

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/30.12.2019.T.08.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI

TUGUZBAYEVA ROBIYA BERDIMURATOVNA

**JUNNI YUVISH MASHINASINING ISHCHI QISMLARINI
TAKOMILLASHTIRISH**

**05.02.03-“Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va
robototexnika tizimlari”**

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Toshkent–2024

**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**

Tuguzbayeva Robiya Berdimuratovna Junni yuvish mashinasining ishchi qismlarini takomillashtirish.....	5
Тугузбаева Робия Бердимуратовна Усовершенствование рабочих органов шерстомоечной машины.....	23
Tuguzbayeva Robiya Berdimuratovna Improving the working parts of a wool washing machine.....	43
E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati Список опубликованных работ List of published works	47

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/30.12.2019.T.08.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI

TUGUZBAYEVA ROBIYA BERDIMURATOVNA

**JUNNI YUVISH MASHINASINING ISHCHI QISMLARINI
TAKOMILLASHTIRISH**

**05.02.03-“Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va
robototexnika tizimlari”**

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Toshkent – 2024

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2023.2.PhD/T3679 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume) Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi Ilmiy kengashning veb-sahifasida (<http://www.ttyesi.uz>) va «ZiyoNet» Axborot ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Xakimov Sherqul Shergoziyevich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Baxadirov Gayrat Ataxanovich
texnika fanlari doktori, professor

Mamatova Dilrabo Alisherovna
texnika fanlari doktori, dotsent

Yetakchi tashkilot:

Namangan-muhandislik texnologiya instituti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc 03/30.12.2019.T.08.01–raqamli Ilmiy kengashning 2024 yil « » soat 14⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil:100100, Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Shohjaxon ko'chasi, 5-uy. Tel.:(+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08, faks: (+99871) 253-36-17; e-mail: (pochta@ttyesi.uz), Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti ma'muriy binosi, 222-xona).

Dissertatsiya ishi bilan Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil:100100, Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Shohjaxon ko'chasi, 5-uy. Tel.:(+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08.

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil « » kuni tarqatildi.
(2024 yil « » № raqamli reestr bayonnomasi).

X.H.Kamilova

Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor

A.Z.Mamatov

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy
kengash ilmiy kotibi, t.f.d., professor

N.R.Xanxadjayeva

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash qoshidagi
ilmiy seminar rais o'rinbosari, t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jun tolasini to'qimachilik sanoatining asosiy tabiiy xomashyolaridan biri hisoblanadi. Junni dastlabki ishlashni ilmiy asoslangan texnologiyasini ishlab chiqish, sifatli mahsulot olish maqsadida takomillashtirilgan texnologiyalarni qo'llash va samaradorligi yuqori mashinalarni yaratishga alohida e'tibor berilmoqda. Jun xomashyosini dastlabki ishlashda energiyatejamkor texnologiyalarni yaratish bo'yicha, qator davlatlar, jumladan, AQSh, Avstraliya, Kanada, Xitoy, Rossiya, Yangi Zelandiya, Turkiya olimlari tomonidan salmoqli ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Shu jihatdan junni dastlabki ishlash sanoatida mavjud mashinalarni takomillashtirish va resurstejamkor texnologiyalardan foydalanish, jun mahsulotlari sifatini oshirish va tannarxini kamaytirish imkoniyatini beruvchi takomillashtirilgan, resurstejamkor texnika va texnologiyalarni ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Jahonda junni dastlabki ishlash sanoati uchun ilm-fan va texnikaning zamonaviy yutuqlaridan samarali foydalanishni ta'minlovchi innovatsion texnika va texnologiyalar hamda ularning ilmiy asoslarini takomillashtirish bo'yicha keng miqyosda ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu yo'nalishda, jumladan, junni dastlabki ishlashning samarali, resurstejamkor texnologiyalarini ishlab chiqish, yuvish mashinasining ishchi qismlarini takomillashtirish asosida tozalash samaradorligini oshirish, olinadigan tola sifatini yaxshilash bo'yicha tadqiqotlar ustuvor hisoblanmoqda. Bu borada, junni dastlabki ishlash jarayonini sifatli amalga oshiradigan mashinalarni amaliyotga joriy etish, mavjud texnika va texnologiyalarning ko'rsatkichlarini, mahalliy jun xususiyatlariga moslashtirish bo'yicha izlanishlar olib borishga alohida e'tibor berilmoqda.

Respublikamizda junchilik tarmog'ini rivojlantirish, junni dastlabki ishlash korxonalarini modernizatsiyalash va texnik qayta jihozlash bo'yicha kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda hamda muayyan natijalarga erishilmoqda. 2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot Strategiyasida, jumladan, "...To'qimachilik sanoati mahsulotlari ishlab chiqarish va eksport hajmini 2 baravarga ko'paytirish bo'yicha dastur ishlab chiqish va amalga oshirish..."¹ borasida muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarning ijrosini amalga oshirishda, respublikamiz hududlaridagi junni dastlabki ishlash korxonalarida samarasiz va ma'nan eskirgan jun yuvish mashinalari o'rniga takomillashgan texnologiya hamda mashinalarni tatbiq qilish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 9-fevraldagi PQ-4984-son «Qorako'lchilik tarmog'ini yanada rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida»gi, 2021-yil 8-iyundagi PQ-5178-son «Respublikada mavjud yaylovlardan unumli foydalanish, ipak va junni qayta ishlashni qo'llab-quvvatlash bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida»gi Qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalar ijrosini amalga oshirishda bajarilgan dissertatsiya ma'lum darajada xizmat qiladi.

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-sonli "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekiston Respublikasini taraqqiyot strategiyasi" to'g'risidagi Farmoni

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yoʻnalishlariga bogʻliqligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining II. «Energetika, energiya-resurstejamkorlik» ustuvor yoʻnalishi doirasida bajarilgan.

Muammoni oʻrganilganlik darajasi. Junni dastlabki ishlash texnika va texnologiyasini rivojlantirish boʻyicha, ilmiy va amaliy izlanishlarida A.G.Pechnikova, A.A.Ugryumov, X.Long, V.G.Alekseyev, K.Afanasyev, L.S.Gorbunova, S.A.Noskova, A.V.Demidov kabi dunyoning yetakchi olimlari oʻz hissalarini qoʻshgan.

Mamlakatimizda junni dastlabki ishlash jarayonlarini takomillashtirish boʻyicha tadqiqotlar H.A.Alimova, M.T.Xodjiyev, M.Qulmetov, I.A.Nabiyeva, S.A.Yusupov, J.A.Qayumov, F.B.Ismoilov, S.M.Elmonov va boshqalar tomonidan bajarilgan.

Olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar junni oʻziga xos xususiyatlarini oʻrganish, fizik-mexanik xossalari aniqlash, titish, ishlov berishda kimyoviy texnologiyalardan foydalanish va takomillashtirishga bagʻishlangan. Bugungi kunda, junni yuvish texnologiyasining resurstejamkor, samarali konstruksiyalarini yaratish kun tartibida turibdi. Yuvish mashinalarini konstruksiyalarini takomillashtirish, ishchi qismlari harakat detallarini ratsional konstruksiyalarini yaratish va ishlash rejimlarini junni xususiyatlarini inobatga olgan holda asoslash boʻyicha tadqiqotlar yetarlicha oʻtkazilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy taʼlim muassasasini ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bogʻliqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent toʻqimachilik va yengil sanoat institutining ilmiy-tadqiqot rejasiga muvofiq 7/275-«Qoʻy junini dastlabki ishlovchi uskunalarni kompleksini ishlab chiqish» mavzusidagi davlat granti doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi resurstejamkor jun yuvish mashinasi va siqish moslamasining takomillashgan konstruksiyasini yaratish, ularning koʻrsatkichlarini nazariy hamda amaliy asoslashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

junni yuvish mashinasi konstruksiyalari va ularni takomillashtirish boʻyicha olib borilgan ilmiy izlanishlarni tahlil qilish;

jun oqimining harakatini nazariy tahlili asosida resurstejamkor jun yuvish mashinasining konstruktiv koʻrsatkichlarini aniqlash;

yuvish qozonlari orasida jundagi suyuqlikni siqib chiqaruvchi moslamaning samaradorligi yuqori boʻlgan konstruksiyasini yaratish va uning ratsional koʻrsatkichlarini aniqlash;

takomillashtirilgan resurstejamkor jun yuvish mashinasini ishlab chiqarishga tatbiq qilish.

Tadqiqotning obyekt sifatida jun xomashyosini yuvish mashinasi olingan.

Tadqiqotning predmet sifatida jun yuvish mashinasining kinematik va dinamik koʻrsatkichlari, ishchi qismlarini konstruktiv elementlari, shuningdek, mashinaning ekspluatatsion koʻrsatkichlari olingan.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida nazariy va amaliy mexanikaning fundamental asoslari, tajribalarni rejalashtirishning matematik statistika va toʻliq

omilli usullari, matematik hisoblash usullari hamda maqsadli kompyuter dasturlaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

mahalliy jun xomashyosini dastlabki ishlashda yuvish mashinasining konstruksiyasi harakatlantiruvchi mexanizmi va sig'imini kichraytirish asosida takomillashtirilgan hamda siqish moslamasini ratsional ko'rsatkichlari jun oqimining harakat qonuniyatlari asosida aniqlangan;

texnologik jarayon va mashinaning geometrik, kinematik, dinamik parametrlarini hisobga olgan holda yuvish qozonida harakatlanuvchi panshaxalar ta'sirida, siquvchi baraban va to'rtli yuza orasida siqish vaqtida jun oqimining harakat tenglamalari olingan;

harakatlanuvchi panshaxalarning turli uzunliklari va chiziqli tezligida, jun oqimi harakatini o'zgarish qonuniyatlari, shuningdek, siqish jarayonini tirqishga, siquvchi barabanning burchak tezligi va diametriga bog'liqligi aniqlangan;

takomillashtirilgan mashinaning konstruktiv va texnologik ko'rsatkichlarini ratsional qiymatlari kichik kvadratlar usuli yordamida regression modellarni qurish va tahlil qilish asosida ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

jun yuvish mashinasining ixcham, takomillashtirilgan konstruksiyasi ishlab chiqildi va uning yuqori samaradorligi isbotlangan, bunga junni dastlabki ishlash jarayonida samaradorligi yuqori bo'lgan siqish moslamasi yaratilganligi orqali erishilgan;

harakatlanuvchi panshaxalarning ratsional uzunligi $l = 250 \text{ mm}$ va chiziqli tezligi $\vartheta = 15 \text{ m/s}$ ekanligi asoslanib, yuvish eritmalarini bilan junni to'liq aralashtirilishi orqali yuvishning yuqori samaradorligiga erishilgan;

rifli siqish barabanidan foydalanish hisobiga, bosim ostida to'rtli yuza bo'ylab harakatlanayotgan junni sirpanishi, shuningdek, barabanga o'ralishini oldi olindi, junni siqish sharoitlari yaxshilandi va uning samaradorligi oshirildi, natijada siqilgan junning qoldiq namligi 65-70 dan 55-60% gacha kamaygan;

siqish barabanining diametri $d = 250 \text{ mm}$, burchak tezligi $\omega = 16 \text{ c}^{-1}$ mm, siqish barabani va to'rtli yuza orasidagi tirqish $\Delta x = 3 \text{ mm}$ ga teng bo'lgan ratsional qiymatlari aniqlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi jun yuvish mashinasini takomillashtirish jarayonida olingan nazariy va eksperimental ma'lumotlarning muvofiqligi, sinovdan o'tkazish va ishlab chiqarishga joriy etishning ijobiy natijalari, me'zonlarni baholash bo'yicha modellarning adekvatligi va eksperimental ma'lumotlarni statik qayta ishlashda standartlashtirilgan usul va vositalardan foydalanilganligi bilan asoslanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati jun yuvish mashinasi qismlarining ishlash kinematikasi va dinamikasini analitik o'rganishdan iborat bo'lib, bu mashinaning konstruktiv ko'rsatkichlari hamda texnologik jarayon rejim elementlarining ratsional qiymatlarini asoslash imkonini berishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati jun yuvish mashinasining takomillashtirilgan konstruksiyasi va yuvish qozonida jun oqimini siqish uchun yuqori samarali moslama yaratilganligi, junni samarali tozalashda elektr energiyasi va suv sarfini kamaytirilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Junni yuvish mashinasi va siqish moslamasini takomillashtirish bo'yicha olingan ilmiy va amaliy natijalar asosida:

junni yuvish mashinasi siqish moslamasiga intellektual mulk agentligining foydali modeliga patent olingan (Jun yuvish qozonida junni siqish moslamasi. UZ № FAP 02351 2023-y.), natijada junni yuvish mashinasi siqish moslamasining samarali konstruksiyasi yaratilgan;

resurstejamkor junni yuvish mashinasi va siqish moslamasi "Ipakchilik va jun sanoatini rivojlantirish" qo'mitasi tizimidagi "Oqbo'tayeva Zulhumor" XK korxonasi joriy etilgan. ("Ipakchilik va jun sanoatini rivojlantirish" qo'mitasining 2024-yil 9-apreldagi 1-1/287-son ma'lumotnomasi). Ilmiy tadqiqot natijalarining ishlab chiqarishga joriy etilishi natijasida siqilgan junning qoldiq namligi 55-60% gacha tushib, bu orqali elektroenergiya hamda suv sarfini kamayishiga erishildi.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari jami 11 ta ilmiy-texnik konferensiyalarda, shu jumladan 8 ta xalqaro va 3 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 18 ta ilmiy ishlar chop etilgan bo'lib, shulardan 7 ta ilmiy maqola, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya qilingan ilmiy nashrlarda 3 ta maqola, undan tashqari, 3 ta respublika, 1 ta xorijiy jurnallarda maqolalar nashr etilgan va O'zbekiston Respublikasining 1 ta foydali modeliga patent olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 108 betni tashkil etadi.

