablashib va takomillashib borgan. Dastlabki PO-160 va PMP-160 modellarida arralar soni 106-141 va aylanish chastotasi 400-700 ayl/min atrofida bo'lgan silindrlar qo'llanilgan bo'lsa, keyinchalik arralar soni 160 tagacha oshirildi, bu esa bir o'tishda momiq olishni sezilarli darajada oshirish imkonini berdi. Mahalliy sanoatda paxta tozalash zavodining texnologik liniyasi tarkibida uch marta momiq ajratishga mo'ljallangan 5LP rusumli linterlar keng tarqalgan. Biroq, ko'p yillik foydalanish shuni ko'rsatdiki, ushbu mashinalar yuqori pasport xususiyatlariga ega bo'lsa ham, bir qator tizimli kamchiliklarni saqlab qoladi: chigit valigini shakllantirishning beqarorligi, ish unumdorligi o'zgarganda tebranish darajasining oshishi, chigitning mexanik shikastlanish ehtimoli, shuningdek, kamera haddan tashqari yuklanganda momiqning notekis chiqishi.

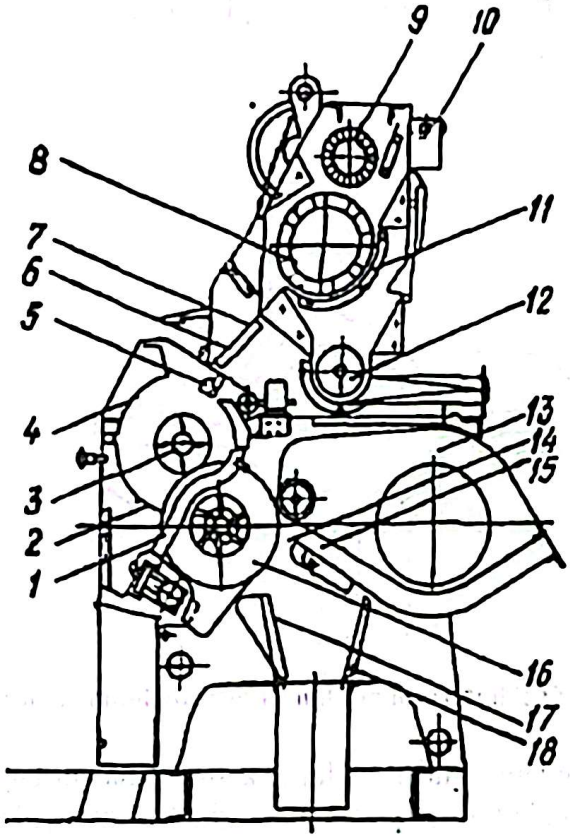


1-rasm. PMP-160 linteri

Mamlakatimiz paxta zavodlarida qo'llanilayotgan linterlarning ishlash xususiyatlarini tahlil qilish alohida e'tiborga loyiqdir. Chigit tarog'i, zichlik klapani, yon devorlar va kolosnikli panjarani o'z ichiga olgan ishchi kamera konstruksiyasi

Сканировано с CamScanner

chigit harakatining o'ziga xos sharoitlarini shakllantiradi. Markazdan qochma kuchlar chigit valigining zich tashqi qatlamini hosil qiladi, u zichlik klapani bilan ushlab turiladi va tolalarning bir tekis ajralishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Kolosniklar geometriyasi, taroq profili yoki tirqishlarni sozlashdagi har qanday og'ishlar jarayon uzluksizligining buzilishiga va olinmagan momiq ulushining oshishiga olib keladi. Xorijiy tadqiqotlar ham ushbu sozlashning kritikligini ko'rsatadi: arra tishining chigitga nisbatan hujum burchagining minimal o'zgarishi momiqni ajratib olish xarakteriga va qobiq yuzasida mikroyoriqlar ehtimoliga ta'sir qiladi.



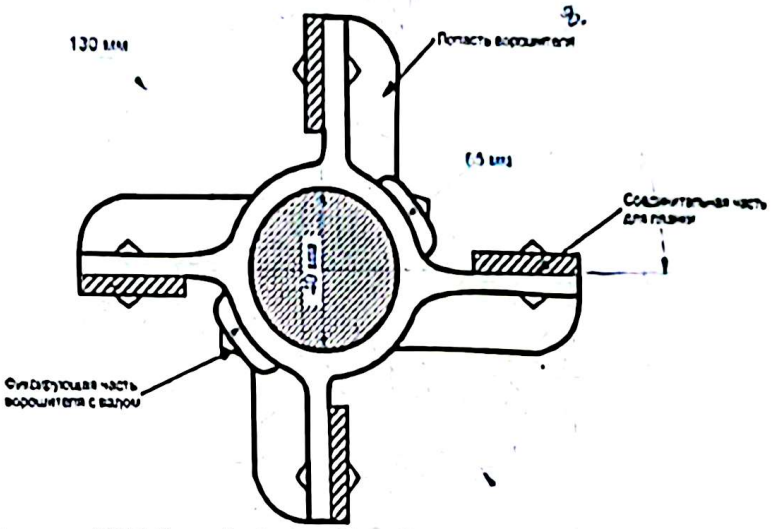
2-rasm. Linter 5LP

1 - kolosnikli panjara; 2 - urug' tarog'i; 3-suv purkagich; 4-ishchi urug' kamerasi; 5-zichlik klapani; 6-magnitli plita; 7-ta'minlovchi nov; 8-tekislovchi qoziqli-plankali baraban; 9-ta'minlovchi valik; 10-impulsli variator; 11-to'rli yuza; 12-chiqindi shnegi; 13-havo so'rish kamerasi; 14-ko'cha soyaboni; 15-lint chiqaruvchi patrubka; 16-arrali silindr; 17, 18-lotok

MDH mamlakatlari, AQSH, Hindiston, Turkiya va Xitoyda taqdim etilgan linterlash mashinalarining texnik xususiyatlarini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, jahon ishlab chiqaruvchilari avtomatlashtirish elementlarini - adaptiv ta'minlash tizimlari, havo kameralarining intellektual to'siqlari, vallarning aylanish chastotasini avtomatik ravishda sozlash, tebranish va chigit valigi zichligini kuzatish datchiklarini tobora faolroq joriy etmoqdalar. Bunday yondashuvlar tozalash selektivligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va ishchi organlarning yeyilishini minimallashtirish imkonini beradi. Xorijiy modellar (Lummus Sentinel II, Continental Eagle 24D, Bajaj Golden Eagle 24D va boshqalar) yuqori darajada avtomatlashtirilgan bo'lib, yo'qotishlarni kamaytirish va momiq olishning bir tekisligini oshirishga qaratilgan. Shu bilan birga, O'zbekistonda keng tarqalgan mexanik linterlar sozlashda asosan

qo'lda ishlaydi, bu esa jarayonning barqarorligini cheklaydi va operatorning doimiy ishtirokini talab qiladi.

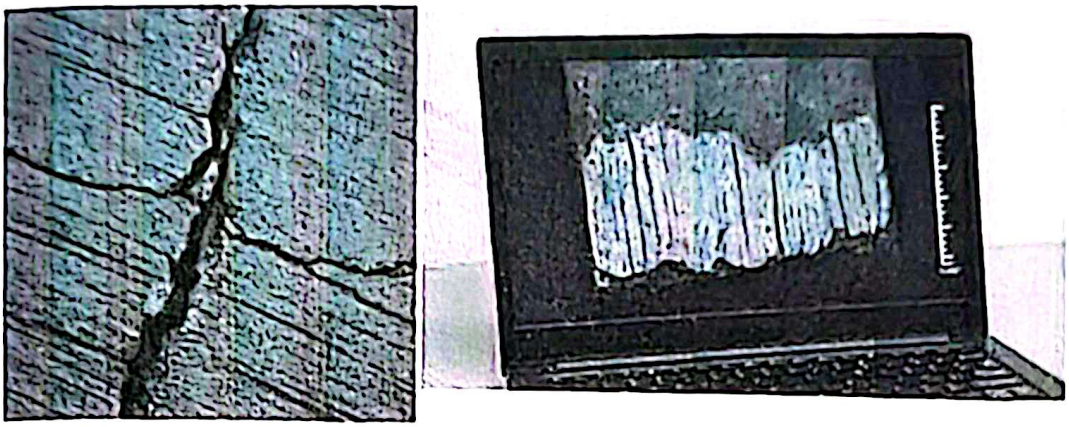
Linterlash mashinalari konstruksiyasini takomillashtirishda jinlangan chigitning agregat ishchi organlari bilan o'zaro ta'sirlashuv mexanikasini, chigit valigi shakllanishining kinematik xususiyatlarini, siklik yuklamalar ta'sirida materialning yemirilish qonuniyatlarini chuqur o'rganish talab etiladi. Nazariy hisob-kitoblar, laboratoriya kuzatuvlari va kompyuter modellashtirishining uyg'unligi to'zitqichning an'anaviy to'rt parrakli konstruksiyasidan yanada barqaror va energiya tejamkor linterlashni ta'minlaydigan modernizatsiya qilingan besh parrakli variantiga o'tishni asoslash imkonini beradi.



3-rasm. 5LP linterlash mashinasi to'zitqichining konstruksiyasi

To'zitqichning aylanishi ta'sirida linter kamerasida mustahkam halqasimon chigit valigi hosil bo'ladi, unda tashqi qatlam zichlashadi, ichki qatlam esa ancha yumshoq strukturani saqlab qoladi. Ushbu dinamik tizim markazdan qochma va urinma kuchlar ta'sirida harakatlanadi, ularning qiymati rotorning burchak tezligi va parraklar geometriyasi bilan belgilanadi. Markazdan qochma kuch urug'larni kamera devorlariga siqadi, urinma tashkil etuvchi esa materialning aylanishini va aralashishini ta'minlaydi. Bu jarayonlarning bir tekisda borishi urug'larning arrali silindr tishlari bilan barqaror kontaktda bo'lishida muhim ahamiyatga ega.

Linter ishchi organlari va chigit yuzasining shikastlanish morfologiyasi konstruktiv parametrlarni to'g'ri tanlashning asosiy ko'rsatkichi hisoblanadi. To'zitqich plankalarining mikroskopik tadqiqotlari rivojlangan nuqsonlar tizimini - mikroabraziv yeyilish, charchash yoriqlari, metall sirt qatlamining bo'yalishini aniqladi. Ushbu nuqsonlarning shakllanish mexanizmi, ayniqsa, kuchlanishlarning mahalliy konsentratsiyasi zonasida, ko'p martalik siklik zarbalar va urug'larning plankalar bo'ylab ishqalanishi bilan bog'liq.



4-rasm. Mikroskop ostida to'zitqich plankasining olingan tasviri

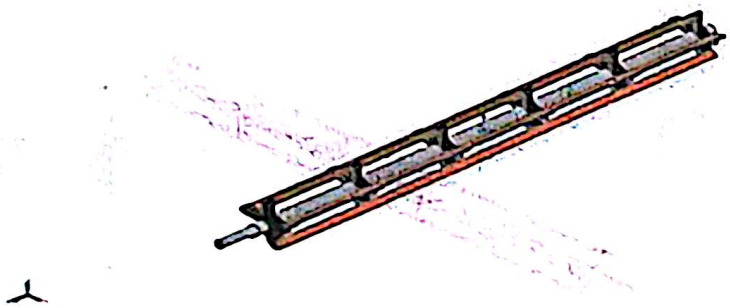
Mikroskopik kuzatuvlar majmuasi quyidagilarni tasdiqlaydi: to'rt parrakli konstruksiyada ishchi organlarning mavjud geometriyasi yuklamaning bir tekis taqsimlanishini ta'minlamaydi, bu esa yeyilishni tezlashtiradi va chigit valigi bilan o'zaro ta'sir samaradorligini pasaytiradi.