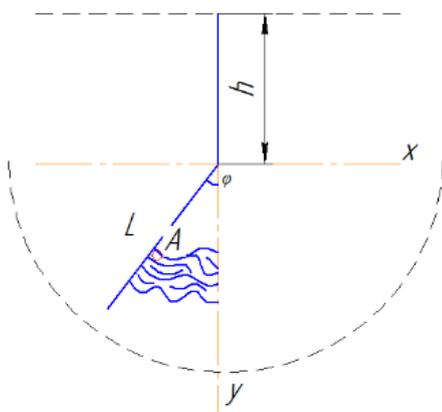
DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurligi asoslangan, tadqiqotning maqsad va vazifalari, obykti hamda predmeti tavsiflangan, O‘zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar, dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Jun xomashyosini yuvish mashinalari konstruksiyalari va ularning o‘ziga xos xususiyatlari”** deb nomlangan birinchi bobida adabiyot manbalarining tahlili yoritilgan bo‘lib, yuvish mashinalarida junni yuvish va siqish samaradorligini oshirish bo‘yicha tadqiqotlar ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, mahalliy va xorijiy jun yuvish mashinalari konstruktiv xususiyatlari o‘rganilgan. Jun yuvish mashinasini takomillashtirish bo‘yicha nazariy va tajribaviy tadqiqotlar tahlili keltirilgan.

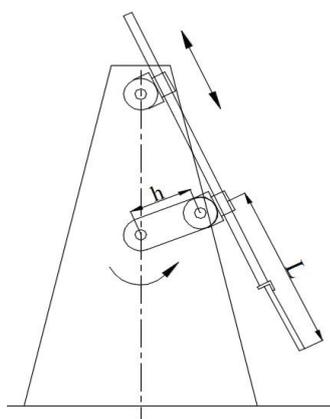
Tahlil natijalari asosida, jun yuvish mashinalarining siqish samaradorligini oshirish hamda resurstejamkor konstruksiyasini yaratish zarurligi aniqlanib, dissertatsiya ishining maqsad va vazifalari belgilab olingan.

Dissertatsiyaning **“Jun yuvish mashinasida jun harakatining nazariy tadqiqi”** deb nomlangan ikkinchi bobida, yuvish mashinasi qozonida jun va panshaxalarning harakat trayektoriyalari (1-rasm), siqish jarayonida hosil bo‘ladigan ta’sir etuvchi reaksiya kuchlari, junning siqilish darajasiga siquvchi baraban va to‘rli yuza orasidagi h tirqish o‘zgarishining ta’siri, siquvchi baraban va to‘rli yuza orasidagi h tirqishning o‘zgarishi ular orasidagi reaksiya kuchlarini o‘zgarishiga bog‘liqligi, hamda harakatlanuvchi panshaxalarning jun oqimiga ta’siri natijasida hosil bo‘ladigan tashqi kuchlar tahlil qilingan (2-rasm). Harakatlanuvchi panshaxalar har bir yuvish qozonlarida uchtdan ketma-ket o‘rnatilib, junni qozon bo‘ylab siljitadi va yuvadi. Bu panshaxalar qozonda yuvish eritmasini aralashtiradi. Oxirgi qozondan chiqqan junni siqqandan so‘ng, qoldiq namlik miqdori 65-70% dan oshmasligi kerak.



1-rasm. Panshaxa sirtidagi jun oqimining harakat trayektoriyasi

Yuvish qozonlarida ketma-ket joylashgan uchta harakatlanuvchi panshaxalar bir-biriga jun oqimini uzatadi va qozon bo‘ylab harakatlantiradi. Panshaxani giperbola qonuniyati asosida harakatga keltirishda, eksentrik uzatma yordamida Δh masofaga ko‘tariladi va ilgari lanma-qaytma harakat vujudga keladi. $\phi(t) = h \cdot \sin(\gamma \cdot t)$ -vertikal yo‘nalishda qonun bo‘yicha tebranadi.



2-rasm. Yuvish qozonlarida harakatlanuvchi panshaxa

Jun oqimini OXY tekisligida harakatlanayotganda differensial tenglamalarining tuzilishi uchun Lagranj funksiyasi tuziladi. Yuvish eritmasidagi jun oqimini panshaxa uzunligi bo‘ylab harakatlantirishda, A nuqtada deb qabul qilamiz va uni OXY o‘qidagi koordinatalarda hisoblanadi:

$$\begin{cases} X = L \cdot \sin \varphi \\ Y = h \cdot \cos(\gamma \cdot t) + L \cdot \cos \varphi \end{cases} \quad (1)$$

bunda, L -panshaxaning uzunligi, mm; h -panshaxaning ko‘tarilish balandligi, mm; γ -aylanishdagi nisbiy burilish burchagi, rad/s; t -vaqt, s.

Jun oqimini navbatdagi panshaxaga uzluksiz uzatilishini ta’minlashda, qaralayotgan sistema uchun Lagranj funksiyasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$\Phi = \frac{m}{2} \cdot (\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + \Pi(x, y) \quad (2)$$

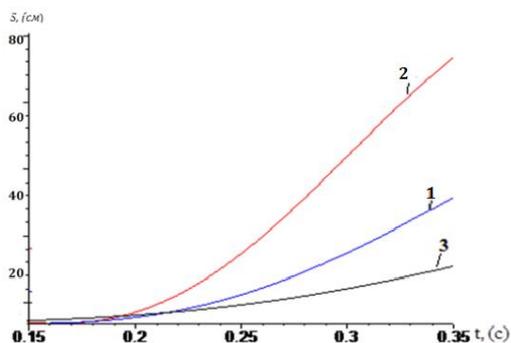
bunda, m -junning massasi, kg; \dot{x} , \dot{y} -oqimning o‘q bo‘yicha harakati; $\Pi(x, y)$ -panshaxalar ta’siridagi potensial maydonda jun oqimini harakati.

Mazkur jarayonda o‘zgaruvchilar-tezlik va panshaxa uzunligi asosida k ning o‘rniga belgilangan qiymatini qo‘yib, jun oqimini OX o‘qi bo‘yicha harakatini vertikal yo‘nalishdagi qonun bo‘yicha tebranishga, panshaxa uzunligiga va burchak tezliklariga bog‘langan ifodasidan, panshaxa sirtida jun oqimiga ta’sir qiluvchi kuchlar ta’siridagi jun oqimining x o‘qi bo‘yicha harakat tenglamasi olindi:

$$X = \frac{g_0}{2 \cdot k} \cdot sh \sqrt{L \cdot h \cdot \gamma^2 \cdot \cos(\gamma \cdot t) + g \cdot L \cdot t} \quad (3)$$

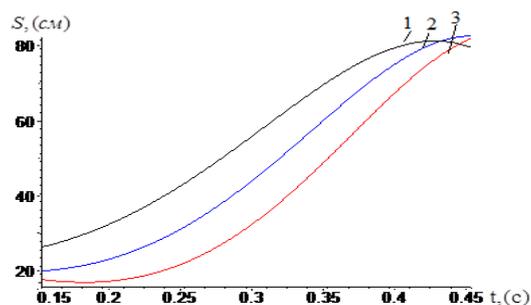
bunda, g_0 -panshaxaning dastlabki tezligi, m/s; $L \cdot h \cdot \gamma^2 \cdot \cos(\gamma \cdot t) + g \cdot L = k^2$ belgilash kiritildi; sh -giperbolik sinus; L -panshaxaning uzunligi, mm; h -panshaxaning ko‘tarilish balandligi, mm; γ -aylanishdagi nisbiy burilish burchagi, rad/s; t -vaqt, s.; g -erkin tushish tezlanishi, m/s^2 .

Junni qozon bo‘ylab harakatlantirishda, panshaxaning uzunligiga va chiziqli tezligiga bog‘liqlik ifodasidan foydalanib, jun oqimini ketma-ket joylashgan panshaxalarga uzluksiz uzatilishini ta’minlash masalasini «Maple» dasturi orqali grafik ko‘rinishida tahlillari keltirilgan (3-rasm).



a)

1 – $L = 200$ mm ; 2 – $L = 250$ mm ;
3 – $L = 300$ mm



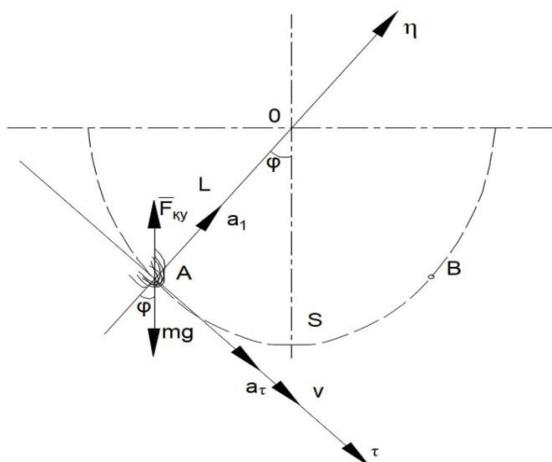
b)

1 – $v = 20$ m/s ; 2 – $v = 15$ m/s ;
3 – $v = 10$ m/s

3-rasm. Panshaxaning har xil uzunligi (a) va chiziqli tezligida (b) jun oqimini qozon bo‘ylab siljishi S ni vaqt t ga bog‘liqligi

Grafiklardan ko‘rinib turibdiki, panshaxaning qozondagi suv satxiga botirilish darajasi, ya’ni uning uzunligi $L = 200$ mm bo‘lsa, bu qiymat kichik bo‘lib, junni panshaxaga to‘liq ilashtira olmaydi. Natijada, qozon tubiga jun to‘plami cho‘kib, yig‘ilib qoladi. Agar panshaxaning uzunligi $L = 300$ mm bo‘lsa, uning harakat trayektoriyasi junni uzluksizligini ta’minlashga yetarli bo‘lmaydi. Panshaxalarning $L = 250$ mm uzunligi normal qiymat hisoblanib, bunda jun oqimi yuvish qozoni bo‘ylab to‘xtamasdan, uzluksiz harakatlanadi. Jun oqimini qozon bo‘ylab harakatlantirishda panshaxaning chiziqli tezliklarini turli xil $v = 20$ m/s ; $v = 15$ m/s ; $v = 10$ m/s qiymatlari tahlil qilindi. Bunda, panshaxaning chiziqli tezligi $v = 20$ m/s bo‘lsa, junning oqim tezligi me’yordan tezlashib ketib, uning qozonda qolish vaqti qisqaradi va bu vaqt jun tarkibidagi iflosliklarni to‘liq ajratishga yetarli bo‘lmaydi. Panshaxaning chiziqli tezligi $v = 10$ m/s bo‘lsa, bu qiymat kichik hisoblanib, yuvish eritmasi va jun to‘liq aralashmaydi. Jun oqimini navbatdagi panshaxaga yetkazib berishda ular to‘planib qoladi. Junni qozondan chiqaruvchi panshaxaga me’yordan ortiqcha jun yetkazilishi natijasida qozonning chekka qismi tubida junning to‘planib qolishi kuzatildi. Jun oqimining qozon bo‘ylab harakatlanishida panshaxaning chiziqli tezligi $v = 15$ m/s bo‘lishi ratsional qiymat ekanligi aniqlandi. Mazkur qiymatda qozondagi jun oqimi ketma-ket panshaxalarga uzluksiz uzatildi va yuvish eritmasida jun to‘liq aralashtirilib, yuqori yuvish samaradorligiga erishilishi aniqlandi.

Jun ketma-ket joylashgan beshta qozonlardagi yuvish eritmasida yuviladi. Ma’lumki, yuvish eritmasiga jun tashlanganda unga F_q -qarshilik kuchlari ta’sir qiladi. Ushbu kuch harakatlanuvchi panshaxaning qoziqlari bilan jun bo‘laklari ta’sirlashgan vaqtda paydo bo‘ladi. Qarshilik kuchi jismning harakat tezligiga, chiziqli o‘lchamlari va geometrik formasiga hamda muhitning ichki ishqalanish koeffitsiyentiga bog‘liq (4-rasm).



**4-rasm. Yuvish qozonida
panshaxalarning jun oqimiga
ta'siri natijasida hosil bo'luvchi
kuchlar**

Jun oqimidagi qarshilik kuchini aniqlaymiz:

$$F_q = \frac{mv^2}{L \cdot \cos \varphi} + mg \quad (4)$$

Panshaxa ta'sirida jun oqimini qamrov burchagi orqali uzatishda, panshaxaning uzunligi va burchak tezligiga bog'liqligi aniqlangan.

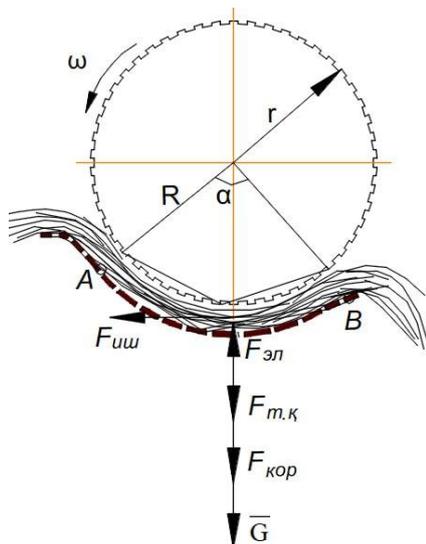
$$\varphi = \frac{\varphi_0}{a} \cdot \cos \frac{g}{L} \cdot t \quad (5)$$

bunda, g -panshaxaning tezligi, m/s ; L -panshaxaning uzunligi, mm; t -vaqt, s.;
 $a = \frac{g}{L}$ belgilash kiritilgan; φ -panshaxaning jun oqimini uzatishdagi burchagi, rad;

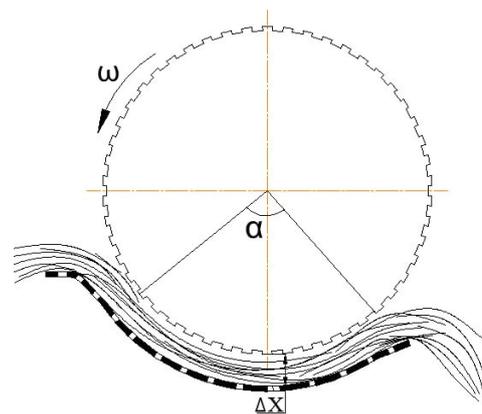
Nazariy tahlil natijasida, jun bo'laklariga ta'sir qiladigan kuchlarni maksimal qiymatiga, panshaxalarning yuvish eritmasida ilgari lanma-qaytma harakati natijasida, junni qozon bo'ylab siljitib, o'zaro ta'sirlashgan vaqtda erishilishi aniqlandi. Panshaxalarning chiziqli tezligi va uzunligi ratsional qiymatga keltirilishi yuvish samaradorligining oshishiga hamda jun xomashyosi tarkibidagi iflosliklarning to'liq ajratilishiga sabab bo'ladi.

Jun yuvish mashinasi, ketma-ket joylashgan qozonlar va ularning tutashgan qismlari yuqorisida joylashgan siquvchi moslamani o'z ichiga oladi. Izlanishlar va tahlillar shuni ko'rsatdiki, mavjud yuvish mashinalarida siqish samaradorligining yetarli emasligi, siqish faqat barabanlar orasidagi juda kichik maydonda, ya'ni barabanlarning o'zaro kontakt nuqtalaridagina sodir bo'lishi sababli yuzaga keladi.

Tahlillar natijasida aniqlandiki, siquvchi baraban va to'rli yuza orasida siqish jarayonida junga ma'lum kuchlar ta'sir qiladi (5-rasm). Bu kuchlar: $F_{m.q}$ -markazdan qochma kuch, F_{el} -elastiklik kuchi, F_{ish} -ishqalanish kuchi, F_{kor} -koriolis kuchi va G -og'irlik kuchi. Bundan tashqari, junning tezligi bilan barabanning burchak tezligi orasida burchak hosil bo'ladi. Mazkur koriolis kuchi ta'sirida m massali tola uzatiladi.



5-rasm. Siquvchi baraban va to‘rli yuza orasida jun oqimining harakatiga ta‘sir qiluvchi kuchlar



6-rasm. Siquvchi baraban va to‘rli yuza orasidagi turli xil tirqishlarda jun oqimining harakati

Nazariy mexanikaning fundamental tamoyillariga asoslanib, jun oqimining siquvchi baraban va to‘rli yuza orasida siqilishida, $AB = \tilde{S}$ yoy bo‘ylab ta‘sir qiluvchi kuchlar natijasida harakat tenglamasini olamiz. Junni siqishda baraban va to‘rli yuza orasidagi tirqish $\Delta X = 2 \div 5 \text{ mm}$ gacha chegarada bo‘ladi (6-rasm). Differensial tenglamani yechish orqali jun oqimini siquvchi baraban va to‘rli yuza orasida siqish jarayonida hosil bo‘ladigan kuchlar ta‘siridagi harakatini topamiz:

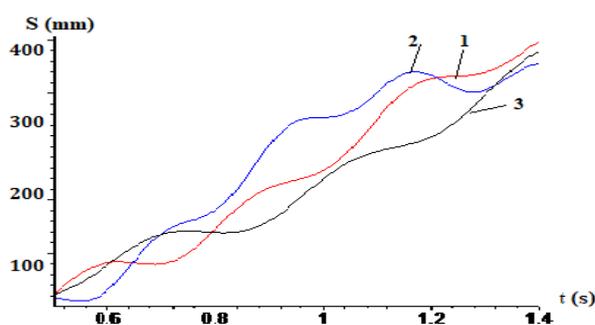
$$S = Ae^{(-\omega + \sqrt{z^2 + \omega^2})t} + Be^{(-\omega - \sqrt{z^2 + \omega^2})t} - \frac{(\omega^2 + \frac{k_1}{m}) \cdot f \cdot g + 2 \cdot \omega^2 \cdot g}{5 \cdot \omega^4 + 2 \cdot \omega^2 \cdot \frac{k_1 + k^2}{m^2}} \cos \omega t - \frac{(\omega^2 + \frac{k_1}{m}) \cdot g - 2 \cdot f \cdot g \cdot \omega^2}{5 \cdot \omega^4 + 2 \cdot \omega^2 \cdot \frac{k_1 + k^2}{m^2}} \sin \omega t + \left(\omega^2 \cdot r + \frac{k_1 \cdot \Delta x}{m} \right) \cdot t^2 \quad (6)$$

bunda, S -baraban va to‘rli yuzaning o‘zaro ta‘sirlashish yoyi uzunligi, mm;

ω -barabanning burchak tezligi, c^{-1} ; k_1 -bikrlik, r -barabanning radiusi; m -junning massasi, kg ; g -erkin tushish tezlanishi, m/s^2 ; f -ishqalanish koeffitsiyenti; Δx -baraban va to‘rli yuza orasidagi tirqish, mm .

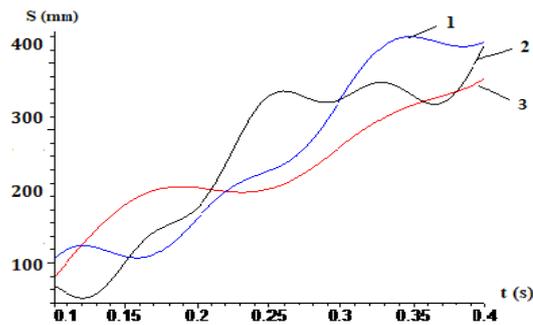
$\overline{AB} = S$ -jun oqimini siqishda baraban va to‘rli yuzaning o‘zaro ta‘sirlashish yoyi uzunligi-400 mm.

Harakat tenglamasidan jun oqimini siquvchi baraban va to‘rli yuza orasida siqilishidan hosil bo‘lgan kuchlar ta‘sirida, siquvchi baraban hamda to‘rli yuza orasidagi masofaga, barabanning diametriga va burchak tezliklariga bog‘liqlik grafiklari “Maple” dasturidan foydalanib qurildi (7-rasm).



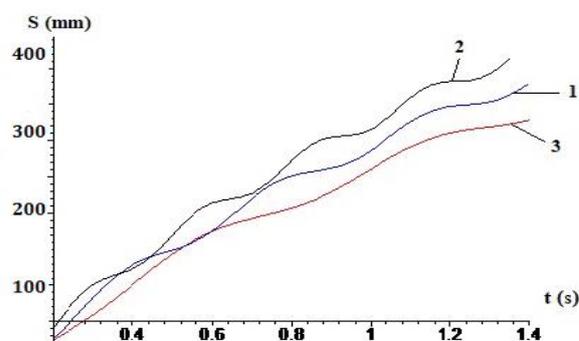
a)

1 – $\Delta x = 2 \text{ mm}$; 2 – $\Delta x = 3 \text{ mm}$;
3 – $\Delta x = 4 \text{ mm}$



b)

1 – $\omega = 12c^{-1} \text{ mm}$; 2 – $\omega = 16c^{-1} \text{ mm}$;
3 – $\omega = 20c^{-1} \text{ mm}$



v)

1 – $d = 200 \text{ mm}$; 2 – $d = 250 \text{ mm}$;
3 – $d = 300 \text{ mm}$

7-rasm. Siqish barabani va to'rli yuzaning o'zaro ta'sirlashish yoyi uzunligi bo'ylab jun siljishi S ni tirqish (a), barabanning burchak tezligi (b) va barabanning diametriga (v) bog'liqligi

Jun oqimini siqishda barabanning dimetriga, siquvchi baraban va to'rli yuza orasidagi tirqishga hamda barabanning burchak tezligiga bog'liqlik shartlari orqali siqilganlik darajasi xulosalari olindi. Turli xil oqimda kelayotgan jun oqimini bir-biridan ajratib, uzluksiz oqimni to'g'ri yo'naltirishdagi trayektoriya tenglamalari hisoblab chiqildi va ratsional parametrlar asosida, uzatilish masofalari tanlangan holda, jun oqimining siqilish darajasi yuqoridagi grafiklarda keltirildi.

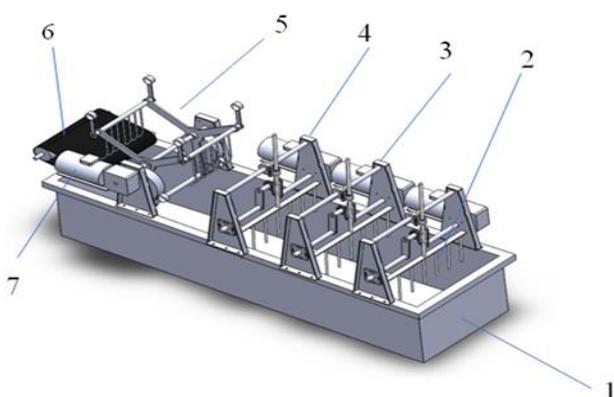
Siqish barabani va to'rli yuza orasida jun oqimini siqishda harakat tenglamasi asosida olingan grafiklar tahlili, tirqishning ratsional qiymati $\Delta x = 3 \text{ mm}$ ekanligini ko'rsatdi.

Burchak tezlik $\omega = 16c^{-1} \text{ mm}$ bo'lishi ratsional qiymat hisoblanib, junning me'yorda siqilishi va tozalash samaradorligi ortishi kuzatildi.

Siquvchi barabanning diametri $d = 250 \text{ mm}$ ratsional qiymat ekanligi aniqlanib, bunda siqish samaradorligi sezilarli darajada ortishi natijasida, junni to'liq tozalashga erishildi. Siqish jarayonini kuchaytirish uchun kichik diametrlil barabandan foydalanish tavsiya etiladi.

Junni siqish samaradorligi rifli siqish barabani va to'rtli yuza orasida siqish paytida yuzaga keladigan junning tebranma harakati tufayli ortadi. Natijada, jun oqimidagi yuvuvchi eritmani ajratish jarayoni jadallashadi.

Dissertatsiyaning **“Takomillashgan jun yuvish mashinasi va uning konstruktiv ko‘rsatkichlari”** deb nomlangan uchinchi bobida, tavsiya etilgan jun yuvish mashinasining tarkibi va konstruktiv xususiyatlari keltirilgan.



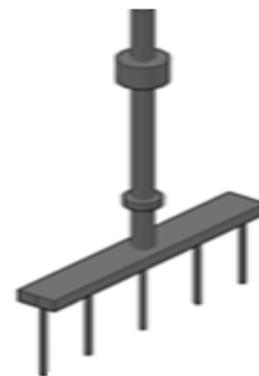
- 1-yuvish qozoni;
- 2,3,4-harakatlanuvchi pashaxalar;
- 5-xomashyoni suvdan chiqaruvchi pashaxa;
- 6-uzatuvchi transportyor;
- 7-elektrodvigatel

8-rasm. Takomillashgan jun yuvish qozoni

O‘tkazilgan ilmiy tadqiqot ishi natijasida resurstejamkor eksperimental yuvish qozoni yaratildi. Takomillashtirilgan yuvish qozonlarining uzunligi 2500 mm, ishchi kengligi 600 mm, balandligi 515 mm va bitta qozonning sig‘imi 2,5 m³ ni tashkil qiladi. Mavjud yuvish mashinalari qozonlarining uzunligi 6630 mm, ishchi kengligi 2720 mm, balandligi 2110 mm va bitta qozonning sig‘imi 8 m³ ni tashkil qiladi. Takomillashtirilgan qozonlarning sig‘imi mavjud qozonlarga nisbatan 4 marta kichiklashgan, bu hududlar bo‘yicha suvni tejovchi minitexnologiyalardan foydalangan holda jun yuvishni tashkil etishga imkon beradi (8-rasm).

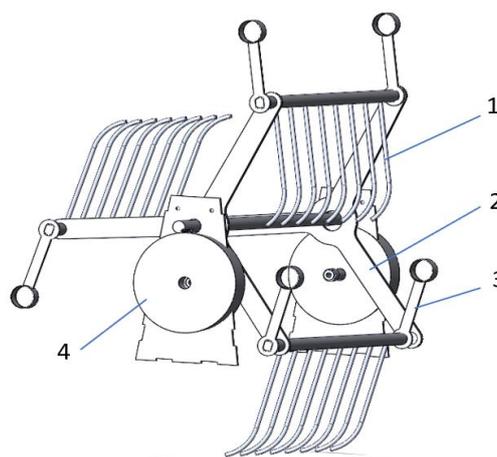
Junni yuvuvchi (harakatlanuvchi) pashaxalar (9-rasm) junni qozon bo‘ylab siljitish uchun xizmat qiladi. Bu pashaxalar qozonda yuvish eritmasini to‘liq aralashtiradi. Ular o‘rta uglerodli CT45 po‘latdan ishlab chiqariladi. Har bir pashaxa tirsakli valdan iborat bo‘lib, uning ustiga podshipniklarga ikkita pashaxa tutqichi o‘rnatiladi. Tirsakli valning tirsaklari bir-biriga nisbatan 180° ga siljiydi, shuning uchun pashaxa aylanayotganda navbatma-navbat eritmaga tushadi, junni oldinga siljitadi va yuvadi, so‘ngra orqaga qaytib harakatsiz holatga keltiradi.