Fraktografik tahlil shuni ko'rsatdiki, o'rganilgan chigitlarning 50% dan ortig'i to'zitqich parragiga urilish natijasida shikastlangan bo'lib, bu olingan tola sifatining pasayishiga olib keladi.

Linterlash jarayonida mexanik ta'sir natijasida yuzaga keladigan shikastlanishlarga uzilishlar va yoriqlar kiradi, bu ularning tovar xususiyatlarini sezilarli darajada pasaytiradi.

Mustahkamlik va dinamik xususiyatlarni batafsil baholash uchun SolidWorks Simulation muhitida standart va modernizatsiya qilingan konstruksiyalarni modellashtirish amalga oshirildi. Hisoblash natijalari kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holatini, egilish kattaliklarini, mustahkamlik zaxiralarini va vibratsion o'ta yuklanishlarga chidamlilikni taqqoslash imkonini beradi.

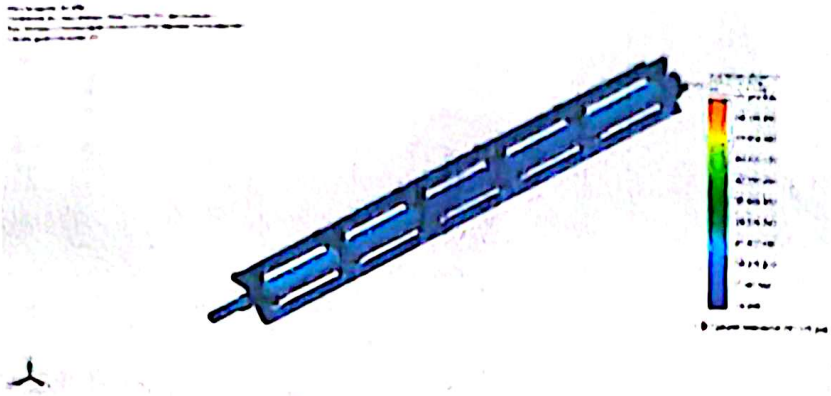
Asosiy to'rt parrakli konstruksiya 22 MPa minimal kuchlanishni, taxminan 0,02 mm egilishni va yuqori mustahkamlik zaxirasini (11) ko'rsatdi. Bu ko'rsatkichlar yaxshi barqarorlik, lekin bir vaqtning o'zida chigit valigi bilan o'zaro ta'sirda kinematik samaradorlikning pastligidan dalolat beradi.



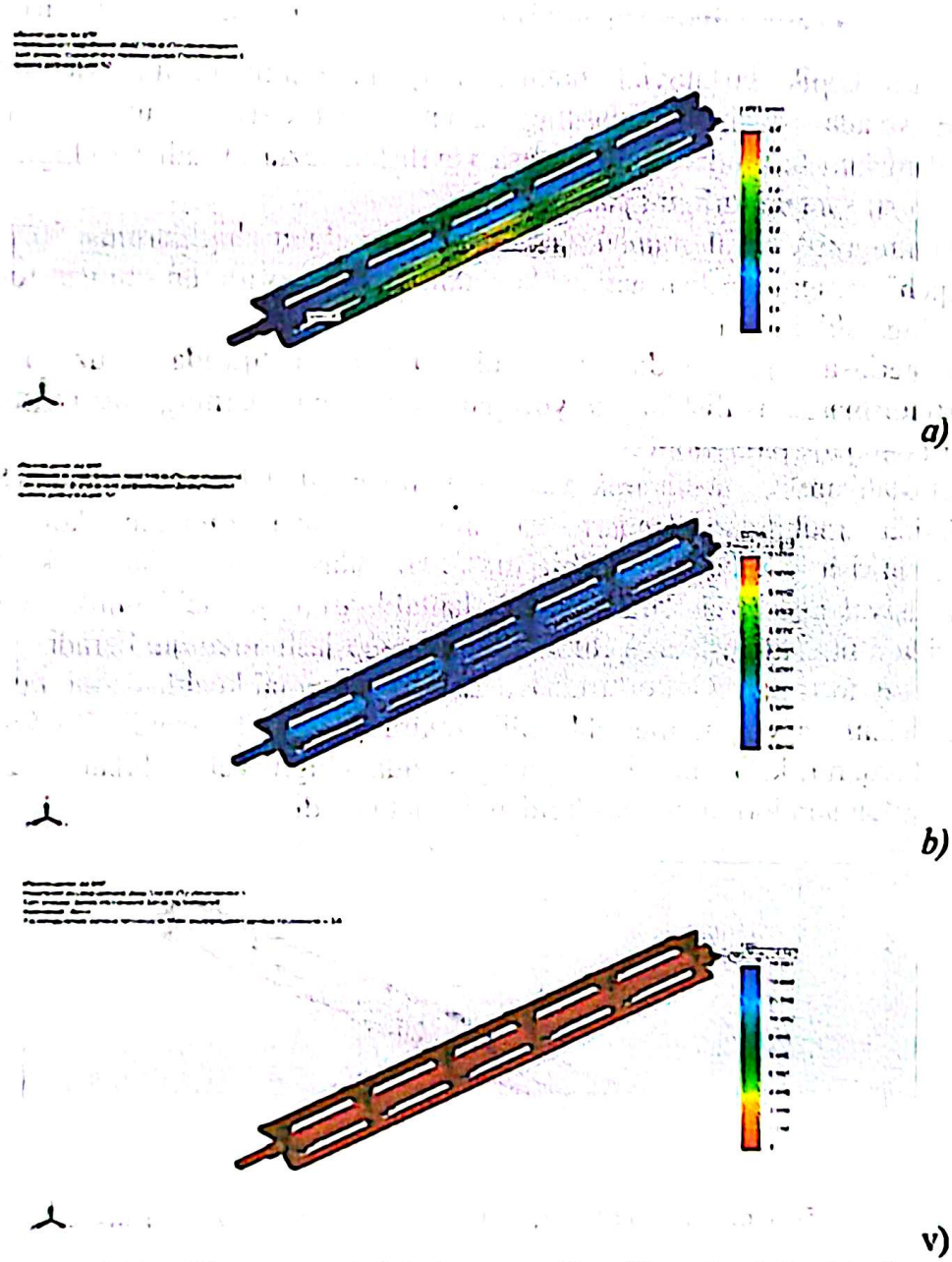
5-rasm. Taklif etilayotgan to'zitqichning umumiy ko'rinishi

Montaj shartlari beriladi, tashqi kuchlar aniqlanadi va ularning qiymatlari kiritiladi. Bunda natijalar rangli grafiklar ko'rinishida ham aks ettiriladi.

Сканировано с CamScanner



6-rasm. To'zitqichning kuchlanish epyurasi



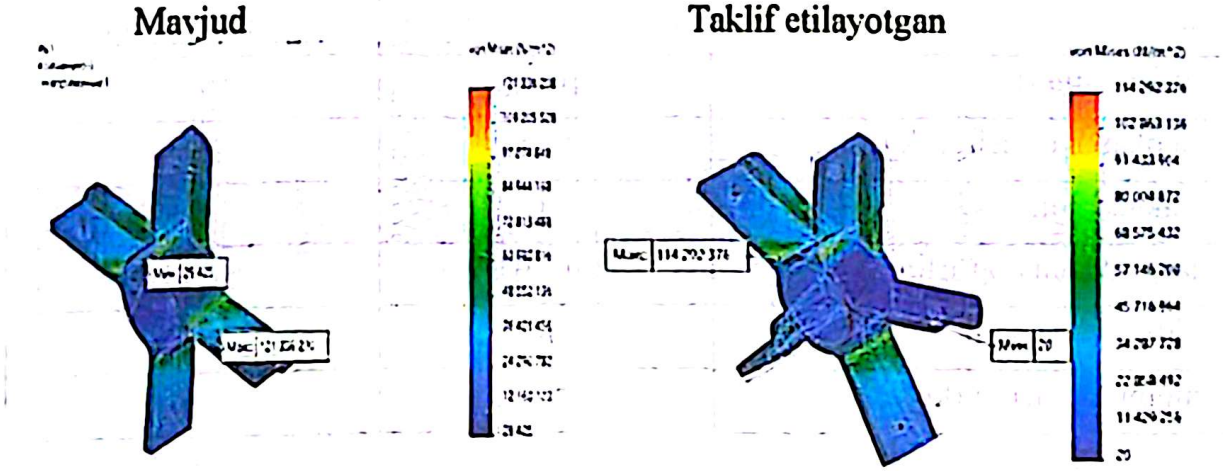
7-rasm. Taklif qilinayotgan tjtgichning mustahkamlik zaxirasini aniqlash
a) sirtning siljish epyurasi, b) deformatsiya epyurasi, v) mustahkamlik zapasi epyurasi

Diagrammalardan ko'rinib turibdiki, yaratilgan maksimal kuchlanish 71,32 MPa, siljish 0,4 mm, deformatsiya 0,0003 va eng kichik mustahkamlik zaxirasi 3 ni tashkil etdi, ya'ni mustahkamlik xususiyatlari to'zitqichnikidan past, ammo u belgilangan talablarga to'liq javob beradi.

Takomillashtirilgan besh parrakli to'zitqich ancha yuqori yuklanishlarga bardosh beradi: kuchlanishlar 71 MPa, siljishlar 0,4 mm ga yetadi, mustahkamlik zaxirasi esa 3 ni tashkil etadi. Biroq. barcha qiymatlar ruxsat etilgan ekspluatatsiya me'yorlari doirasida qoladi. Deformatsiyaning oshishi kontaktlar chastotasining oshishi bilan bog'liq. ammo aynan shu valikning bir tekis yumshashini va momiq olish sifatining yaxshilanishini ta'minlaydi.

SolidWorks modellashtirish paketidan konstruksiyani tadqiq qilish. Bo'limni tanlang, test uchun kerakli ma'lumotlarni kiriting va natijalarni taqqoslang.

Kuchlanishlar, deformatsiyalar va siljishlar epyuralarining qiyosiy tahlili shuni ko'rsatadiki, yangi konstruksiya ishchi kamerada qulay kinematik muhitni yaratadi, tebranishlar amplitudasini kamaytiradi va chigit massasida turg'un zonalar hosil bo'lish ehtimolini minimallashtiradi.



8-rasm. Olingan epyuralarni taqqoslash

Yulduzcha (8-rasm) detali konstruksiyasida mavjud va taklif etilayotgan to'zitqich o'rtasidagi farq mavjud konstruksiyada 4 parrakli, taklif etilayotgan konstruksiyada esa 5 parrakli bo'lib, natijada to'zitqich konstruksiyasidagi plankalar soni o'zgaradi.

To'zitqich detallarini tayyorlash uchun materiallarni tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, St6 po'lati mustahkamlik va yeyilishga chidamlilikning uyg'unligi tufayli plankalar va val uchun eng maqbul hisoblanadi. Yulduzcha uchun muqobillar - alyuminiy qotishmalari va muhandislik plastiklari ko'rib chiqilgan. Ular massaning kamayishini va korroziyaga chidamliligini ta'minlaydi, lekin chidamliligi va abraziv ta'sirga chidamliligi bo'yicha SCH10 cho'yanidan past turadi. Natijada cho'yan standart konstruksiya uchun optimal variant, kompozit materiallar esa yengil modifikatsiyalar uchun istiqbolli deb topilgan.

1-jadval

Yulduzcha detalini tayyorlashning qiyosiy jadvali: Po'lat 6, alyuminiy, plastmassalar

Parametr	Po'lat 6	Alyuminiy	Plastmassa
Zichlik (g/sm3)	7,85	2.7.	1.4.
Uzilishdagi mustahkamlik (MPa)	370 - 460	90 - 200	40 - 80
Yeyilishga chidamlilik	Baland	O'rtacha	Past
Korroziyaga chidamlilik	Past	Baland	Baland
Yulduzcha og'irligi (1 dona)	1,12 kg	0,385 kg	0,199 kg
Qiymat (shartli)	Baland	O'rtacha	Past
Titrashga beriluvchanlik	Past (yuqori qattiqlik)	O'rtacha	Yuqori (egiluvchanlik)

2-jadval

Bazaviy va taklif etilayotgan to'zitqich xarakteristikalarining qiyosiy tahlili

Parametr	4 parrakli to'zitqich	5 parrakli to'zitqich
Val og'irligi (kg)	19,28	19,28
1 ta planka og'irligi (kg)	3,56	3,56
Plankalar soni	4	5
1 ta yulduzcha og'irligi (kg)	1,70	1,12
Yulduzchalar soni	6	6
Umumiy og'irligi (kg)	43,72	43,8

O'tkazilgan laboratoriya-ishlab chiqarish tadqiqotlari modernizatsiya qilingan besh parrakli to'zitqichning linterlash jarayonining asosiy texnologik ko'rsatkichlariga real ta'sirini aniqlashga qaratilgan. Asosiy vazifa to'zitqich konstruksiyasining o'zgarishi chigit valigi shakllanishining kinematik sharoitlarini yaxshilashga, tebranish yuklamalarini kamaytirishga, chigit shikastlanishini kamaytirishga va momiq ajratish to'liqligini oshirishga olib kelishini tajriba yo'li bilan isbotlashdan iborat edi. Laboratoriya nazorat usullarini paxta tozalash korxonasi sharoitida haqiqiy ishlab chiqarish uskunalarida sinovlar bilan birlashtirish ishning o'ziga xos xususiyati bo'ldi.

Metodika uch turdagi - to'rt, besh va olti parrakli to'zitqichlarning 450-550 ayl/min tezlik oralig'idagi ishini taqqoslashni nazarda tutgan. Bunday yondashuv ishchi organ geometriyasining ham, uning aylanish chastotasining ham ta'sirini aniqlash imkonini berdi.

Ish jarayonida olingan ma'lumotlar massivi sifatning to'rtta asosiy mezonini qamrab oldi: ish unumdorligi, korpusning tebranishi, chigitning shikastlanishi va tukdorlik - linterlashdan keyin qoldiq tuklanish darajasini tavsiflovchi ko'rsatkich.

Сканировано с CamScanner

Ushbu parametrlar to'plami linterlash agregatining ishlashi haqida eng to'liq tasavvur beradi.

Eksperimental ma'lumotlarni talqin qilish uchun asosiy texnologik ko'rsatkichlarning ikkita omilga bog'liqligini tavsiflovchi regressiya modeli tuzildi: to'zitqichning aylanish tezligi (X_1) va parraklar soni (X_2). Model omillarning chiziqli, kvadratik va juft o'zaro ta'sirini o'z ichiga olgan bo'lib, bu jarayonning nochiziqli xususiyatini aniqlashga imkon berdi.

Omillar va sifat mezonlari o'rtasidagi bog'liqlik umumiy regressiya modeli ko'rinishida tavsiflanadi:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 \quad (1)$$

buyerda:

Y - tahlil qilinayotgan chiqish parametri (unumdorligi, tebranishi, shikastlanganligi yoki chigitning tolaliligi);

$b_0, b_1, b_2, b_{12}, b_{11}, b_{22}$ –regressiya koeffitsientlari.

3-jadval

Matematik tahlil asosida tadqiqot uchun kiruvchi omillar

№	Omillar	O'lchov birliklari	Tekshirilayotgan qiymatlar
1	X_1- To'zitqichning aylanish tezligi	ayl/daq	450 /500/550
3	X_2- To'zitqich parraklari soni	dona	4/5/6

Regressiya koeffitsiyentlarining tahlili shuni ko'rsatdiki, aylanish tezligi chigitning tebranishi va shikastlanishini belgilovchi kuchliroq omil bo'lib, parraklar soni esa chigit valigining toladorligi va bir tekis aralashuviga dominant ta'sir ko'rsatadi. Bunda o'zaro ta'sir koeffitsiyenti $X_1 \cdot X_2$ ahamiyatli bo'lib chiqdi, bu ishchi organ geometriyasi va kinematikasining o'zaro bog'liqligidan dalolat beradi.

Tuzilgan regression model linterlash jarayonining natijaviy ko'rsatkichi Y ni ikkita texnologik omilga: to'zitqichning aylanish tezligi (X_1) va parraklar soniga (X_2) bog'liqligini tavsiflaydi. Har bir ko'rsatkich uchun quyidagi ko'rinishdagi modellar olingan:

Ish unumdorligi (Y_1):

$$Y1 = 1477.78 + 125X_1 + 33.337X_2 + 125X_1X_2 - 0.56X_1^2 - 1.56X_2^2 \quad (2)$$

Tebranish (Y_2):

$$Y_2 = 1.02 - 0.11X_1 + 0.06X_2 + 0.04X_1X_2 + 0.08X_1^2 + 0.12X_2^2 \quad (3)$$

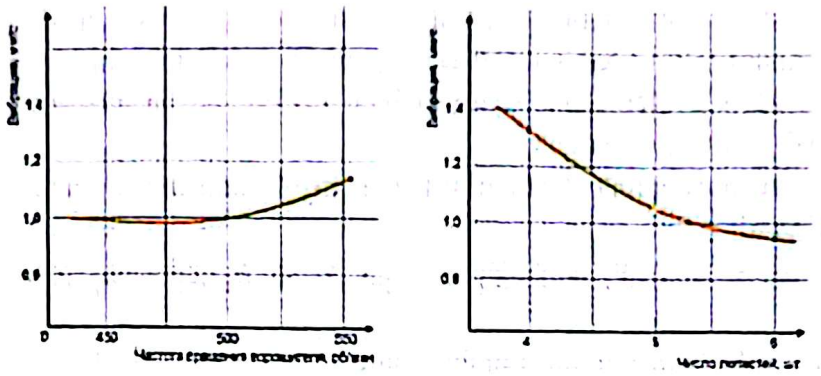
Shikastlanish (Y_3):

$$Y_3 = 2.15 - 0.35X_1 + 0.32X_2 + 0.10X_1X_2 + 0.28X_1^2 + 0.40X_2^2 \quad (4)$$

Сканировано с CamScanner

Tukdorlik (Y_4):

$$Y_4 = 7.65 + 0.28X_1 - 0.22X_2 - 0.05X_1X_2 - 0.31X_1^2 - 0.18X_2^2 \quad (5)$$



a) b)

9-rasm. Linterning tebranish ko'rsatkichlariga ta'sir etuvchi diagrammalar: a) to'zitqichning aylanish chastotasi; b) parraklar soni.

Eng barqaror vibrodinamik rejim 500 ayl/min tezlikda qayd etildi -. tebranish ko'rsatkichlari 0,80-0,92 mm/s darajasida bo'ldi. Aynan shu sharoitlarda chigit valigining eng bir tekis shakllanishi va uning arrali silindr tishlari bilan ravon o'zaro ta'siri kuzatildi. Vibratsiya parametrlarining yaxshilanishi, ayniqsa, besh parrakli to'zitqichdan foydalanilganda yaqqol namoyon bo'ladi, bu ishchi organning statik va dinamik muvozanatining yaxshilanishi bilan izohlanadi.

550 ayl/min da tebranish yana oshdi (1,25-1,28 mm/s). Yuqori tezlik haddan tashqari markazdan qochma yuklanishlarga, valikning qatlamlarga ajralishiga va urug'lar va ishchi yuzalar o'rtasidagi zarba kontaktlari sonining oshishiga olib keldi. Shunday qilib, tezlikni haddan tashqari oshirish jarayon dinamikasiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Linterlash agregatini modernizatsiya qilish doirasida o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar ishchi organlarning rostlanadigan aylanish chastotasi va besh parrakli to'zitqichning yangi konstruksiyasining linterlash sifatiga, texnologik jarayonning barqarorligiga va ishlab chiqarishning iqtisodiy ko'rsatkichlariga ta'sirini aniqlashga qaratilgan. O'tkazilgan sinovlarning muhim xususiyati parametrlarning laboratoriya nazorati va ishlab chiqarish sinovlarining kombinatsiyasi bo'lib, bu real yuklanish sharoitida modernizatsiya qilingan agregatning xatti-harakatlarining obyektiv tasvirini olish imkonini berdi.

RCHPdan foydalanish birinchi marta ikkala tugunning aylanish chastotasini alohida tartibga solish imkonini berdi, bu esa nisbiy tezliklarning sifat ko'rsatkichlariga ta'sirini o'rganish imkonini berdi. Arrali silindrning 650-850 ayl/min va to'zitqichning 450-550 ayl/min tezliklari oralig'ida barcha rejimlar kombinatsiyasi sinovdan o'tkazildi.

Olingan natijalar quyidagilarni ko'rsatdi:

450 ayl/min da aralashtirish intensivligi yetarli emas, momiq to'liq ajralmaganligi sababli toladorlik yuqoriligicha qoladi;

500 ayl/min da valikning barqaror, bir tekis oqimi shakllanadi - bu eng kam tebranish va urug'larning minimal shikastlanishini ta'minlaydigan to'zitqichning optimal ish zonasi;

550 ayl/daqiqada zarba ta'sirining keskin oshishi kuzatiladi, bu esa shikastlanishlarning ko'payishiga va urug' valigi tuzilishining yomonlashishiga olib keladi.

O'rnatishdan oldin ta'mirlash-mexanika uchastkasida nazorat yig'ish va tekshirish o'tkazildi. Plankalar va arrali silindr tishlari orasidagi tirqish 2,8-3,2 mm oralig'ida o'rnatildi, bu esa kontakt xavfini bartaraf etdi va urug'lik materialga ishlov berish uchun maqbul sharoitlarni ta'minladi.

Sinovlarning tajriba qismi ish rejimlarining uchta guruhini o'z ichiga oldi:

- arrali silindr: 650, 750 va 850 ayl/min;
- to'zitqich: 450, 500 va 550 ayl/min.

Har bir kombinatsiyada quyidagilar o'lchandi: mahsuldorlik, korpusning tebranishi, urug'larning shikastlanishi, urug'lik materialning tolaliligi. Sinovlar uch takrorlanishda o'tkazildi.

4-jadval

Yangi to'zitqichning ishlab chiqarish sinovlari natijalari

№	To'zitqich tezligi X_1	Parraklar soni X_2	Ish unumdorlik Y_1, кг/ч	Tebranish Y_2, мм/с	Shikastlanish Y_3, %	Tukdorlik Y_4, %
1	-1	5	1000	1,25	3,2	6,9
2	-1	5	1100	1,15	2,8	6,5
3	-1	5	1200	1,22	3,1	6,7
4	0	5	1300	1,05	2,4	7,1
5	0	5	1750	0,92	2,1	7,8
6	0	5	1650	1,02	2,6	7,2
7	+1	5	1500	1,18	3,0	6,6
8	+1	5	1400	1,10	2,7	6,8
9	+1	5	1300	1,20	3,3	6,5

Yangi to'zitqichning qo'shilishi chigit oqimining tekislanishini va arrali silindrning yuklanishini barqarorlashtirishni ta'minladi. O'rtacha rejimlarda mashina korpusining tebranish darajasi standart to'rt parrakli organga nisbatan 8-12% ga kamaydi, bu esa konstruksiya inersion massalarining yanada muvozanatli taqsimlanishini tasdiqlaydi. Eng sezilarli yaxshilanish 750 ayl/min ish tezligi zonasida

Сканировано с CamScanner

kuzatildi, bu yerda tebranish 0,95-1,05 mm/s dan oshmadi, bu ushbu sinfdagi agregatlar uchun ruxsat etilgan diapazonga tegishli.