Harakatlanuvchi pashaxa uzunligi 250 mm, qoziqlari soni 5 ta bo‘lib, to‘g‘ri chiziq shaklida. Junni oldingi juft harakatlanuvchi pashaxalar navbatdagi juft pashaxalarga uzatadi.



9-rasm. Junni yuvuvchi (harakatlanuvchi) panshaxalar

Xomashyoni suvdan chiqaruvchi panshaxa (10-rasm). Junni siquvchi moslamaga uzatish uchun xizmat qiladi. U uchta taroqdan iborat bo'lib, ikki uchlik g'ildirash podshipniklarida erkin o'rnatiladi.



1-panshaxa qoziqlari; 2-uchlik; 3-richag; 4-koleso;

10-rasm. Xomashyoni suvdan chiqaruvchi panshaxa

Yarim aylanasimon richaglariga panshaxalarning o'qlari mahkam o'rnatiladi. Uchliklar, o'z navbatida, valga o'rnatiladi, unga aylanish harakati beriladi. Uchliklar qoziqlarining uzunligi 310 mm bo'lib soni 7 ta. Panshaxalar junni yaxshiroq ushlab olishi uchun qoziqlari biroz bukilgan holda. Panshaxalar harakatlanayotganda, o'roq shaklidagi richaglar rolikka tegadi, ustiga o'raladi va junni eritmadan tortib olish va siquvchi moslamaga o'tkazish uchun zarur bo'lgan barqaror holatga keladi.

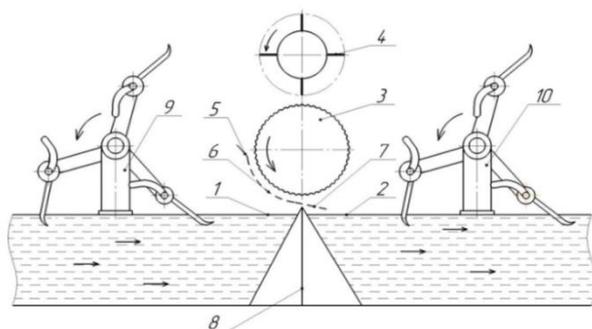
Taklif qilinayotgan jun yuvish mashinasining umumiy sig'imi mavjud mashinaning to'rtan bir qismini, ya'ni, 12,5 m³ ni tashkil qiladi. Natijada, junni yuvishda resurslar sarfi sezilarli darajada kamayadi.

Yuvish eritmasini dastlabki ishlanayotgan jundan ajratish uchun, uning harakat tezligi junning tezligidan kattaroq bo'lishi kerak. Yuvish eritmasining

tezligiga barabanning kontakt maydonidagi bosimi, shuningdek, siqilgan jun va suyuqlikning xususiyatlari ta'sir qiladi. Junni siqilish darajasi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$W_{SIQ} = \frac{G_M - G_{B.S.}}{G_{B.S.}} \cdot 100\% \quad (7)$$

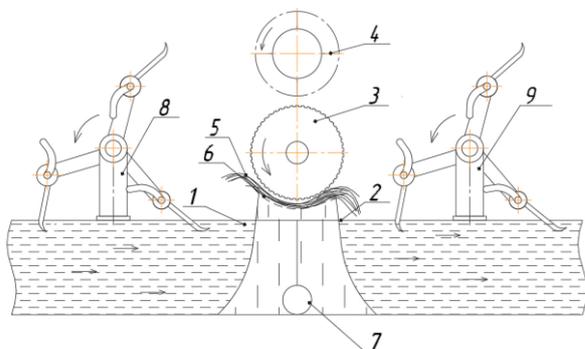
bunda, G_M - nam junning massasi;
 $G_{B.S.}$ - quruq junning massasi.



11-rasm. Jun yuvish qozonining konstruktiv sxemasi (1-variant)

- 1, 2-yonma-yon o'rnatilgan qozonlar: jun harakat yo'nalishi bo'yicha oldingi va keyingi;
- 3-rifli siqish barabani;
- 4-plankali baraban;
- 5-to'rli yuza;
- 6-to'rli yuzaning oldingi qozonning ustidagi qismi;
- 7-to'rli yuzaning keyingi qozonning ustidagi qismi;
- 8-tutashuv chizig'i;
- 9-junni suvdan chiqaruvchi mexanizm;
- 10-yo'naltiruvchi mexanizm

Ilmiy tadqiqot ishida siqish moslamasining yuvish qozonlarini tutashgan qismini yuqorisida joylashgan holati (11-rasm) bilan birga, qozonlarni o'zaro tutashmagan, ya'ni, ularning orasiga siqilgan yuvish eritmasi tushadigan oqava suv kanali o'rnatilgan konstruksiyalari (12-rasm) ko'rib chiqilgan. Bunday holatda, jundan siqilgan suv yuvish qozonlariga tushmaydi. Junni siqish jarayonida iflos yuvish eritmasi bilan birga nam go'ng bo'laklari ham siqiladi. Mazkur iflosliklar va siqilgan yuvish eritmasining qozonlarga tushmasligi, yuvish eritmasini uzoq vaqt xizmat qilishiga, natijada suv sarfining kamayishiga va yuvish samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.



12-rasm. Jun yuvish qozonining konstruktiv sxemasi (2-variant)

- 1, 2-yonma-yon o'rnatilgan qozonlar: jun harakat yo'nalishi bo'yicha oldingi va keyingi;
- 3-rifli siqish barabani;
- 4-plankali baraban;
- 5-siqilayotgan jun;
- 6-to'rli yuza;
- 7-oqava suv kanali;
- 8-junni suvdan chiqaruvchi mexanizm;
- 9-yo'naltiruvchi mexanizm

Yuvish qozonida siquvchi moslamani ikki xil holatda joylashishida olingan qiyosiy sinovlari shuni ko'rsatdiki, siqilgan eritmaning qozonlarga tushmasligi yuvish eritmasining uzoq vaqt xizmat qilishiga yordam beradi (1-jadval). Shuningdek, mavjud va ishlab chiqilgan siqish moslamada junning qoldiq namligi 10...15% gacha kamayadi. Shu bilan birga, yomon eriydigan ifloslantiruvchi moddalarni olib tashlash hisobiga junning sifati yaxshilanadi, suv va energiya xarajatlari 15% ga kamayadi. Shuning uchun yuvish oqimiga kiritilgan siqish moslamasining ratsional konstruksiyasi ishlab chiqilganligi juda muhimdir. Yuvish qozonlaridan keyin junni normal siqilishi undagi iflosliklarning ajralish darajasini oshirdi, natijada yuqori tozalash samaradorligiga erishildi.

1-jadval

Siqish moslamasining tajribaviy ko'rsatkichlarini solishtirish

№	Ko'rsatkich nomi, belgisi	Siqish moslamasining ko'rsatkichlari qiymatlari	
		Jun yuvish qozoni (1-variant)	Jun yuvish qozoni (2-variant)
1	Siqishdan oldin junning namligi, %	100	100
2	Siqish moslamasidan keyin junning qoldiq namligi, % dag'al	58	56
	yarim dag'al	62	60

Jun namligining to'rtli yuza teshigi diametriga, siquvchi baraban diametriga hamda siquvchi baraban va to'rtli yuza orasidagi tirqishga bog'liqligini o'rganish uchun to'rtliq omilli tajriba o'tkazildi.

2-jadval

Kiruvchi omillar va ularning o'zgarish oraliqlari

№	Faktorning nomi, o'lchov birligi	Kodlash-tirilgan belgisi	Faktorning haqiqiy qiymatlari			O'zgarish oralig'i
			-1	0	+1	
1	X_1 – to'rtli yuza teshigining diametri, d [mm]	X_1	1	2	3	1
2	X_2 –siquvchi baraban diametri – d [mm]	X_2	200	250	300	50
3	X_3 –siquvchi baraban va to'rtli yuza orasidagi tirqish – h [mm]	X_3	2	3	4	1

Dispersiyaning bir jinsliliği Koxren kriteriyasi yordamida aniqlandi va jadvaldagi qiymatlar bilan solishtirilib tekshirildi:

$$G_h = 0,290 < G_{jad} = 0,5157.$$

Chiquvchi faktor sifatida: Y_R -jun namligi olindi, W (%).

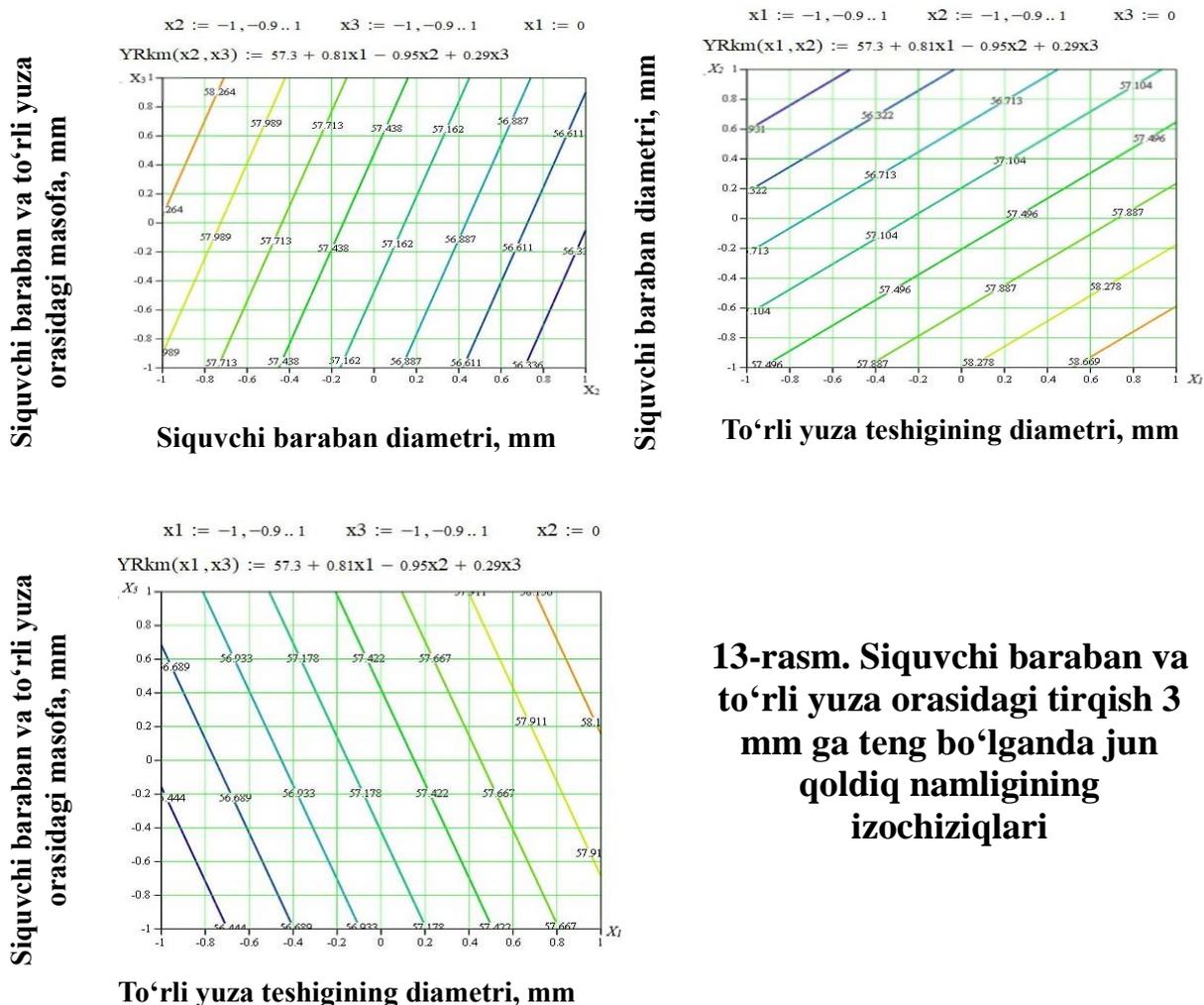
Matematik modelning oxirgi ko‘rinishini olish uchun koeffitsiyentlarning ahamiyatligi Styudent mezonini orqali aniqlandi.

$$Y_R = 57,3 + 0,81X_1 - 0,95X_2 + 0,29X_3$$

Olingan modelning adekvatligini tekshirish uchun Fisher mezonidan foydalanildi. $F_h = 2,25 < F_{jad} = 3$, bo‘lgani uchun model adekvatdir.

Omili tajriba natijalarining geometrik tahlilidan deformatsiyalanish grafiklari olindi. Koordinata o‘qlari bo‘yicha omillar qiymatlari X_1 , X_2 va X_3 qo‘yildi. Navbat bilan kirish qiymatlari X_1 , X_2 va X_3 o‘zgarmas etib tanlandi. Har qaysi holda uch o‘lchovli fazoda yuza aniqlanib, chiqish parametri qiymatlari $\check{y} = const$ o‘zgarmas bo‘ladi. Natijalovchi qiymatni keltirib chiqarish uchun bir qancha qiymatlar olinadi. \check{y} qiymatlarni hisobiga har qanday faktorni, masalan $X_2 = const$ qiymatlarni saqlab izochiziqlari qurildi.

Siqilgan junning qoldiq namligining izochiziqlari (13-rasm) da keltirilgan.



13-rasm. Siquvchi baraban va to‘rli yuza orasidagi tirqish 3 mm ga teng bo‘lganda jun qoldiq namligining izochiziqlari

Grafiklardan ko‘rinib turibdiki, siqilgan junning qoldiq namligi hamda to‘rli yuza teshigining diametri va siquvchi baraban diametri orasida chiziqli bog‘lanishlar mavjudligini ko‘rishimiz mumkin. Bu oraliqda o‘z navbatida qiymatlar orttirilsa, junning qoldiq namligi oshib, yuvish samaradorligi kamayadi.

3-jadval

Jun yuvish texnologik jarayonining qiyosiy tajribaviy tadqiqotlar natijalari

Ko‘rsatkichlar	Mavjud texnologik jarayon	Taklif etilayotgan texnologik jarayon
Siqishdan keyingi junning namligi, %	65-70	55-60
Toza jun chiqishi, %	64-66	60-62
Qozonlarda bir smenada suv sarfi, m ³	59,6	14
Qayta ishlatiladigan suv miqdori, %	70	80
Mashinaning unumdorligi, kg/s	700-800	400-450
Mashinaning energiya sarfi, kVt	13	4,2

3-jadvalda jun yuvish uchun taklif etilayotgan texnologik jarayon va mashinaning samaradorligini aniqlash bo‘yicha qiyosiy tajribalar natijalari keltirilgan. Yaratilgan resurstejamkor konstruksiya samaradorligini asoslovchi bir qator texnologik ko‘rsatkichlarda sezilarli ustunlik o‘rnatildi.



a)



b)

14-rasm. Tajriba jarayonida foydalanilgan dag‘al va yarim dag‘al jun namunalari:

a) yuvish jarayonidan oldingi; b) yuvish jarayonidan keyingi

Dissertatsiyaning **“Takomillashgan junni yuvish mashinasini ishlab chiqarish sharoitida tadqiqi”** deb nomlangan to‘rtinchi bobida, taklif etilayotgan jun yuvish mashinasi va siqish moslamasini Qashqadaryo viloyati Dehqonobod tumanida joylashgan “Oqbo‘taye va Zulhumor” XK korxonasiidagi sinash tajriba natijalari keltirilgan.

Siquvchi moslamaning samaradorligini aniqlashda bahorgi va kuzgi jundan foydalanildi.

Takomillashtirilgan jun yuvish mashinasi va siqish moslamasi konstruksiyasini qo‘llash natijasida, siqilgandan keyin junning qoldiq namligi 65-70% dan 55-60% ga kamaydi.

Olib borilgan tajribalar natijasida bahorgi junni tozalash samaradorligi 94,5%, unumdorligi 450 kg/s ni tashkil qildi. Kuzgi jun uchun tozalash samaradorligi 92-95% ni tashkil qildi (14-rasm).

Yuvilgan jun har bir yuvish qozonidan keyin normal siqilishi natijasida, undagi iflosliklarning har bir qozonda ajralish darajasi 16-18% ni tashkil etdi.

Takomillashtirilgan minitexnologiyali jun yuvish mashinasi va siquvchi moslamasida rifli siqish barabani va uni o‘rab turgan to‘rli yuzadan foydalanish junni to‘liq siqilishini, qiyin eriydigan ifloslantiruvchi moddalarni samaraliroq olib tashlashni ta‘minlaydi. Shuningdek, suv sarfini kamaytiradi, oqimning quritish qismida sarflanadigan energiya resurslarini tejalishini ta‘minlaydi va shunga mos ravishda, uni yuvish samaradorligini hamda junning narxini oshiradi, bu sezilarli iqtisodiy samara beradi.

Taklif qilinayotgan yuvish mashinasini tatbiq etish natijasida elektroenergiya va suv sarfining kamayishi hisobiga iqtisodiy samaradorlik 150079,18 ming.so‘mni tashkil qiladi.

XULOSA

“Junni yuvish mashinasining ishchi qismlarini takomillashtirish” mavzusidagi dissertatsiya ishi yuzasidan olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalar qilindi:

1. Ishchi qismlarining kichik gabarit o‘lchamlari va ilmiy jihatdan asoslangan parametrlari hamda yuqori unumdorlik ko‘rsatkichlariga (tozalash samaradorligi, qoldiq namlik, qozonlarda suv sarfi, energiya iste‘moli) ega bo‘lgan takomillashtirilgan resurstejamkor jun yuvish mashinasi yaratildi.
2. Nazariy tadqiqotlar natijasida, mashinaning geometrik va kinematik ko‘rsatkichlari asosida qozonda jun oqimining harakatlanish qonuniyatlari aniqlandi, siqish jarayonida ta‘sir qiluvchi kuchlar va trayektoriya tenglamalari olinib, jun yuvish mashinasining ratsional ko‘rsatkichlari aniqlandi.
3. Mavjud yuvish qozonlarida juft siquvchi barabanlar o‘rniga, rifli siquvchi baraban, uning ustida yo‘naltiruvchi plankali baraban va siquvchi baraban ostida to‘rli yuza o‘rnatilgan siqish moslamasi taklif etildi.

4. To‘liq omilli tajribalar asosida matematik modellashtirish natijasida, siquvchi baraban va to‘rli yuza orasidagi tirqish 3 mm, siquvchi baraban diametri 250 mm hamda to‘rli yuza teshigining diametri 2 mm ratsional ko‘rsatkich ekanligi belgilandi.
5. Harakatlanuvchi panshaxalarning uzunligi $l = 250$ mm va chiziqli tezligi $g_2 = 15$ m/s ratsional qiymatlari olindi, bu junning uzluksiz oqimini ta‘minlab, qozon tubida to‘planmasdan, yuvish eritmalari bilan to‘liq aralashishi natijasida yuqori yuvish samaradorligini kafolatlaydi.
6. Qashqadaryo viloyati Dehqonobod tumanida joylashgan “Oqbo‘tayeva Zulhumor” XK va Surxondaryo viloyati Oltinsoy tumani “Hisora jun” MChJ korxonalarida, ishlab chiqarish sharoitida, takomillashtirilgan, minitexnologiyali jun yuvish mashinasida o‘tkazilgan tajribalar natijasiga ko‘ra, yuvish qozonlarida taklif etilgan siqish moslamasidan foydalanish, tozalash samaradorligini bahorgi jun uchun 94,5%, kuzgi jun uchun esa 92-95% ni ta‘minlaydi.
7. Jun yuvish mashinasi ishchi qismlarining takomillashtirilgan konstruksiyalarini qo‘llash natijasida, texnologik jarayonning yuqori samaradorligiga erishildi, bu siqilgan junning qoldiq namligini 65-70% dan 55-60% gacha kamayishi bilan ifodalanadi.
8. Jun yuvish mashinasining taklif qilinayotgan, takomillashtirilgan konstruksiyasini ishlab chiqarishga tatbiq etish natijasida, elektroenergiya va suv sarfining kamayishi hisobiga olingan iqtisodiy samaradorlik 150079,18 ming.so‘mni tashkil etdi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
DSc.03/30.12.2019. Т.08.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ
ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЁГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

ТУГУЗБАЕВА РОБИЯ БЕРДИМУРАТОВНА

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ
ШЕРСТОМОЕЧНОЙ МАШИНЫ**

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

**АВТОРЕФЕРАТ
на соискание учёной степени доктора философии по
техническим наукам (PhD)**

Ташкент – 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при министерстве Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № B2023.2.PhD/T3679.

Диссертация выполнена в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском) размещена на веб-сайте Научного совета по адресу www.titli.uz и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:

Хакимов Шеркул Шергозиевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Бахадиров Гайрат Атаханович
доктор технических наук, профессор

Маматова Дилрабо Алишеровна
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация:

Наманганский инженерно-технологический институт

Защита диссертации состоится « » 2024 г. в часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.08.01 при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности. (Адрес: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон-5, Административное здание Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, 2 этаж, аудитория 221. тел.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08, факс: 253-36-17; e-mail:titlp_info@edu.uz.).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (зарегистрирована №). Адрес: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон-5, тел. (+99871) 253-06-06, 253-08-08.

Автореферат диссертации разослан « » 2024 года.
(реестр протокола рассылки № от « » 2024 года)

Х.Х.Камилова

Председатель Научного совета по присуждению
учёных степеней, д.т.н., профессор

А.З.Маматов

Ученый секретарь Научного совета по присуждению
учёных степеней, д.т.н., профессор

Н.Р. Ханхаджаева

Заместитель председателя Научного семинара при научном
совете по присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Шерстяное волокно является одним из основных натуральных сырьевых материалов текстильной промышленности. В связи с особым вниманием в мире уделяется развитию научной обоснованной технологии первичной обработки шерсти, использованию усовершенствованных технологий с целью получения качественного продукта, созданию высокопроизводительных машин. По созданию энергосберегающих технологий при первичной обработке шерстяного сырья, значительные научные исследования ведутся учёными ряда стран, таких как США, Австралия, Канада, Китай, Россия, Новой Зеландии и Турции. В этом отношении, важно совершенствовать существующие машины и использовать ресурсосберегающие технологии в промышленности первичной обработки шерсти, разрабатывать усовершенствованные ресурсосберегающие приемы и технологии, обеспечивающие возможность повышения качества шерстяных изделий и снижения их себестоимости.

В мире ведутся масштабные научно-исследовательские работы по совершенствованию научной базы инновационных методов и технологий, обеспечивающих эффективное использование современных достижений науки и техники для промышленности по первичной обработке шерсти. В этом направлении, в том числе, по получению качественного волокна проводятся исследования по разработке эффективных, ресурсосберегающих технологий в первичной обработке шерсти, повышению эффективности мойки на основе совершенствования рабочих органов моечной машины, повышению качества мойки. В связи с этим особое внимание уделяется внедрению машин, осуществляющих первичную обработку шерсти с высоким качеством, по соответствию показателей существующих техники и технологий с учетом характеристик местной шерсти.

В нашей республике реализуются комплексные меры по развитию шерстяной отрасли, модернизации и техническому перевооружению предприятий первичной переработки шерсти и достигаются определенные результаты. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы определены важные задачи, среди которых «...разработка и реализация программы по удвоению объемов производства и экспорта продукции текстильной промышленности...»¹. При выполнении этих задач становится актуальным применение усовершенствованных технологий и оборудования взамен неэффективных и морально устаревших шерстомоечных машин на предприятиях первичной обработки шерсти в регионах нашей Республики.

¹Указ Президента Республики Узбекистан ПФ-60 от 28 января 2022 года «О Планируемой новой стратегии развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы.

Выполненная диссертация будет в определенной степени служить для реализации задач, указанных в Постановлении Президента Республики Узбекистан ПП-4984 от 9 февраля 2021 года «О дополнительных мерах по дальнейшему развитию сферы каракулеводства», Постановлении Президента Республики Узбекистан, от 08 июля 2021 года ПП-5178 «О дополнительных мерах по эффективному использованию действующих пастбищ и поддержке переработки шелка и шерсти в Республике», а также другие нормативно-правовые документы, принятые в данной сфере.

Связь исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и техники республики П. «Энергетика, энерго-и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. В научные и практические разработки техники и технологии переработки шерсти внесли свой вклад ведущие ученые мира А.Г.Печникова, А.А.Угрюмов, Х.Лонг, В.Г.Алексеев, К.Афанасьев, Л.С.Горбунова, С.А.Носкова, А.В.Демидов и др.

В нашей стране исследования по совершенствованию процессов первичной обработки шерсти проводили tadqiqotlar Х.А.Алимова, М.Т.Ходжиев, М.Кулметов, И.А.Набиева, С.А.Юсупов, Ж.А.Каюмов Ф.Б.Исмоилов, С.М.Элмонов и др.

Исследования, проводимые учеными, посвящены изучению специфических свойств шерсти, определению ее физико-механических свойств, использованию и совершенствованию химических технологий в процессе обработки. Сегодня на повестке дня стоит создание ресурсосберегающих, эффективных конструкций и технологий мойки шерсти. Исследований по совершенствованию конструкций моечных машин, созданию рациональных конструкций деталей рабочих органов и обоснованию режимов работы с учетом характеристик шерсти проведено недостаточно.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно – исследовательских работ Ташкентского института текстильной и легкой промышленности в рамках государственного гранта №7/275-«Разработка комплекса оборудования по переработке овечьей шерсти».

Целью исследования является создание усовершенствованной конструкции ресурсосберегающей машины для мойки шерсти, ее отжимного устройства, в теоретическом и практическом обосновании показателей их работы.

Задачи исследования:

анализ научных исследований, проведенных по конструкциям шерстомоечного оборудования и их совершенствованию;

определение конструктивных параметров ресурсосберегающей машины для мойки шерсти на основе теоретического анализа движения потока шерсти;

создание высокоэффективной конструкции устройства, отжимающего жидкость от шерсти между промывными барками и определение ее рациональных параметров;

внедрение в производство усовершенствованной ресурсосберегающей машины для мойки шерсти.

Объектом исследования является моечная машина для сырой шерсти.

Предметом исследования являются кинематические и динамические параметры шерстомоечной машины, обоснование ее конструктивных элементов рабочего органа, изучение технологии очистки и отжима шерсти, а также эксплуатационные показатели машины.