Yangi konstruksiyani joriy etishning iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqligini baholash uchun ishlab chiqarish va moliyaviy samarani hisoblash amalga oshirildi. Asosiy ko'rsatkichlar:

Unumdorlikning o'sishi

Konovalov formulasi bo'yicha hisoblash unumdorlikning 1000 dan 1250 kg/soatgacha oshishini ko'rsatdi, bu 25% ga o'sishga to'g'ri keladi.

Yillik o'sish 150 tonnani tashkil etib, qo'shimcha 105 million so'm daromad keltirmoqda.

Xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytirish

Plankalar, podshipniklar resursini oshirish va vibratsiyani kamaytirish hisobiga yiliga jami 13 mln. so'm iqtisod qilindi.

Jami yillik foyda

Modernizatsiyaning yakuniy moliyaviy samaradorligi

Yiliga 118 mln so'm.

Xulosa

1. Linterlash mashinalarida chigit valigini shakllantiruvchi asosiy element sifatida to'zitqichni modernizatsiyalash zarurligi ilmiy asoslandi.

2. Birinchi marta ishchi organning optimal parametrlari o'rnatildi: maksimal unumdorlikda minimal tebranish va shikastlanishni ta'minlaydigan 5 ta parrak va 500 ayl/min tezlik.

3. Yaxshilangan dinamik xususiyatlarga va yuqori chidamlilikka ega bo'lgan to'zitqichning yangi konstruksiyasi ishlab chiqildi va tajribada sinovdan o'tkazildi.

4. Linterlash texnologik omillarining regression modellari qurilgan bo'lib, ular tizimning xatti-harakatlarini bashorat qilish va rejimlarni optimallashtirish imkonini beradi.

5. Modernizatsiya qilingan konstruksiyani sanoat ishlab chiqarishiga joriy etishning yuqori iqtisodiy samaradorligi isbotlandi.

Сканировано с CamScanner

НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.09.2023.T.66.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАМАНГАНСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

НАМАНГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

АКРАМОВА ДИЛАФРУЗ ШУХРАТ КИЗИ

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕЙ КАМЕРЫ ЛИНТЕРА

05.02.03 – Технологические машины. Роботы, мехатроника и робототехнические системы

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

Наманган – 2026

Сканировано с CamScanner

Тема диссертации доктора философии (Doctor of Philosophy) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2024.4.PhD/T5094 номером.

Диссертация выполнена в Наманганском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме) размещен на веб-странице Научного совета (www.nammti.uz) и на Информационно-образовательном портале "ZiyoNet" (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:	**Мирзаумидов Асилбек Шухратжонович,** доктор технических наук (DSc), доцент
Официальные оппоненты:	**Азизов Шухрат Маматович** доктор технических наук, доцент
	Ортикова Камола Инсопалиевна доктор философии технических наук, доцент
Ведущая организация:	**Каршинский государственный технический университет**

Защита диссертации состоится "14" февраля 2026 года в 9:00 часов на заседании Научного совета DSc.03/30.09.2023.T.66.01 при Наманганском государственном техническом университете по адресу: 160115, г. Наманган, ул. Касансайская-7, Наманганский государственный технический университет, 3-е здание, 1-й этаж, малый зал для заседаний., тел: (69) 228-76-75, факс: (69) 228-76-75, e-mail: namdtu_info@edu.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Наманганского государственного технического университета (зарегистрирована под №122). Адрес: 160115, г. Наманган, ул. Касансайская-7, тел. (99869) 228-76-71.

Автореферат диссертации разослан «29» января 2026 года.
(реестр протокола рассылки № 5/1 от «16» декабря 2025 года).

А.М.Маткамов
Председатель научного совета по присуждению ученых степеней, доктор технических наук, доцент

Ш.А. Махсудов
Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, доктор философии по техническим наукам, доцент

А.А.Умаров
Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, доктор технических наук, доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мире наблюдается нехватка высокоэффективных технологий и оборудования для обработки хлопкового сырья, в частности, для подготовки волокнистых семян к переработке. Использование технических средств является одним из ведущих направлений. Учитывая, что в мире выращивается более 3,5 миллионов тонн хлопка и что после первичной очистки собранного хлопка в семенах остается определенное количество волокон, необходимо разработать и внедрить в практику машины, обеспечивающие очистку и отделение волокон в процессе линтерования, снижая степень повреждения семян. В этой связи большое значение имеет использование высокоэффективных технических средств и устройств,и снижающие поврежденность семян.

В мировой практике проводятся масштабные научные исследования по разработке новых высокоэффективных и снижающих повреждения решений для удаления пуха, остающегося на поверхности семяна перед посевом или перед формированием технического семени. В этой связи особое внимание уделяется улучшению конструкции, геометрии и количества лопастей одного из основных рабочих органов линтоуборочной машины – молотилки. Было установлено, что кинематическая неустойчивость традиционных 4-лопастных молотилок, повышенные силы сдвига на семенном вальце, неоптимизация массы и времени пребывания семенного валика в рабочей камере, вследствие неустойчивого распределения семенного валика вдоль пильного цилиндра, сильное повреждение семян и низкая производительность линткрной машины ограничивают качество работы. Поэтому разработка современной конструкции 5-лопастного ворошителя и доказательство его технологических преимуществ является актуальной задачей как с научной, так и с практической точки зрения.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан No УП-4947 от 7 февраля 2017 года, Постановлениях Президента Республики Узбекистан No ПП-3117 от 7 июля 2017 года "О мерах по развитию научно-технической базы в сфере сельскохозяйственного машиностроения," No ПП-4410 от 31 июля 2019 года "Об ускоренном развитии сельскохозяйственного машиностроения...," No ПП-4709 от 11 мая 2020 года, No ПП-308 от 7 июля 2022 года "Концепция развития хлопково-текстильных кластеров," Постановлениях Кабинета Министров Республики Узбекистан от 17 декабря 2019 года "О повышении ответственности органов государственного и хозяйственного управления и органов исполнительной власти на местах за внедрение новой системы локализации производства и кооперационных связей," а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствует диссертации с приоритетными направлениями развития науки и техники в республике. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики VII. "Механика и машиностроение." Модернизация хлопкоперерабатывающего оборудования способствует повышению эффективности производства, улучшению качества продукции и снижению

эксплуатационных расходов. Совершенствование конструкции линтерного агрегата, в том числе внедрение новых технологий и материалов, относится к числу проблем машиностроения. Разработка более износостойких и долговечных элементов машин способствует повышению производительности и срока службы оборудования.

Степень изученности проблемы. Фундаментальные исследования процесса линтерования семян хлопчатника, динамических процессов в рабочей камере линтерных машин, технологической эффективности пильного цилиндра и ворошителя последовательно проводились в научных центрах США, Индии и Узбекистана со второй половины XX века.

Крупнейшая научная школа по физико-механическим основам процесса линтерования, взаимодействию зубьев пильного цилиндра с линтом и динамике напряжений на семенном валике сформирована в лаборатории USDA-ARS Cotton Ginning Research Unit (Стоунвилл, Миссисипи, США). В этом центре такими учеными, как W.L. Anthony, E.M. Davis, W.F. McCaskill, D.A. Baker, B.S. Chewning, C.G. Armijo широко изучена зависимость конструкции линтерных агрегатов, скорости пильного цилиндра и качества очистки. В их работах обоснованы фундаментальные закономерности основных факторов, влияющих на отделение линта - механическая прочность семян, геометрия зубьев и конструкция ворошителя.

В Узбекистане научные исследования по совершенствованию технологии линтерования и линтерных машин проводились в основном в УзНИИХ (ныне ТИТЛСМТИ), Ташкентском институте ирригации и механизации и предприятиях Хлопкопром ТИЧБ. В частности, К.Д. Астанкулов, А.Т. Росабоев, С.М. Мумнов, Ё.З. Каримов, М.Р. Каримов проанализировали технологические режимы линтерных машин, традиционную 4-лопастную конструкцию ворошителя и качество повреждения семян и отделения линта в зависимости от скорости вращения пильного цилиндра. Они научно обосновали такие процессы, как направление движения примесей в камере линтера, плотность валика семян и взаимодействие зубьев и волокон.

Несмотря на то, что машины, разработанные в результате этих исследований, используются в процессе первичной обработки хлопка с определенными положительными результатами, исследования по разработке рабочих органов и обоснованию параметров рабочих органов, повышающих производительность линтерной машины и снижающих повреждение семян, проведены недостаточно.

Связь диссертационного исследования с научно-исследовательскими планами высшего учебного заведения, где выполняется диссертационное исследование. Диссертационное исследование проводилось в рамках научно-технического плана Наманганского государственного технического университета по теме «Создание эффективной конструкции рабочих органов линтера».

Цель исследования – повышение эффективности работы линтерной машины 5ЛП за счет усовершенствования конструкции рабочего органа ворошителя. Это включает в себя изменение его конструкции с

Сканировано с CamScanner

четырехлопастной конструкции на пятилопастную, оптимизацию массы и геометрии звездочек, равномерное распределение инерционных нагрузок, а также снижение вибрации и механических повреждений семян при сохранении высокого качества отделения линта.

Цели исследования. Для достижения поставленной цели в диссертационной работе были решены следующие задачи:

Анализ существующих конструкций ворошителей линтерных машин и выявление их недостатков, влияющих на производительность, вибрационные свойства и качество продукции.

Разработка усовершенствованной конструкции пятилопастного ворошителя с оптимизированными геометрическими параметрами и массой.

Математическое моделирование динамики взаимодействия ворошителя с валиком семян, определение влияния количества лопастей и их формы на рабочий процесс.

Проведение расчетов прочности, устойчивости к усталостным нагрузкам и частотного анализа в среде SolidWorks Simulation.

Изготовление опытного образца ворошителя и проведение его опытных испытаний в лабораторных и производственных условиях в составе линтерной машины 5ЛП.

Оценка влияния новой конструкции на основные технологические показатели: производительность, степень вибрации, степень повреждения семян, волокнистость линта.

Сравнительный анализ результатов, полученных при использовании базовой и усовершенствованной конструкции.

Формирование практических рекомендаций по внедрению усовершенствованной конструкции ворошителя в существующие модели линтеровальных машин.

Объектом исследования являются конструктивные и технологические параметры рабочей камеры линтерной машины, в частности, конструкция и режимы работы ворошителя, влияющие на эффективность отделения линта от семян, производительность машины, степень повреждения семян, степень вибрации и волокнистость конечного продукта.

Предметом исследования являются процессы взаимодействия рабочих органов ворошителя с валиком семян в рабочей камере линтеровальной машины, а также влияние конструктивных и режимных параметров ворошителя на производительность, качество отделения линта, степень механического повреждения семян и вибрационные характеристики оборудования.

Методы исследования. В исследовании использовались следующие методы исследования:

аналитические методы теоретического обоснования конструктивных параметров усовершенствованного ворошителя и процессов, происходящих в рабочей камере линтера;

методы математического моделирования для описания кинематических и динамических процессов взаимодействия семенного валика с лопастями ворошителя;

численные методы анализа конечных элементов (ФЭА) для проведения статических, частотных и усталостных расчетов конструкции в среде SolidWorks Simulation;

экспериментальные методы для лабораторных и производственных испытаний модернизированного узла с использованием виброметрии, измерения производительности и оценки степени повреждения семян;

методы регрессионного анализа для обработки и интерпретации экспериментальных данных, а также построения адекватных математических моделей;

проведение фрактографического анализа с применением оптической и сканирующей электронной микроскопии для изучения свойств износа, микроповреждений и трещинообразования в элементах рабочей камеры и лопастях ворошителя.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана рациональная конструкция пятилопастного ворошителя для тильного линтера 5ЛП с использованием метода компьютерного моделирования, стабилизирующего нагрузки на ворошитель в рабочей камере линтера;

предложен метод симуляционной оптимизации массы новой конструкции звездочки, экономичный с точки зрения расхода материала и с запасом прочности, полностью отвечающим нагрузкам;

определены закономерности взаимодействия ворошителя с семянным валиком с учетом оптимальной скорости вращения, кинетических и динамических факторов, обеспечивающих максимальную производительность при уменьшенных вибрациях и повреждениях;

впервые предложен новый метод фрактографического анализа ворошителя, рабочей камеры и семян и выявление основных причин абразивного износа и микроповреждений, возникающих в результате взаимодействия с рабочими органами, через их характеристики.

Практические результаты исследования:

Разработана конструкция высокоэффективного ворошителя. На основе математического моделирования и экспериментальных данных предложены новые геометрические параметры и конструктивные изменения ворошителей, снижающие механические повреждения линта и улучшающие его качество. Изменения включают изменение формы детали звездочки, количества лопастей и соответственно планок, что приводит к увеличению скорости выхода линта и производительности линтера, снижению потерь линта.

Достоверность результатов исследования обоснована сформулированными в диссертации научными положениями, принципами, выводами и рекомендациями, результатами теоретических и экспериментальных исследований, положительными результатами апробации и внедрения, а также сопоставлением результатов, их адекватностью по определенным критериям оценки, сравнительным анализом положительных результатов.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость исследования заключается в том, что предложена новая конструкция ворошителя с высокой производительностью и снижением

механических повреждений семян. Практическая значимость заключается в том, что применение предлагаемого ворошителя снижает повреждение семян и повышает производительность линтерной машины.

Внедрение результатов исследования. На основе результатов исследований по совершенствованию и обоснованию параметров рабочей камеры линтера:

Ворошитель линтерной машины новой конструкции внедрен в производство на предприятии ООО "Наманган Тукимачи Кластер" Наманганской области. (Справка АО "Ассоциация хлопково-текстильных кластеров Узбекистана" No 03/25-681 от 1 апреля 2025 г.). В результате стабильность семенного валика повышена за счет увеличения плотности, образующейся в валике семян в процессе линтерования на основе 5-лопастного ворошителя, в среднем на 2,1%. Также удалось снизить повреждение семян на 11%, сократить время пребывания семян в рабочей камере на 3,5 секунды, а общая производительность процесса линтерования увеличилась на 12,5%. В результате снижения воздействия чрезмерных нагрузок на ворошитель и пилы, срок службы планки и пилы увеличился до 95 часов.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования были обсуждены на 4 научно-технических конференциях, в том числе на 2 международных и 2 республиканских конференциях и научных семинарах.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 15 статей, тезисов и программных свидетельств, полученных Агентством по интеллектуальной собственности, на 4 научно-технических конференциях, в том числе 2 международных и 2 республиканских, 6 статей в научных журналах, в том числе 2 в зарубежных журналах и 4 в республиканских журналах, находящихся в ведении ВАК, 4 программных свидетельства получены Агентством по интеллектуальной собственности, 1 монография опубликована в международном издательстве Lambert.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 127 страниц.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, определены цель и задачи, объект и предмет исследования, показано соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Также описаны научная новизна, практические результаты и возможности внедрения в производство.

Развитие технологий переработки хлопка и повышение эффективности получения короткого волокна определяют необходимость совершенствования конструкций линтерных машин, которые выполняют одну из наиболее ответственных операций – механическое удаление остаточного линта с поверхности хлопковых семян. Несмотря на то что базовые принципы пильного линтерования сформировались ещё в начале XX века, современные требования

к качеству волокна, сохранности семян и энергоэффективности оборудования существенно возросли. Это привело к появлению нового поколения исследований, направленных на переосмысление кинематики рабочих органов линтера, прежде всего конструкции рабочей камеры и ворошителя, определяющего динамику формирования и устойчивость семенного валика.

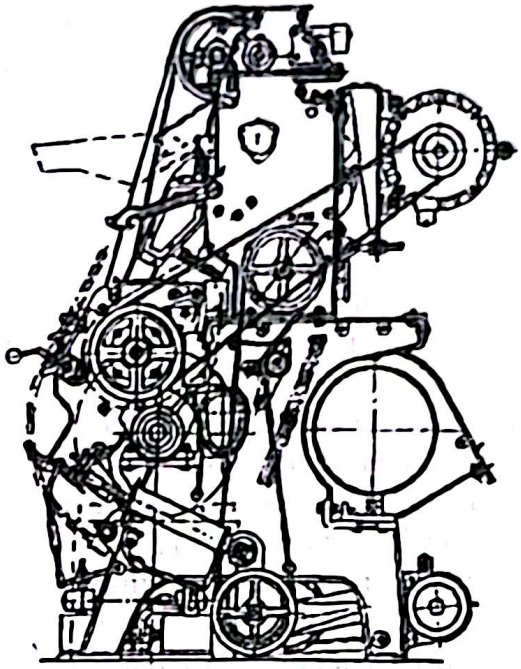


Рис. 1. Линтер ПМП-160

Историческое развитие пильных линтеров показывает, что ключевые конструктивные узлы - пильный цилиндр, рабочая камера и ворошитель - последовательно усложнялись и оптимизировались. В ранних моделях ПО-160 и ПМП-160 применялись цилиндры с числом пил 106–141 и частотой вращения порядка 400–700 об/мин, позже число пил было увеличено до 160, что позволило существенно повысить съём линта за один проход. В отечественной промышленности наибольшее распространение получили линтеры марки 5ЛП, ориентированные на трёхкратный съём линта в составе технологической линии хлопкоочистительного завода. Однако многолетняя эксплуатация показала, что даже при высоких паспортных характеристиках эти машины сохраняют ряд системных недостатков: нестабильность формирования семенного валика, повышение уровня вибрации при изменении производительности, повышенная вероятность механического повреждения семян, а также неравномерность съёма линта при перегруженности камеры. Технологическая схема линтерования осложняется необходимостью использования нескольких последовательных машин, что увеличивает суммарные энергозатраты и усложняет обслуживание.

Особого внимания заслуживает анализ особенностей функционирования линтеров, применяемых на отечественных хлопкозаводах. Конструкция рабочей камеры, включающая семенную гребёнку, клапан плотности, боковые стенки и колосниковую решётку, формирует специфические условия движения семян. Центробежные силы создают плотный внешний слой семенного валика, который

поддерживается клапаном плотности и существенно влияет на равномерность съёма волокон. Любые отклонения в геометрии колосников, профиле гребёнки или настройке зазоров приводят к нарушениям непрерывности процесса и увеличению доли недоснятого линта. На критичность данной настройки указывают и зарубежные исследования: минимальные изменения угла атаки пильного зуба относительно семени отражаются на характере съёма линта и вероятности микротрещин на поверхности оболочки.

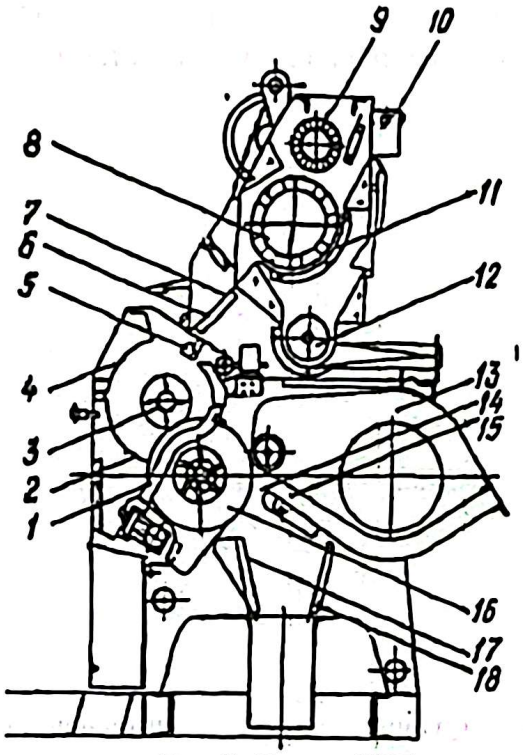


Рис. 2. Линтер 5ЛП

1 – колосниковая решетка; 2 – семенная гребенка; 3-ворошитель; 4-рабочая семенная камера; 5-клапан плотности; 6-магнитная плита; 7-питающий лоток; 8-разравнивающий колково-планчатый барабан; 9-питающий валик; 10-импульсный вариатор; 11-сетчатая поверхность; 12-сорный шнек; 13-воздухосъемная камера; 14-улочный козырек; 15-линтоотводящий патрубок; 16-пильный цилиндр; 17, 18-лоток

Анализ технических характеристик линтерных машин, представленных в странах СНГ, США, Индии, Турции и Китае, показывает, что мировые производители всё активнее внедряют элементы автоматизации - системы адаптивной подачи, интеллектуальные заслонки воздушных камер, автоматическую регулировку частоты вращения валов, датчики мониторинга вибрации и плотности семенного валика. Такие подходы позволяют повысить селективность очищения, снизить энергопотребление и минимизировать износ рабочих органов. Зарубежные модели (Lummus Sentinel II, Continental Eagle 24D, Bajaj Golden Eagle 24D и др.) демонстрируют высокую степень автоматизации и ориентируются на сокращение потерь и повышение равномерности съёма линта. В то же время механические линтеры, распространённые в Узбекистане,

Сканировано с CamScanner

остаются преимущественно ручными в настройке, что ограничивает стабильность процесса и требует постоянного участия оператора.

Совершенствование конструкции линтерных машин требует глубокого понимания механики взаимодействия джиннированных семян с рабочими органами агрегата, кинематических особенностей формирования семенного валика и закономерностей разрушения материала под действием циклических нагрузок. Сочетание теоретических расчётов, лабораторных наблюдений и компьютерного моделирования позволяет обосновать переход от традиционной четырёхлопастной конструкции ворошителя к модернизированному пятилопастному варианту, обеспечивающему более стабильное и энергоэффективное линтерование.