Методы исследования. В процессе исследования использовались фундаментальные основы теоретической и прикладной механики, методы математической статистики и полнофакторного планирования экспериментов, методы вычислительной математики и целевые компьютерные программы.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

при первичной обработке местного шерстяного сырья усовершенствована конструкция шерстомоечной машины на основе уменьшения приводного механизма и емкости, а также определены рациональные показатели отжимного устройства, исходя из законов движения потока шерсти;

получены уравнения движения потока шерсти под действием прогонных граблей в моечной барке и при отжиме между отжимающим барабаном и сетчатой поверхностью, учитывающие совокупность геометрических, кинематических и динамических параметров технологического процесса и оборудования;

выявлены закономерности изменения перемещения потока шерсти от времени при контакте с различной длиной прогонных граблей и их линейной скоростью, а также в процессе отжима в зависимости от зазора, угловой скорости и диаметра отжимающего барабана;

на основе построения и анализа регрессионной модели методом наименьших квадратов, разработаны рациональные значения конструктивных и технологических показателей усовершенствованной машины.

Практические результаты исследования состоят в следующем:

разработана компактная усовершенствованная конструкция шерстомоечной машины и доказана ее высокая эффективность, достигаемая также за счет высокопроизводительного устройства для отжима при первичной обработке шерсти;

получена высокая эффективность мойки шерсти за счет обоснования рациональной длины прогонной грабли $l = 250\text{ мм}$ и её линейной скорости $v_2 = 15\text{ м/с}$, выраженная в полном смешивании шерсти с моющим раствором;

улучшены условия отжима шерсти и повысилась его эффективность за счет рифленного отжимного барабана, поверхность которого препятствует скольжению шерсти при её движении по сетчатой поверхности под давлением и предотвращает наматывание шерсти на барабан, в результате остаточная влажность отжимной шерсти снизилась с 65-70 до 56-60%;

определены рациональные значения диаметра отжимающего барабана $d = 250\text{мм}$, его угловой скорости $\omega = 16\text{с}^{-1}$ мм и зазора $\Delta x = 3\text{мм}$ между отжимным барабаном и сетчатой поверхностью.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждается совместимостью теоретических и экспериментальных данных, полученных при усовершенствовании шерстомоечной машины, положительными результатами апробации и внедрения в производство, адекватностью моделей по критериальным оценкам, применением стандартизованных методов и средств измерений с статической обработкой данных экспериментов.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов диссертационной работы состоит в аналитическом исследовании кинематики и динамики работы органов шерстомоечной машины, позволившими обосновать рациональные значения конструктивных параметров оборудования и режимных элементов технологического процесса.

Практическая значимость проведенного исследования заключается в создании усовершенствованной конструкции шерстомоечной машины, отличающейся высокоэффективными устройствами для перемещения и отжима потока шерсти в моечной барке и обеспечивающей эффективную очистку шерсти при сокращенном потреблении электроэнергии и воды.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных научно-практических результатов по совершенствованию отжимного устройства моечной машины:

получен патент Агентства интеллектуальной собственности на полезную модель устройства для отжима шерсти (Устройство для отжима шерсти в шерстомойной барке UZ № FAP 02351 2023г.), в результате создана эффективная конструкция машины для мойки шерсти, создано устройство отжима;

отжимное устройство машины для мойки шерсти внедрено в 2023 году на предприятии ЧП «Окбутаева Зулхумор» в системе Комитета «Iprakchilik va jun sanoatini rivojlantirish» (Справка от 9 апреля 2024 года 1-1/287 Комитет «Iprakchilik va jun sanoatini rivojlantirish»). Внедрение в производство результатов научных исследований привело к снижению остаточной влажности отжатой шерсти до 55-60%, что позволило снизить потребление электроэнергии и воды.

Апробация результатов исследования.

Полученные научные результаты прошли апробацию на 11 научно-технических конференциях, в том числе на 8 международных и 3 республиканских.

Публикация результатов исследований. Всего по теме диссертации опубликовано 18 научных работ, в том числе 7 научных статей, 3 статьи опубликованы в научных изданиях, рекомендованных к публикации диссертаций (PhD) Республики Узбекистан, кроме того, 3 в республиканском и 1 в зарубежных журналах, а также получен 1 патент на полезную модель Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 108 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, описаны цели и задачи, объект и предмет исследования, приведено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан, описаны научная новизна и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения по внедрению результатов исследования в практику, даны сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием «**Конструкции моечных машин шерстяного сырья и их отличительные особенности**» проведен анализ литературных источников, а также рассмотрены исследования по повышению эффективности мойки и отжима шерсти в шерстомоечных машинах. Также были изучены конструктивные особенности существующих машин для мойки шерсти в результате воздействия движущихся (прогонных) граблей на волокна шерсти. Проведен анализ теоретических и экспериментальных исследований по совершенствованию моечной машины.

По результатам анализа обоснована необходимость повышения эффективности отжима шерстомоечной машины и создания ресурсосберегающей конструкции, а также определены цели и задачи диссертационной работы.

Во второй главе диссертации под названием «**Теоретическое исследование движения шерсти в моечной машине**» рассмотрены траектории движения шерсти и граблей в барке моечной машины (рис.1), силы реакции, возникающие в процессе отжима, влияние зазора h между отжимным барабаном и сетчатой поверхностью от степени отжима шерсти отжимным барабаном и зависимость изменения зазора h между сетчатой поверхностью от изменения сил реакции между ними, а также проанализированы внешние силы, возникающие в процессе отжима между отжимным барабаном и сетчатой поверхностью (рис. 2). В каждой моеющей барке устанавливают по три в ряд прогонные грабли, перемещающие шерсть через барку и промывающие ее. Эти грабли смешивают моеющий раствор в

барке. После отжима шерсти из последней барки, остаточная влажность не должна превышать 65-70%.

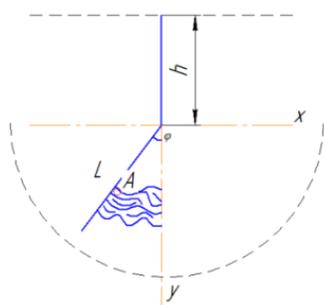


Рис. 1. Траектория движения потока шерсти на поверхности прогонной грабли

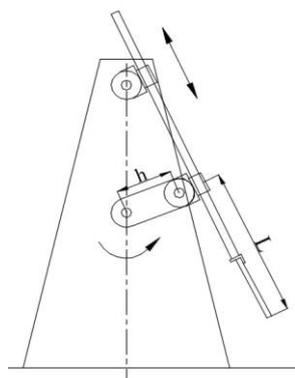


Рис. 2. Прогонные грабли в моечной барке

Три прогонные грабли, расположенные последовательно в моечных барках, передают поток шерсти друг другу. При перемещении грабли по закону гиперболы расстояние Δh увеличивается с помощью эксцентриковой передачи и происходит возвратно-поступательное движение в вертикальном направлении по закону $\phi(t) = h \cdot \sin(\gamma \cdot t)$.

Для составления дифференциальных уравнений при движении потока шерсти в плоскости ОХУ использована функция Лагранжа. Считая, что поток шерсти в моющем растворе движется по длине барки, в точке А рассчитываем координаты в осях ОХУ:

$$\begin{cases} X = L \cdot \sin \varphi \\ Y = h \cdot \cos(\gamma \cdot t) + L \cdot \cos \varphi \end{cases} \quad (1)$$

где L -длина движущейся (прогонной) грабли, мм; h - высота подъема прогонной грабли, мм; γ -относительный угол поворота при вращении, рад/с; t -время, с.

Функция Лагранжа для рассматриваемой системы непрерывной подачи потока шерсти в следующую граблю будет выглядеть так:

$$\Phi = \frac{m}{2} \cdot (\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + \Pi(x, y) \quad (2)$$

где m - масса шерсти, кг; \dot{x} , \dot{y} -скорости движения потока по оси; $\Pi(x, y)$ - движение потока шерсти в потенциальном поле под влиянием прогонных граблей.

Подставив вместо k его значение, определенное по переменным- скорости и длине грабли, получено уравнение движения потока шерсти по оси x под воздействием сил, действующих на поверхности грабли на поток шерсти под влиянием колебания в вертикальном направлении вдоль оси OX , длины грабли и угловой скорости:

$$X = \frac{g_0}{2 \cdot k} \cdot sh \sqrt{L \cdot h \cdot \gamma^2 \cdot \cos(\gamma \cdot t) + g \cdot L \cdot t} \quad (3)$$

где g_0 - начальная скорость прогонных граблей, м/с; введено обозначение $L \cdot h \cdot \gamma^2 \cdot \cos(\gamma \cdot t) + g \cdot L = k^2$; sh - гиперболический синус; L - длина прогонных граблей, мм; h - высота подъема прогонных граблей, мм; γ - относительный угол поворота при вращении рад/с; t - время с; g - ускорение свободного падения, м/с².

Используя зависимость движения шерсти вдоль барки от длины грабли и линейной скорости, для обеспечения непрерывного потока шерсти через последовательно расположенные грабли, проведен графический анализ с использованием программы «Maple» (рис. 3).

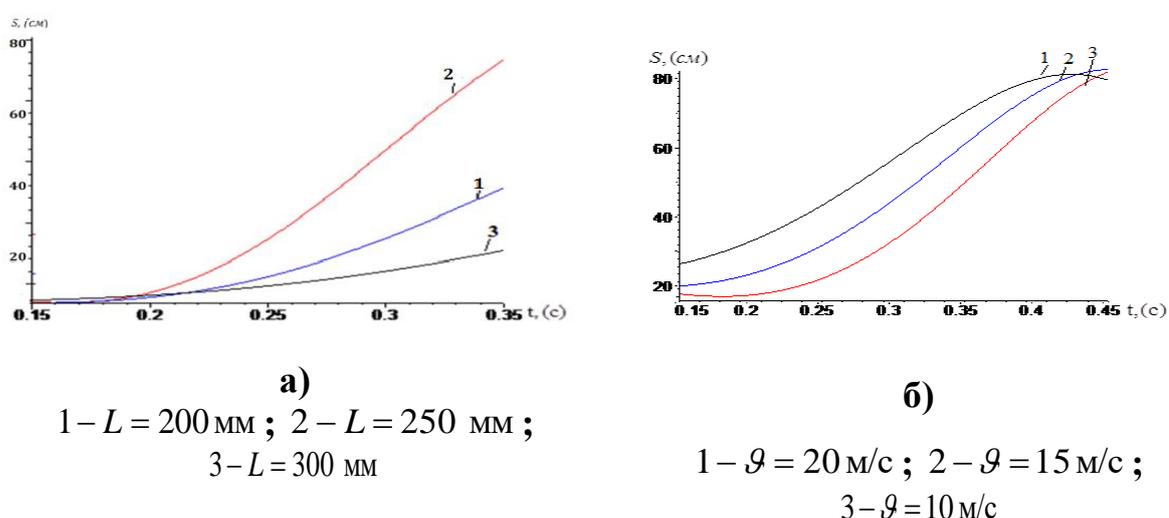


Рис. 3. Зависимости перемещения S шерсти вдоль барки от времени t для различной длины грабли (а) и линейной скорости грабли (б)

Как видно из графиков, степень погружения грабли до уровня воды в барке, то есть при ее длине $L = 200$ мм мала и не может полностью зацепить шерсть граблей. В результате, поток шерсти опускается на дно барки и скапливается. Если длина грабли $L = 300$ мм, то траектория ее движения будет недостаточна для обеспечения непрерывности шерсти. Нормальное значение длины грабли принято считать $L = 250$ мм, при этом поток шерсти движется непрерывно, не останавливаясь, вдоль моющей барки. Проанализированы различные значения линейной скорости грабли при движении потока шерсти вдоль барки $g_1 = 20$ м/с ; $g_2 = 15$ м/с ; $g_3 = 10$ м/с.

В случае, если линейная скорость грабли равна $g_1 = 20$ м/с, скорость потока шерсти будет быстрее нормы, а время ее пребывания в барке сократится, а этого времени будет недостаточно для полного отделения примесей от шерсти. Если линейная скорость грабли равна $g_3 = 10$ м/с, эта величина считается малой, а моющий раствор и шерсть смешиваются не полностью. Во время продвижения потока шерсти к следующей грабле, они накапливаются. В результате доставки лишней шерсти из барки в бункер

было замечено, что шерсть скопилась на дне барки. При перемещении потока шерсти через барку, линейная скорость грабли, равная $\vartheta_2 = 15 \text{ м/с}$, будет оптимальной. Поток шерсти в барке непрерывно передавался в ряд граблей, при этом было обнаружено, что шерсть полностью смешивалась с моющим раствором, и достигалась высокая эффективность мойки.

Шерсть промывают в моющем растворе в пяти барках, расположенных последовательно. Известно, что при попадании шерсти в моющий раствор на нее действуют сила сопротивления F_q . Эта сила возникает, когда колки движущейся грабли соприкасаются с потоками шерсти. Сила сопротивления зависит от скорости движения тела, его линейных размеров и геометрической формы, а также коэффициента внутреннего трения среды (рис. 4).

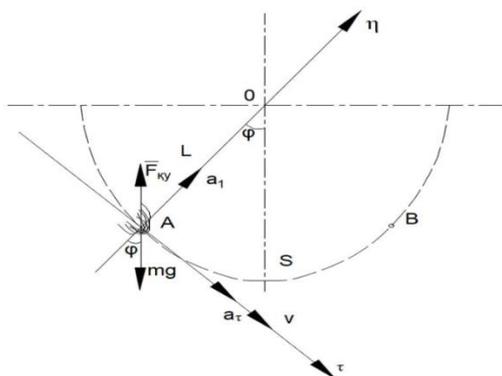


Рис. 4. Силы, возникающие под действием граблей на поток шерсти в моечной машине

Определим силу сопротивления потоку шерсти:

$$F_q = \frac{mv^2}{L \cdot \cos \varphi} + mg \quad (4)$$

Установлено, что передача через угол обхвата потока шерсти под воздействием грабли, зависит от длины и угловой скорости грабли:

$$\varphi = \frac{\varphi_0}{a} \cdot \cos \frac{\vartheta}{L} \cdot t \quad (5)$$

где ϑ -скорость прогонной грабли, м/с; L -длина прогонной грабли мм; t -время, с; введено обозначение $a = \frac{\vartheta}{L}$; φ -угол прогонной грабли при передаче потока шерсти, рад.

В результате теоретического анализа сил установлено, что максимальные значения сил, действующих на клочки шерсти, достигаются при перемещении шерсти вдоль барки в результате возвратно-поступательного движения граблей в моющем растворе. Когда скорость и длина граблей доходят до рациональных значений, эффективность мойки увеличивается.

В результате анализа было установлено, что в процессе отжима между отжимным барабаном и сетчатой поверхностью, на шерсть действуют следующая система сил (рис. 5): F_u - центробежная сила, $F_{упр}$ - сила упругости,

$F_{тр.}$ - сила трения, $F_{кор.}$ - кориолисова сила и G - сила тяжести. Кроме того, образуется угол между скоростью шерсти и угловой скоростью барабана. В результате образуется кориолисова сила. Под действием кориолисовой силы масса волокна m перемещается.

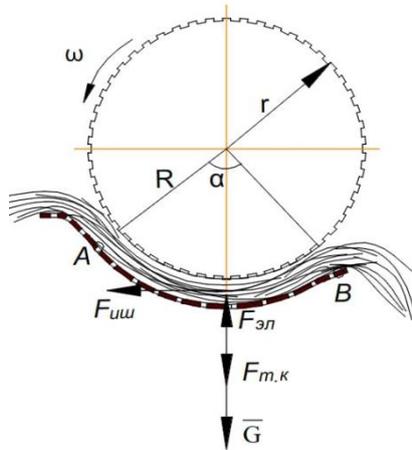


Рис. 5. Силы, влияющие на движение потока шерсти между отжимным барабаном и сетчатой поверхностью

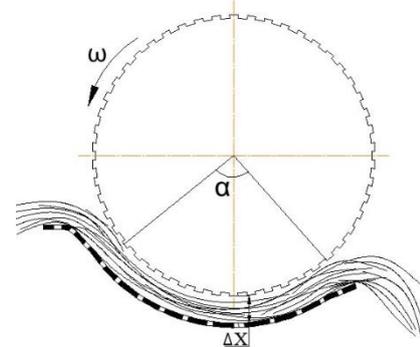


Рис. 6. Поведение потока шерсти при различных зазорах между отжимным барабаном и сетчатой поверхностью

Основываясь на фундаментальных положениях теоретической механики, получаем уравнение движения под действие сил, действующих вдоль $AB = \tilde{S}$ при отжиме потока шерсти между отжимным барабаном и сетчатой поверхностью. При отжиме шерсти, зазор между барабаном и сетчатой поверхностью находится в пределах $\Delta x = 2 \div 5$ мм (рис. 6). Решением дифференциального уравнения находим движение потока шерсти под действием сил, возникающих при отжиме между отжимающим барабаном и сетчатой поверхностью:

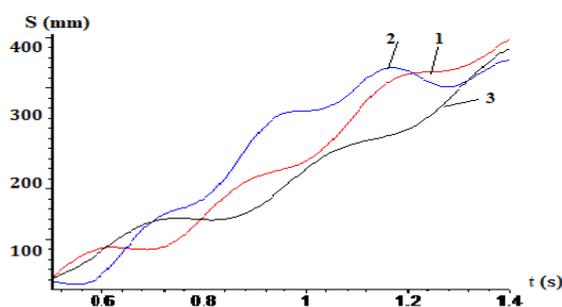
$$S = Ae^{(-\omega + \sqrt{z^2 + \omega^2})t} + Be^{(-\omega - \sqrt{z^2 + \omega^2})t} - \frac{(\omega^2 + \frac{k_1}{m}) \cdot f \cdot g + 2 \cdot \omega^2 \cdot g}{5 \cdot \omega^4 + 2 \cdot \omega^2 \cdot \frac{k_1}{m} + \frac{k^2}{m^2}} \cos \omega t - \frac{(\omega^2 + \frac{k_1}{m}) \cdot g - 2 \cdot f \cdot g \cdot \omega^2}{5 \cdot \omega^4 + 2 \cdot \omega^2 \cdot \frac{k_1}{m} + \frac{k^2}{m^2}} \sin \omega t + \left(\omega^2 \cdot r + \frac{k_1 \cdot \Delta x}{m} \right) \cdot t^2 \quad (6)$$

где S - длина дуги взаимодействия барабана и сетчатой поверхностью, мм; ω -угловая скорость, c^{-1} ; k_1 - жесткость, r -радиус барабана; m -масса шерсти, кг; g -ускорение свободного падения; f -коэффициент трения; Δx -зазор между барабаном и сетчатой поверхностью, мм.

$AB = S$ -длина дуги взаимодействия барабана с сетчатой поверхностью при отжиме потока шерсти составляет 400 мм.

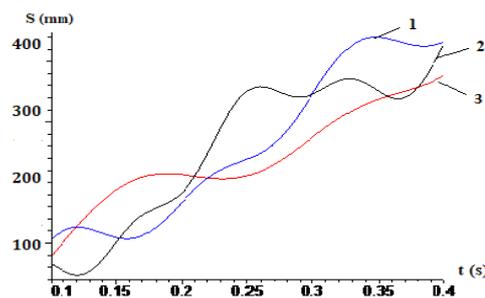
Из уравнения движения с помощью программы Maple построены графики зависимости от зазора между отжимающим барабаном и сетчатой

поверхностью, диаметра барабана и угловых скоростей под действием сил между отжимающим барабаном и сетчатой поверхностью (рис. 7).



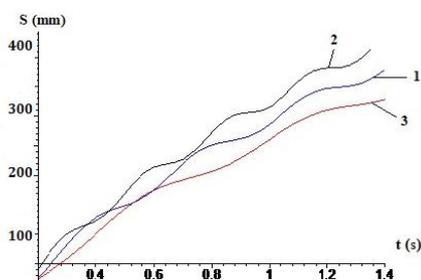
а)

$$1 - \Delta x = 2 \text{ мм}; 2 - \Delta x = 3 \text{ мм}; \\ 3 - \Delta x = 4 \text{ мм}.$$



б)

$$1 - \omega = 12 \text{ с}^{-1} \text{ мм}; 2 - \omega = 16 \text{ с}^{-1} \text{ мм}; \\ 3 - \omega = 20 \text{ с}^{-1} \text{ мм}.$$



в)

$$1 - d = 200 \text{ мм}; 2 - d = 250 \text{ мм}; \\ 3 - d = 300 \text{ мм}$$

Рис. 7. Зависимости перемещения S шерсти по длине дуги взаимодействия отжимающего барабана с сетчатой поверхностью от зазора (а), угловой скорости барабана (б) и диаметра барабана (в)

Анализ графических зависимости, полученных на основе уравнения движения при отжиме потока шерсти между отжимным барабаном и сетчатой поверхностью, свидетельствует о том, что рациональным значением зазора является $\Delta x = 3 \text{ мм}$.

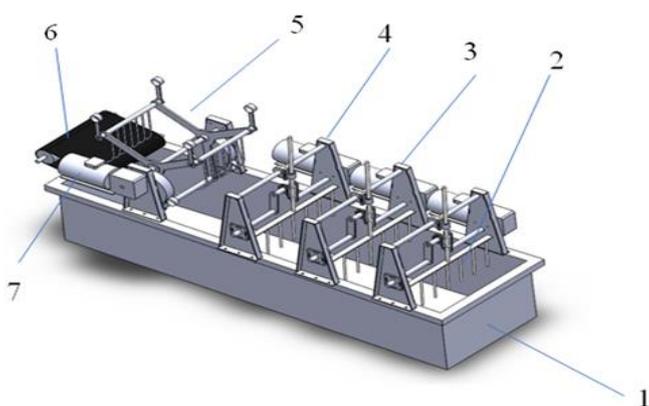
Установлено, что рациональная величина угловой скорости $\omega_2 = 16 \text{ с}^{-1}$, при этом наблюдалось снижение остаточной влажности шерсти и повышение эффективности очистки.

Определено, что диаметр отжимающего барабана имеет рациональную величину $d_2 = 250 \text{ мм}$. В результате значительного увеличения эффективности отжима, улучшилась очистка шерсти. Для усиления эффективности отжима рекомендуется использовать барабаны малого диаметра.

Эффективность отжима шерсти увеличивается вследствие колебательного движения шерсти, происходящего при отжиме шерсти между

рифленным отжимающим барабаном и сетчатой поверхностью. В результате ускоряется процесс отделения моющего раствора из потока шерсти.

В третьей главе диссертационной работы под названием «Усовершенствованная машина для мойки шерсти и параметры её конструкции», представлены состав и конструктивные особенности предлагаемой машины для мойки шерсти.



- 1-моющая барка;
- 2,3,4- прогонные грабли;
- 5-выгрузчик тройчатка;
- 6-подающий транспортер;
- 7-электродвигатель

Рис. 8.
Усовершенствованная барка для мойки шерсти

В результате проведенных научных исследований создана экспериментальная ресурсосберегающая промывочная барка. Усовершенствованные промывочные барки имеют длину 2500 мм, рабочую ширину 600 мм, высоту 515 мм, вместимость одной барки 2,5 м³. Существующие барки моечных машин имеют длину 6630 мм, рабочую ширину 2720 мм, высоту 2110 мм, ёмкость одной барки 8 м³. По сравнению с объемом существующих барок, она в 4 раза меньше, что позволяет организовать мойку шерсти с использованием водосберегающих мини-технологий по регионам (рис. 8).

Моечные (прогонные) грабли (рис. 9) служат для перемещения шерсти по барке. Эти грабли тщательно перемешивают моющий раствор в барке. Они изготавливаются из среднеуглеродистой стали 45. Каждая грабля состоит из коленчатого вала, на котором на подшипниках установлены два держателя вил. Колени коленчатого вала перемещаются на 180° друг относительно друга, так что при вращении грабли поочередно входят в раствор, продвигают шерсть вперед и промывают ее, а затем возвращаются в первоначальное положение.

Длина грабли 250 мм, с 5 прямыми колками. Шерсть переносится предыдущей парой движущихся граблей на следующую пару граблей.

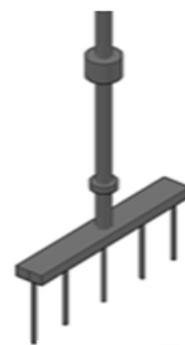
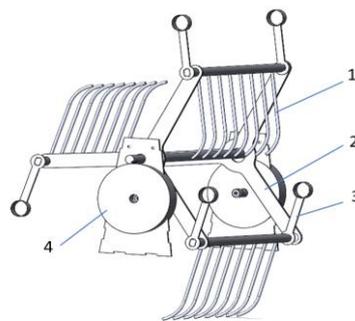


Рис. 9. Моечные (прогонные) грабли

Выгрузатель тройчатка (рис. 10) служит для передачи шерсти на моечное устройство. Он состоит из трёх гребенок, свободно установленных на двух конечных подшипниках качения.



1- колки грабли; 2-тройчатки; 3-рычаг; 4-колесо;

Рис. 10. Выгрузатель тройчатка

Оси граблей прочно закреплены на полукруглых кронштейнах. Наконечники, в свою очередь, установлены на валу, которому придается вращательное движение. Длина наконечников 310 мм, количество 7 штук. Колки наконечников слегка изогнуты для лучшего захвата шерсти. При движении вил серповидные рычаги касаются валика, перекатываются по нему и принимают устойчивое положение, необходимое для вытягивания шерсти из раствора в отжимное устройство.

Чтобы отделить моющий раствор от первоначально обработанной шерсти, его скорость должна быть больше скорости шерсти. На скорость движения моющего раствора влияет давление в зоне контакта барабанов и сетчатой поверхностью, а также свойства отжимаемой шерсти и жидкости. Степень отжатия шерсти определяют по следующей формуле:

$$W_{\text{отж}} = \frac{G_M - G_{B.C.}}{G_{B.C.}} \cdot 100\% \quad (7)$$

где, G_M - масса влажной шерсти;
 $G_{B.C.}$ - масса сухой шерсти.

Представлены результаты исследований по использованию в отжимном устройстве вместо пары барабанов рифлённого отжимного барабана и окружающей его сетчатой поверхности (рис. 11). Рифлёная поверхность отжимающего барабана препятствует скольжению шерсти при ее движении по сетчатой поверхности под давлением, а также предотвращает наматывание шерсти на барабан, что улучшает условия отжима шерсти и повышает его эффективность.