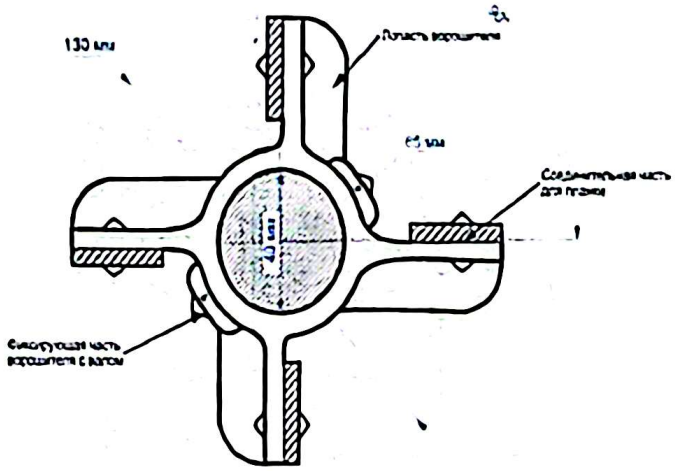


Рис. 3. Конструкция ворошителя линтерной машины 5ЛП

Под действием вращения ворошителя в камере линтера формируется устойчивый кольцевой семенной валик, в котором наружный слой уплотняется, а внутренний - сохраняет более рыхлую структуру. Эта динамическая система движется под влиянием центробежных и касательных сил, величина которых определяется угловой скоростью ротора и геометрией лопастей. Центробежная сила прижимает семена к стенкам камеры, а касательная составляющая обеспечивает циркуляцию и перемешивание материала. Равномерность этих процессов критически важна для стабильного контакта семян с зубьями пильного цилиндра.

Морфология повреждений рабочих органов линтера и поверхности семян является ключевым индикатором правильности выбора конструкционных параметров. Микроскопические исследования планок ворошителя выявили развитую систему дефектов - микроабразивный износ, усталостные трещины, выкрашивание поверхностного слоя металла. Механизм формирования этих дефектов обусловлен многократными циклическими ударами и трением семян по планкам, особенно в зоне локальной концентрации напряжений.

Сканировано с CamScanner

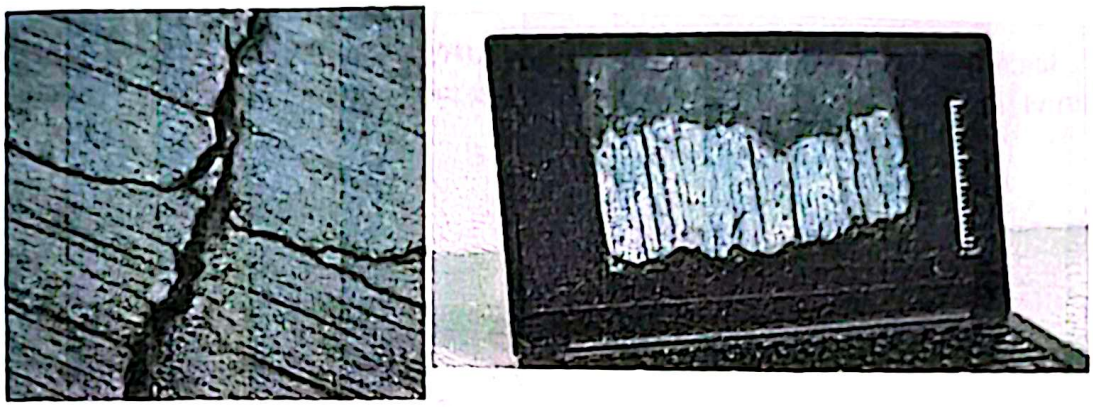


Рис. 4. Изображение планки ворошителя, полученное под микроскопом

Комплекс микроскопических наблюдений подтверждает: при четырёхлопастной конструкции существующая геометрия рабочих органов не обеспечивает равномерного распределения нагрузки, что ускоряет износ и снижает эффективность взаимодействия с семенным валиком.

Фрактографический анализ показал, что более 50% исследованных семян имели повреждения, полученные в результате ударения о лопасти ворошителя, что приводит к снижению качества получаемого волокна.

Повреждения, вызванные механическим воздействием в процессе линтерования, включают в себя разрывы и трещины, которые значительно снижают их товарные характеристики.

Для детальной оценки прочностных и динамических характеристик выполнено моделирование штатной и модернизированной конструкций в среде SolidWorks Simulation. Результаты расчётов позволяют сравнить напряжённо-деформированное состояние, величины прогибов, запасы прочности и устойчивость к вибрационным перегрузкам.

Базовая четырёхлопастная конструкция продемонстрировала минимальные напряжения порядка 22 МПа, прогиб около 0,02 мм и высокий запас прочности (11). Эти показатели свидетельствуют о хорошей стабильности, но одновременно - о низкой кинематической эффективности при взаимодействии с семенным валиком.

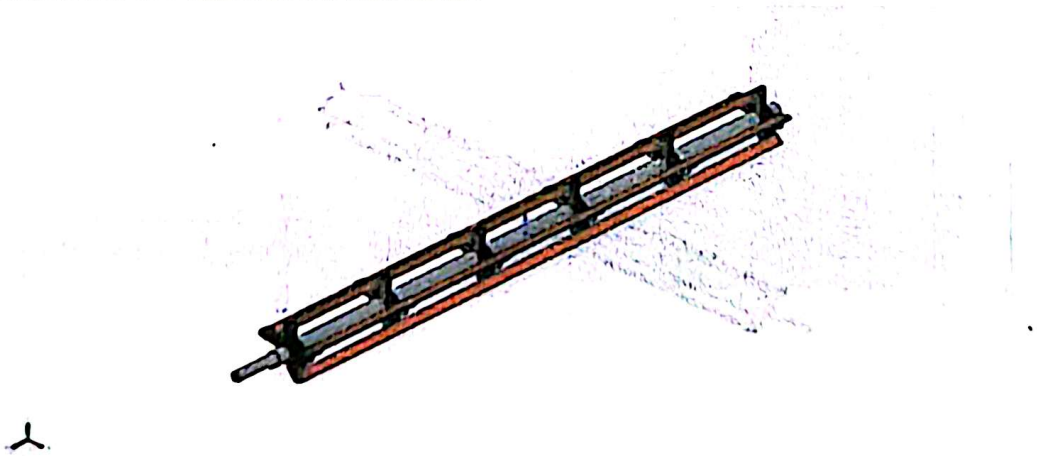


Рис. 5. - Общий вид предлагаемого ворошителя

Сканировано с CamScanner

Задаются условия монтажа, определяются внешние силы и вводятся их значения. При этом результаты также отображаются в виде цветных графиков.

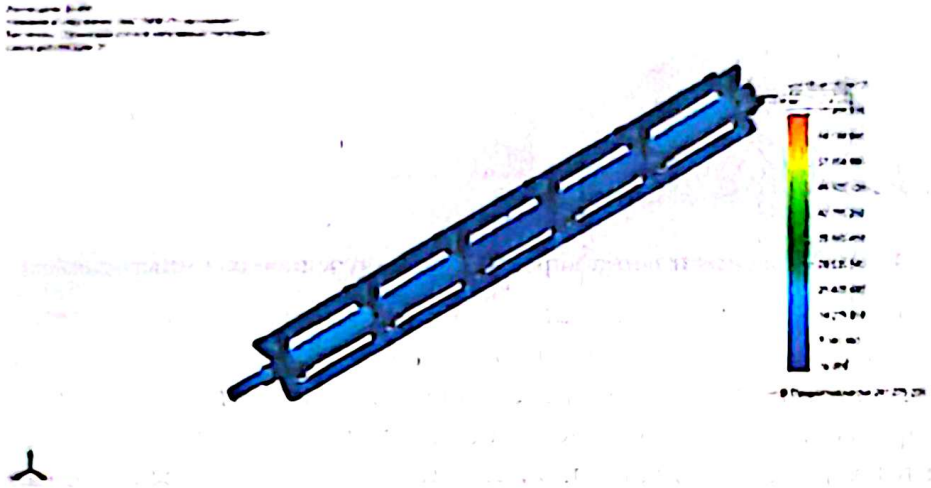
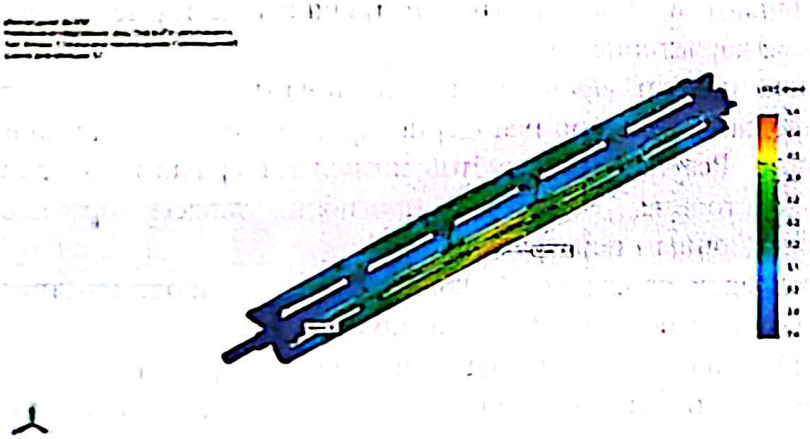
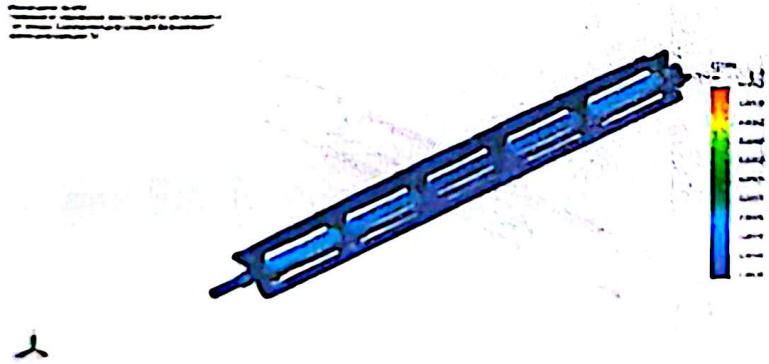


Рис. 6. -Эпюра напряжения ворошителя

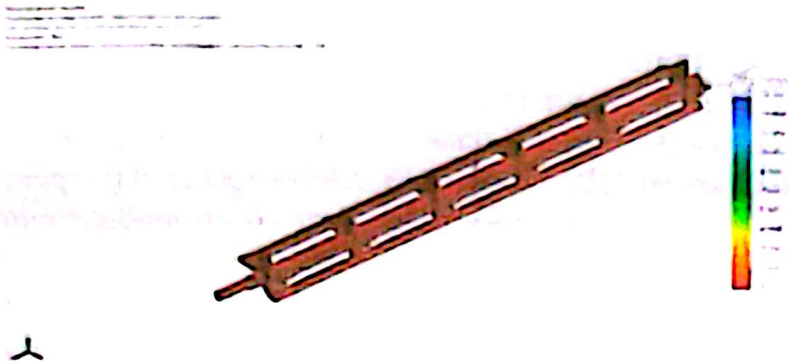


а)



б)

Сканировано с CamScanner



в)

Рис. 7. - Определение запаса прочности предлагаемого ворошителя
а) эпюра смещения поверхности, б) эпюра деформации, в) эпюра запаса прочности

Как видно из диаграмм, максимальное созданное напряжение составило 71.32 МПа, перемещение – 0,4 мм, деформация – 0,0003, а наименьший запас прочности – 3, что означает, что прочностные характеристики ниже, чем у ворошителя, но он полностью соответствует заданным требованиям.

Модернизированный пятилопастной ворошитель испытывает более высокие нагрузки: напряжения достигают 71 МПа, перемещения - 0,4 мм, а запас прочности составляет 3. Однако все значения остаются в пределах допустимых эксплуатационных норм. Увеличение деформации обусловлено повышенной частотой контактов, но именно это обеспечивает более равномерное разрыхление валика и улучшение качества съёма линта.

Исследование конструкции из пакета моделирования SolidWorks. Выберите раздел, введите необходимые для теста данные и сравните результаты.

Существующий Предлагаемый

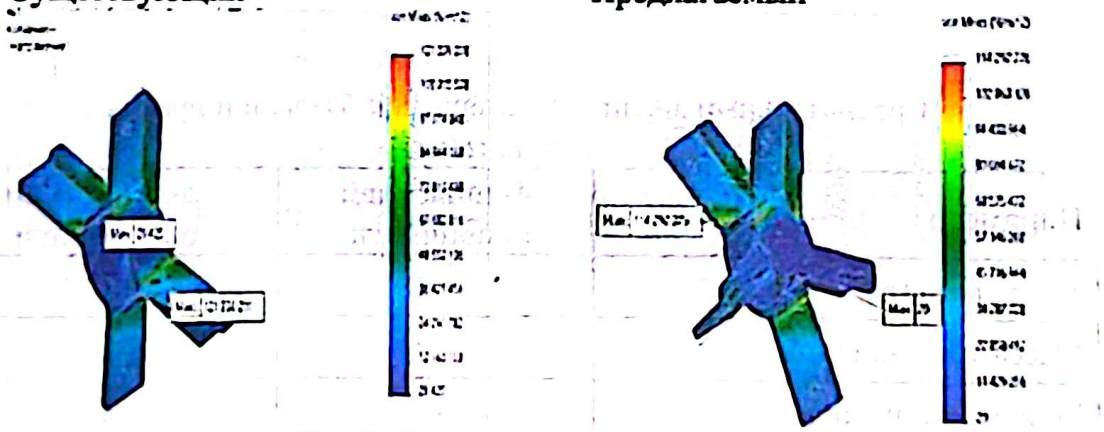


Рис. 8. Сравнение полученных эпюр

Сравнительный анализ эпюр напряжений, деформаций и смещений показывает, что новая конструкция создаёт благоприятную кинематическую среду в рабочей камере, снижает амплитуду вибраций и минимизирует вероятность образования застойных зон в массе семян.

Различие между существующим и предлагаемым ворошителем в конструкции детали Звездочка (рисунок 2.9), в существующей конструкции 4-

лопасти, а в предлагаемой 5-лопастей, в результате чего меняется количество планок в конструкции ворошителя.

Анализ материалов для изготовления деталей ворошителя показал, что сталь Ст6 является оптимальной для планок и вала благодаря сочетанию прочности и износостойкости. Для звёздочки рассмотрены альтернативы - алюминиевые сплавы и инженерные пластики. Они обеспечивают снижение массы и коррозионную стойкость, но уступают чугуну СЧ10 по долговечности и сопротивлению абразивному воздействию. В результате чугун признан оптимальным вариантом для стандартной конструкции, а композитные материалы - перспективой для облегчённых модификаций.

Таблица 1.

Сравнительная таблица изготовления детали Звездочка из: Стали 6, аллюминия, пластмассы

Параметр	Сталь 6	Алюминий	Пластмасса
Плотность (г/см³)	7,85	2,7	1,4
Прочность на разрыв (МПа)	370 – 460	90 – 200	40 – 80
Износостойкость	Высокая	Средняя	Низкая
Коррозионная стойкость	Низкая	Высокая	Высокая
Масса звездочки (1 шт.)	1,12 кг	0,385 кг	0,199 кг
Стоимость (условная)	Высокая	Средняя	Низкая
Подверженность вибрации	Низкая (высокая жесткость)	Средняя	Высокая (гибкость)

Таблица 2.

Сравнительный анализ характеристик базовой и предлагаемого ворошителя

Параметр	4-лопастной ворошитель	5-лопастной ворошитель
Масса вала (кг)	19,28	19,28
Масса 1 планки (кг)	3,56	3,56
Количество планок	4	5
Масса 1 звездочки (кг)	1,70	1,12
Количество звездочек	6	6
Общая масса (кг)	43,72	43,8

Проведённые лабораторно-производственные исследования были направлены на определение реального влияния модернизированного пятилопастного ворошителя на ключевые технологические показатели линтерного

процесса. Главной задачей являлось экспериментально доказать, что изменение конструкции ворошителя приводит к улучшению кинематических условий формирования семенного валика, снижению вибрационных нагрузок, уменьшению повреждаемости семян и повышению полноты отделения линта. Особенностью работы стало совмещение лабораторных методов контроля с испытаниями на реальном производственном оборудовании в условиях хлопкоочистительного предприятия.

Методика предусматривала сравнение работы трёх типов ворошителей - четырёх-, пяти- и шестилопастного - в диапазоне скоростей 450–550 об/мин. Такой подход позволил выявить влияние как геометрии рабочего органа, так и частоты его вращения.

Полученный в ходе работы массив данных охватил четыре основных критерия качества: производительность, вибрацию корпуса, повреждаемость семян и волокнистость - показатель, характеризующий степень остаточного опушения после линтерования. Эта совокупность параметров даёт наиболее полное представление о работе линтерного агрегата.

Для интерпретации экспериментальных данных была построена регрессионная модель, описывающая зависимость основных технологических показателей от двух факторов: скорости вращения ворошителя (X_1) и количества лопастей (X_2). Модель содержала линейные, квадратичные и парные взаимодействия факторов, что позволило выявить нелинейный характер процесса.

Взаимосвязь между факторами и критериями качества описывается в виде общей регрессионной модели:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 \qquad (1)$$

где:

Y -анализируемый выходной параметр (производительность, вибрация, повреждённость или волокнистость семян);

$b_0, b_1, b_2, b_{12}, b_{11}, b_{22}$ -коэффициенты регрессии.

Таблица 3.

Исходные факторы для исследования на основе математического анализа

№	Факторы	Единицы измериня	Исследуемые значения
1	X_1- Скорость вращения ворошителя	об/мин	450 /500/550
3	X_2- Количество лопастей ворошителя	штук	4/5/6

Анализ коэффициентов регрессии показал, что скорость вращения является более сильным фактором, определяющим вибрацию и повреждаемость семян, тогда как количество лопастей оказывает доминирующее влияние на волокнистость и равномерность перемешивания семенного валика. При этом значимым оказался коэффициент взаимодействия $X_1 \cdot X_2$, что свидетельствует о взаимозависимости геометрии и кинематики рабочего органа.

Сканировано с CamScanner

Построенная регрессионная модель описывает зависимость результирующего показателя процесса линтерования Y от двух технологических факторов: скорости вращения ворошителя (X_1) и количества лопастей (X_2). Для каждого показателя получены модели вида:

Производительность (Y_1):

$$Y1 = 1477.78 + 125X_1 + 33.337X_2 + 125X_1X_2 - 0.56X_1^2 - 1.56X_2^2 \quad (2)$$

Вибрация (Y_2):

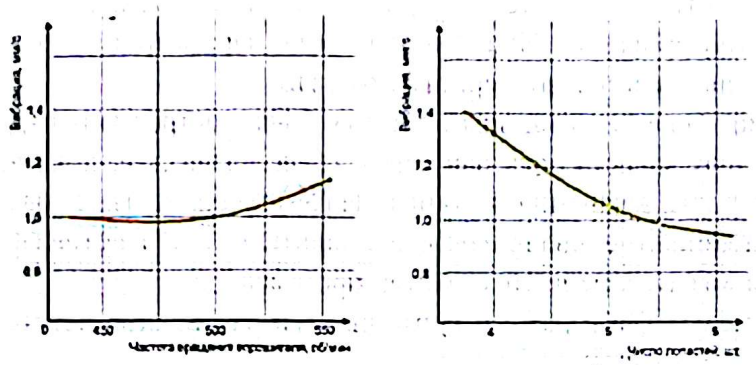
$$Y_2 = 1.02 - 0.11X_1 + 0.06X_2 + 0.04X_1X_2 + 0.08X_1^2 + 0.12X_2^2 \quad (3)$$

Повреждённость (Y_3):

$$Y_3 = 2.15 - 0.35X_1 + 0.32X_2 + 0.10X_1X_2 + 0.28X_1^2 + 0.40X_2^2 \quad (4)$$

Волокнистость (Y_4):

$$Y_4 = 7.65 + 0.28X_1 - 0.22X_2 - 0.05X_1X_2 - 0.31X_1^2 - 0.18X_2^2 \quad (5)$$



а) б)

Рис. 9. Диаграммы влияния на вибрационные показатели линтера а) частоты вращения ворошителя, б) числа лопастей

Наиболее стабильный вибродинамический режим зафиксирован при скорости 500 об/мин - показатели вибрации находились на уровне 0,80–0,92 мм/с. Именно в этих условиях наблюдалось наиболее равномерное формирование семенного валика и плавное взаимодействие его с зубьями пильного цилиндра. Улучшение параметров вибрации особенно выражено при использовании пятилопастного ворошителя, что объясняется лучшей статической и динамической балансировкой рабочего органа.

При 550 об/мин вибрация снова возрастала (1,25–1,28 мм/с). Высокая скорость приводила к чрезмерным центробежным нагрузкам, расслоению валика и увеличению числа ударных контактов между семенами и рабочими поверхностями. Таким образом, чрезмерное повышение скорости негативно отражается на динамике процесса.

Экспериментальные исследования, выполненные в рамках модернизации линтерного агрегата, направлены на определение влияния регулируемой частоты вращения рабочих органов и новой конструкции пятилопастного ворошителя на качество линтерования, устойчивость технологического процесса и экономические показатели производства. Важной особенностью проведённых испытаний является сочетание лабораторного контроля параметров и

производственного тестирования, что позволило получить объективную картину поведения модернизированного агрегата в условиях реальной загрузки.

Использование ЧРП впервые позволило раздельно регулировать частоту вращения обоих узлов, что дало возможность исследовать влияние относительных скоростей на показатели качества. В диапазоне скоростей пильного цилиндра 650–850 об/мин и скоростей ворошителя 450–550 об/мин были испытаны все комбинации режимов.

Полученные результаты показали:

при 450 об/мин интенсивность перемешивания недостаточна, волокнистость остаётся повышенной из-за неполного снятия линта;

при 500 об/мин формируется устойчивый, равномерный поток валика - это оптимальная зона работы ворошителя, обеспечивающая наименьшую вибрацию и минимальную повреждаемость семян;

при 550 об/мин наблюдается резкое увеличение ударных воздействий, что приводит к росту повреждений и ухудшению структуры семенного валика.

Перед установкой проводилась контрольная сборка и выверка на ремонтно-механическом участке. Зазор между планками и зубьями пильного цилиндра был установлен в диапазоне 2,8–3,2 мм, что исключило риск контакта и обеспечило оптимальные условия для обработки семенного материала.

Экспериментальная часть испытаний включала три группы режимов работы:

– пильный цилиндр: 650, 750 и 850 об/мин;

– ворошитель: 450, 500 и 550 об/мин.

В каждой комбинации измерялись: производительность, вибрация корпуса, повреждаемость семян, волокнистость семенного материала. Испытания проводились в трёх повторениях.

Таблица 4.

Результаты производственных испытаний нового ворошителя

№	Скорость ворошителя X_1	Кол-во лопастей X_2	Производительность Y_1, кг/ч	Вибрация Y_2, мм/с	Повреждение Y_3, %	Волокнистость Y_4, %
1	-1	5	1000	1,25	3,2	6,9
2	-1	5	1100	1,15	2,8	6,5
3	-1	5	1200	1,22	3,1	6,7
4	0	5	1300	1,05	2,4	7,1
5	0	5	1750	0,92	2,1	7,8
6	0	5	1650	1,02	2,6	7,2
7	+1	5	1500	1,18	3,0	6,6

8	+1	5	1400	1,10	2,7	6,8
9	+1	5	1300	1,20	3,3	6,5

Включение нового ворошителя обеспечило выравнивание семенного потока и стабилизацию загрузки пильного цилиндра. Уровень вибрации корпуса машины при средних режимах снизился на 8–12 % по сравнению со штатным четырёхлопастным органом, что подтверждает более сбалансированное распределение инерционных масс конструкции. Наиболее значимое улучшение наблюдалось в зоне рабочих скоростей 750 об/мин, где вибрация не превышала 0,95–1,05 мм/с, что относится к допустимому диапазону для агрегатов данного класса.

Для оценки экономической целесообразности внедрения новой конструкции был выполнен расчёт производственного и финансового эффекта. Основные показатели:

Прирост производительности

Расчёт по формуле Коновалова показал увеличение производительности с 1000 до 1250 кг/ч, что соответствует приросту на 25%.

Годовой прирост составляет 150 тонн, что даёт дополнительный доход 105 млн сумов.

Снижение затрат на обслуживание Благодаря увеличению ресурса планок, подшипников и уменьшению вибрации общая экономия составила 13 млн сумов в год. Совокупная годовая выгода

Итоговая финансовая эффективность модернизации составила 118 млн сумов в год.

Заключение

1. Научно обоснована необходимость модернизации ворошителя как ключевого элемента формирования семенного валика в линтерных машинах.
2. Впервые установлены оптимальные параметры рабочего органа: 5 лопастей и скорость 500 об/мин, обеспечивающие минимум вибрации и повреждений при максимальной производительности.
3. Разработана и экспериментально проверена новая конструкция ворошителя, обладающая улучшенными динамическими характеристиками и повышенной долговечностью.
4. Построены регрессионные модели технологических факторов линтерования, позволяющие прогнозировать поведение системы и оптимизировать режимы.
5. Доказана высокая экономическая эффективность внедрения модернизированной конструкции в промышленное производство.

Сканировано с CamScanner

SCIENTIFIC COUNCIL OF NAMANGAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY IN PRESENCE GIVING SCIENTIFIC DEGREES WITH NUMBER DSc.03/30.09.2023.T.66.01

NAMANGAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY

AKRAMOVA DILAFRUZ

IMPROVEMENT AND JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE LINTER WORKING CAMBER

05.02.03 – Technological Machines. Robots, mechatronics and robot technical systems

DISSERTATION ABSTRACT OF
PHILOSOPHY DOCTOR OF TECHNICAL SCIENCES (PhD)

Namangan – 2026

The topic of the dissertation for Doctor of Philosophy (Doctor of Philosophy) in technical sciences is registered with the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Rep Uzbekistan under B2024.4.PhD/T5094 number.

The dissertation was completed at Namangan State Technical University.

The dissertation abstract in three languages (Uzbek, Russian, English (summary) is posted on the website of the Scientific Council (www.nammti.uz) and on the Information and Educational Portal "ZiyoNet" (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor:	**Mirzaumidov Asilbek Shukhratzhonovich,** Doctor of Technical Sciences (DSc), Associate Professor
Official opponents:	**Azizov Shukhrat Mamatovich** doctor of technical sciences, associate professor
	Ortikova Kamola Insopalievna doctor of philosophy in technical sciences, associate professor
Leading organization:	**Karshi State Technical University**

The defense of the dissertation will take place on «14» february 2026 at 9:00 o'clock at the meeting of the Scientific Council D Sc.03/30.09.2023.T.66.01 at Namangan State Technical University at the address: 160115, Namangan, Kasansayskaya str.-7, Namangan state technical university, 3th building, 1st floor, small meeting room., tel.: (69) 228-76-75, fax: (69) 2287675, e-mail: namdtu_info@edu.uz .

The dissertation is available for review at the Information Resource Center of Namangan State Technical University (registered under No. 122). Address: 160115, Namangan, Kasansayskaya Street-7, tel. (99869) 228-76-71.

The dissertation abstract was sent out on "29" january 2026.
(register of mailing protocol No. 5/1 dated "16" december2025).

A.Makhkamov
Chairman of the Scientific Council on award of scientific degrees, Doctor of technical sciences, docent

Sh.Mahsudov
Scientific secretary of the Scientific Council awarding scientific degrees, Doctor of philosophy in technical sciences, associate professor

A.Umarov
Chairman of the academic seminar under the scientific Council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences,

Сканировано с CamScanner

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The purpose of the research is to improve the efficiency of the 5LP linter by improving the design of the cleaning working body. This includes changing its design from a four-blade to a five-blade design, optimizing the mass and geometry of the stars, evenly distributing inertial loads, and reducing vibration and mechanical damage to the grain while maintaining high quality lint separation.

The object of the research work was the structural and technological parameters of the working chamber of the linter machine, in particular, the design and operating modes of the linter, which affect the efficiency of separating fluff from the grain, the machine's performance, the degree of grain damage, the degree of vibration, and the fiber content of the final product.

Scientific novelties of the research work the following:

a rational design of a five-lobed stirrer for the 5LP saw linter was developed using a computer simulation method that stabilizes the load on the stirrer in the linter's working chamber;

a simulation method for optimizing the mass of a new star design, economical in terms of material consumption and with a safety factor that fully meets the loads, has been proposed;

the regularities of the mixer's interaction with the seed roller were determined, taking into account the optimal rotation speed, kinetic and dynamic factors that ensure maximum productivity with reduced vibrations and damage;

for the first time, a new fractographic analysis method for the mixer, working chamber, and seeds has been proposed, and the main causes of abrasive wear and microdamages resulting from interaction with working organs have been identified through their characteristics.

Scientific and practical significance of research results. The scientific significance of the research is that a new high-performance linter design has been proposed that reduces mechanical damage to the grain. The practical significance is explained by the reduction in grain damage resulting from the use of the proposed linter and the increase in the productivity of the linter machine.

Introduction of research results. Based on the results of the improvement of the linter working chamber and justification of its parameters:

The new design of the linting machine was introduced into production at Namangan region's "Namangan Tukimachi Klaster" LLC. (Certificate of JSC "Uzbekistan Cotton-Textile Clusters Association" No. 03/25-681 dated April 1, 2025). As a result, the stability of the seed roller was increased by an average of 2.1% due to an increase in the density formed in the seed roller during the linting process based on a 5-lobed mixer. It was also possible to reduce seed damage by 11%, reduce the duration of seeds in the working chamber by 3.5 seconds, and increase the overall productivity of the linting process by 12.5%. As a result of reducing the impact of excessive loads on the stirrer and saw, the service life of the plank and saw increased to 95 hours.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of used literature and applications. The size of the dissertation is 117 pages.

Сканировано с CamScanner

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

1-bo'lim (1-раздел, part 1)

1. Д.Акрамова. Технологические особенности и проблемы существующих систем линтерных машин // Научный журнал Строительство и Образование. Volume 3, issue 5, №5 (11) 2024. 147-149 с. (05.00.00; OAK Rayosatining 2022-yil 1-fevraldagi 311/6-son qarori).
2. Д.Акрамова, А.Мирзаумидов. Фрактографическое исследование рабочей камеры линтерного агрегата, его ворошителя и обработанных семян хлопка // Научно-технический журнал Ферганский политехнический институт, 2024 том 28. № 6. 99-103 с. (05.00.00; №20)
3. D.Akramova. Technological features and problems of existing Linting machine systems // International bulletin of engineering and technology USA UIF = 8.1 | SJIF = 5.71 ISSN: 2770-9124 Ibet | Volume 4, ISUE 10, October. 10-13 p. (05.00.00; №3).
4. Д.Акрамова, А.Мирзаумидов. Создание новой конструкции ворошителя линтерного агрегата // Научный журнал "Механика и технология" Узбекистан ISSN 2181-158X, Volume 5, Issue 4, специальный выпуск. 24-28 с. (05.00.00; OAK Rayosatining 2022-yil 1-fevraldagi 311/6-son qarori).
5. Д.Акрамова, Е.Тадаева. Исследование конструкции и функциональности ворошителя линтерного агрегата // Научный журнал "Механика и технология" Узбекистан ISSN 2181-158X, Volume 5, Issue 4, специальный выпуск 2024. 363-368 с. (05.00.00; OAK Rayosatining 2022-yil 1-fevraldagi 311/6-son qarori).
6. D.Akramova. Seed roller, its characteristics, and its influence on the lintering process. American journal of multidisciplinary bulletin ISSN: 2996-511X (online) ResearchBib (IF) = 9.512 IMPACT FACTOR Volume-3| Issue-9| 2025 Published: |30-10-2025. (05.00.00; №3)

2-bo'lim (2-раздел, part 2)

7. Д.Акрамова. Эволюция и технологические инновации в хлопкоочистительных машинах // Lambert academic publishing 978-620-7-46104-2. 2024.
8. D.Akramova. Theoretical basis of fractographic study of the working chamber of a linter unit // Academic research in modern science (т. 3, выпуск 38, сс. 62–65), 2024 zenodo. Https://doi.org/10.5281/zenodo.13919980, 62-65 p.
9. Д.Акрамова, А.Мирзаумидов. Методы повышения износостойкости рабочей поверхности ворошителя линтерных машин // Международная научно-практическая конференция "Инновационные подходы в отраслях машиностроения," проведенная в Наманганском инженерно-технологическом институте, 22-23 ноября 2024 года. 104-107 с.

Сканировано с CamScanner

10. Д.Акрамова, А.Мирзаумидов, Ж.Эргашев. Анализ элементов рабочей камеры линтерного агрегата // III Международная научно-техническая конференция "Проблемы и перспективы инновационной техники и технологий в сельском хозяйстве - пищевой отрасли." 20-21 апреля. Ташкент-2023. 332-323 с.

11. Д.Акрамова, А.Мирзаумидов. Современные подходы к интеграции инновационных технологий в текстильную промышленность и проблемы подготовки кадров в машиностроении // Республиканская научно-практическая конференция на тему "Инновационные методы применения энерго- и ресурсосберегающих современных технологий в обеспечении качества продукции на основе международных стандартов." 2024 год 10-11 октября. 253-256 с.

12. D.Akramova, A.Sidiqov, U.Boboyev. Linter ishchi kamerasini loyixalash asoslari bo'yicha elektron uslubiy ko'rsatma // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi xuzuridagi Intellektual mulk Agentligi. (20230944) № DGU 22902. 2023.

13. D.Akramova, A.Obidov, Sh.Mamajanov, A.Mirzaumidov, A.Abdurasulov. Paxta chiqindisidan ajratish barabanining mustahkamligini tadqiq qilish // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi xuzuridagi Intellektual mulk Agentligi (20231584) № DGU 22958, 2023.

14. D.Akramova, R.Muradov, S.Rejabboyev, X.Isaxanov, A.Mirzaumidov. Paxta chigitlarini saralash qurilmasining nazariy tadqiqi bo'yicha elektron dastur // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi xuzuridagi Intellektual mulk Agentligi (20232678) № DGU 22958, 2023.

15. D.Akramova, J.Sharipov, S.Rejabboyev, A.Mirzaumidov. Paxta tozalash korxonasidagi jin va linter mashinalarini ishchi kamerasi tadqiqi // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi xuzuridagi Intellektual mulk Agentligi, 2023.

Avtoreferat "Namangan davlat texnika universiteti Ilmiy texnika jurnali" tahririyatida tahrirdan o'tkazildi va o'zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlari mosligi tekshirildi (28.01.2026y)

Bosishga ruxsat etildi: "28" yanvar 2026y.
Bichimi 60x841/16, "Times New Roman" garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 3. Adadi: 100. Buyurtma: № 61
NamDTU bosmaxonasida chop etildi.
Namangan shahar, Kosonsoy ko'cha, 7-uy