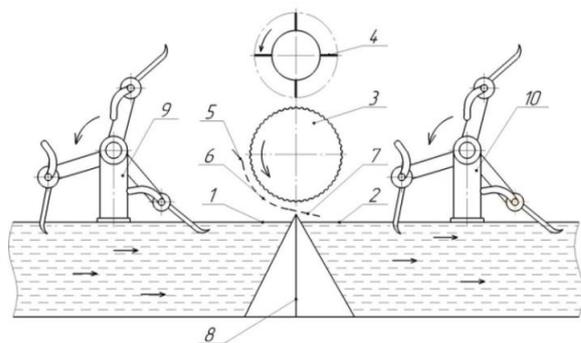


Рис. 11. Конструктивная схема моечной барки (1-вариант)

- 1, 2- барки, расположенные рядом: спереди и сзади по направлению движения шерсти;
- 3-рифленый отжимной барабан
- 4-планчатый барабан;
- 5-сетчатая поверхность;
- 6-часть сетчатой поверхности над передней баркой;
- 7-часть сетчатой поверхностью над следующей баркой;
- 8-соединительная линия;
- 9-выгрузной механизм;
- 10-направляющий механизм

В работе рассмотрено положение отжимного устройства в стыке промывных барок (рис. 11), а также конструкция, где барки не соединены между собой и попадает в канал сточных вод отжатый промывной раствор потока (рис. 12). В этом случае вода, отжатая из шерсти, не попадает в барки для мойки. В процессе отжима шерсти влажные комки навоза выводятся с грязным моющим раствором. Эти примеси и то, что отжатый моющий раствор не попадает в барки, существенно влияют на длительность срока службы моющего раствора и, как следствие, на снижение расхода воды и эффективности мойки.

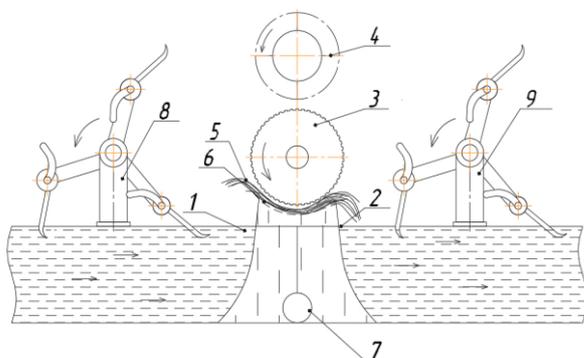


Рис. 12. Конструктивная схема моечной барки (2-вариант)

- 1,2-барки, расположенные рядом: спереди и сзади по направлению движения шерсти;
- 3-рифленый отжимной барабан;
- 4-планчатый барабан;
- 5-отжимаемая шерсть;
- 6-сетчатая поверхность;
- 7-сточный канал;
- 8-выгрузной механизм;
- 9-направляющий механизм.

Сравнительные испытания двух разных вариантов отжимающих устройств в моющей барке показали, что тот факт, что отжатый раствор не попадает в барки, способствует длительному сроку службы моющего раствора. Также в существующем и разрабатываемом отжимном устройстве остаточная влажность шерсти снижается на 10...15 % (таблица 1). При этом работоспособность машины увеличивается с 5 часов до 8 часов, улучшается качество мойки за счет удаления плохо растворимых загрязняющих веществ, затраты воды и энергии снижаются на 15 %. Поэтому очень важно разработать рациональную конструкцию отжимного устройства, входящего в промывную систему.

Таблица 1

Сравнение экспериментальных показателей отжимного устройства

№	Название показателей	Значения показателей отжимного устройства	
		Моечной барки (1-вариант)	Моечной барки (2-вариант)
1	Влажность шерсти перед отжимом, %	100	100
2	Остаточная влажность шерсти после отжима, %	58	56
	грубой	62	60
	полугрубой		

Был проведен полнофакторный эксперимент по изучению зависимости влажности шерсти от диаметра отверстий сетчатой поверхности, диаметра отжимного барабана и зазора между отжимным барабаном и сетчатой поверхностью (таблица 2).

Таблица 2

Входящие факторы и интервалы их изменения

№	Наименование, единица измерения факторов	Закодированный символ	Фактическое значение фактора			Интервал изменения
			-1	0	+1	
1	X_1 – диаметр отверстия сетчатой поверхности, d [мм]	X_1	1	2	3	1
2	X_2 – диаметр отжимного барабана – d [мм]	X_2	200	250	300	50
3	X_3 – зазор между отжимным барабаном и сетчатой поверхностью – h [мм]	X_3	2	3	4	1

Однородность дисперсии определяли с помощью критерия Кохрена и проверяли сравнением со значениями в таблице

$$G_p = 0,290 < G_{таб.} = 0,5157.$$

В качестве выходного параметра: Y_R —влажность шерсти.

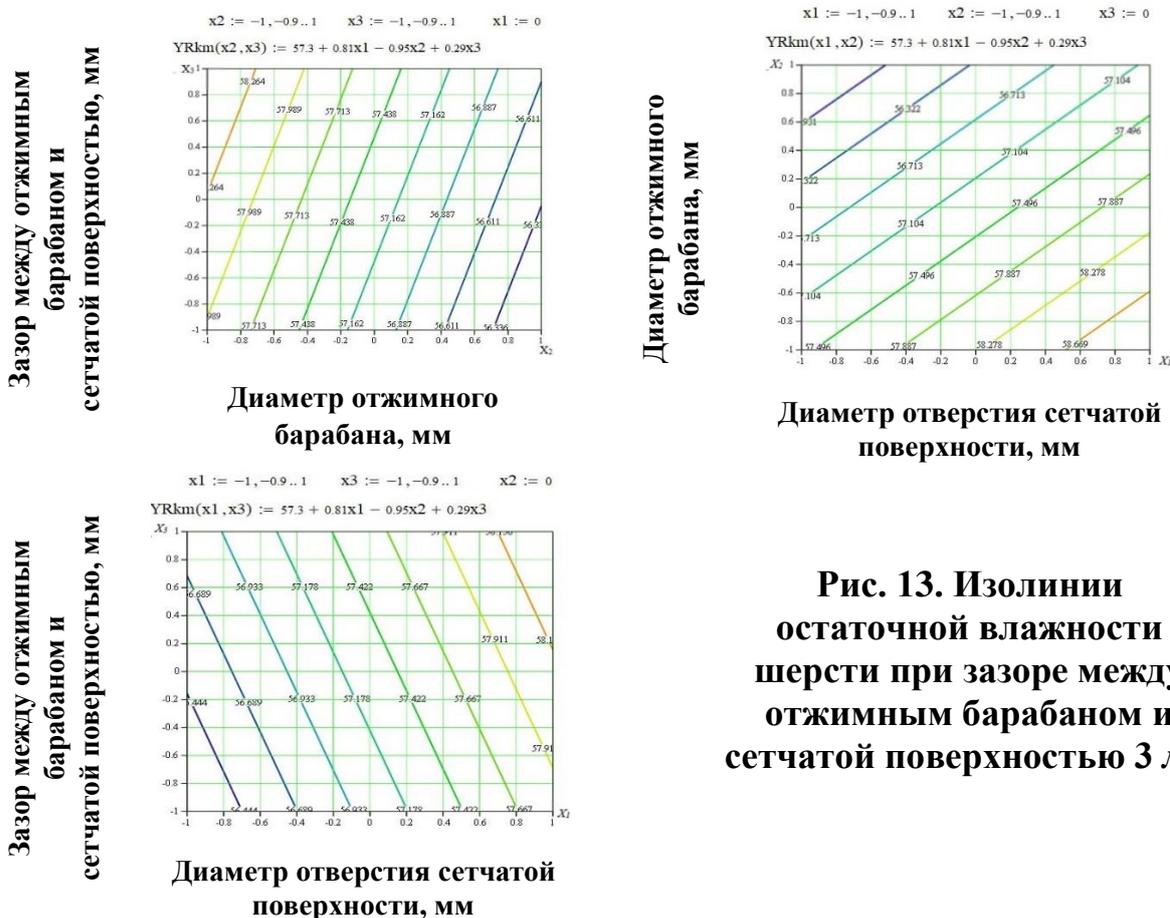
Для получения окончательного вида математической модели, значимость коэффициентов определялась по критерию Стьюдента.

$$Y_R = 57,3 + 0,81X_1 - 0,95X_2 + 0,29X_3$$

Для проверки адекватности полученной модели использовали критерий Фишера. Поскольку $F_p = 2,25 < F_{таб.} = 3$, то модель является адекватной.

Графики зависимостей влажности шерсти могут быть получены из геометрического анализа результатов полнофакторных экспериментов. Значения факторов X_1 , X_2 и X_3 можно разместить на осях координат. Поочередно входные значения X_1 , X_2 и X_3 будут фиксированными. В любом случае поверхность задана в трехмерном пространстве, а значения выходных параметров неизменны. Для получения результирующей величины берется интервал значений факторов. Построены изолинии с сохранением любого фактора, например, $X_2 = const$.

Изолинии остаточной влажности отжатой шерсти представлены на (рис. 13).



Как видно из графиков, существует линейная зависимость между остаточной влажностью отжатой шерсти, диаметром отверстий сетчатой поверхности и диаметром отжимного барабана. Если значения увеличиваются в этом диапазоне, остаточная влажность шерсти увеличивается и эффективность мойки снижается.

Таблица 3

Результаты сравнительных экспериментальных исследований технологических процессов мойки шерсти

Показатели	Существующий технологический процесс	Предлагаемый технологический процесс
Влажность шерсти после отжима, %	65-70	55-60
Расход воды в барках за смену, м ³	59,6	14
Потребление оборотной воды, %	70	80
Выход мытой шерсти, %	64-66	60-62
Производительность машины, кг/ч	700-800	400-450
Энергопотребление машины кВт	13	4,2

В таблице 3 показаны результаты сравнительных экспериментов по определению эффективности предлагаемого технологического процесса и оборудования для мойки шерсти. Установлено существенное преимущество по ряду технологических показателей, свидетельствующих об эффективности созданной ресурсосберегающей технологии.



а)



б)

Рис. 14. Образцы грубой и полугрубой шерсти, использованных в экспериментальных исследованиях: образец шерсти до мойки (а) и образец шерсти после мойки (б)

В четвертой главе диссертации, озаглавленной **«Исследование усовершенствованной машины для мойки шерсти в условиях производства»**, представлены результаты испытаний предлагаемой машины для мойки шерсти и отжимного устройства на предприятии ЧП «Окбутаева Зулхумор» в Дехканабадском районе Кашкадарьинской области.

Для определения эффективности отжимного устройства использовали весеннюю и осеннюю шерсть.

В результате применения усовершенствованной конструкции шерстомоечной машины и отжимного устройства остаточная влажность шерсти после отжима снижается с 65 - 70 до 55...60%.

В результате проведенных экспериментов эффективность весенней очистки шерсти составила 94,5%, производительность 450 кг/час. Эффективность очистки осенней шерсти составила 92-95% (рис. 14).

При нормальном отжиме промытой шерсти после каждого цикла мойки степень отделения примесей в каждом барке составляла 16-18%.

Использование в усовершенствованной мини-технологической машине для мойки шерсти и отжимном устройстве в виде рифленного отжимного барабана и окружающей его сетчатой поверхности, обеспечивается полный отжим шерсти, а также более эффективное удаление труднорастворимых загрязнений. Также снижается расход воды и обеспечивается уменьшение энергоресурсов, затрачиваемых на участке сушки шерсти и, соответственно повышается эффективность мойки и цена шерсти, что дает существенный экономический эффект.

В результате внедрения предлагаемой моечной машины экономическая эффективность составила 150079,18 тыс. сум за счет сокращения потребления электроэнергии и воды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования, проведенного по диссертационной работе на тему «**Совершенствование рабочих органов моечной машины для шерсти**», сделаны следующие выводы:

1. Создана усовершенствованная ресурсосберегающая шерстомоечная машина, имеющая небольшие габариты с научно обоснованными параметрами рабочих органов и высокие эксплуатационные показатели (эффективность очистки, остаточная влажность, расход воды в барках, энергопотребление).

2. В результате теоретических исследований получены закономерности движения потока шерсти в барке в зависимости от геометрических и кинематических параметров устройства, найдены силы и уравнения траекторий, соответствующие отжиму, а также определены рациональные параметры шерстомоечной машины.

3. В существующих моечных барках вместо пары отжимающих барабанов предложена конструкция рифленного отжимного барабана, планчатый барабан с верхней направляющей и отжимное устройство с сетчатой поверхностью под отжимающим барабаном для отжима шерсти.

4. Математическим моделированием на основе полнофакторного эксперимента установлены рациональные значения следующих факторов: зазор между отжимающим барабаном и сетчатой поверхностью составляет 3 мм, диаметр отжимающего барабана 250 мм, диаметр отверстия сетки 2 мм.

5. Получены оптимальные значения длины прогонных граблей $L = 250$ мм и линейной скорости $v_2 = 15$ м/с, обеспечивающие непрерывный поток шерсти без скопления её на дне барке при полном смешивании с моющими растворами, что гарантирует высокую эффективность мойки.

6. Результаты экспериментов на усовершенствованной шерстомоечной машине, проведенных в производственных условиях на предприятии ЧП «Окбутаева Зулхумор» в Дехканабадском районе Кашкадарьинской области, свидетельствуют о том, что рекомендуемое отжимное устройство в моечных барках обеспечивает эффективность очистки весенней шерсти 94,5%, а осенней шерсти 92-95%.

7. В результате применения усовершенствованных конструкций рабочих органов шерстомоечной машины достигнута высокая эффективность технологического процесса, выраженная в снижении остаточной влажности отжимной шерсти с 65-70 до 55-60%.

8. Экономическая эффективность от внедрения в производство предлагаемой усовершенствованной конструкции шерстомоечной машины составила 150079,18 тыс.сум, полученная за счет существенного сокращения потребления электроэнергии и воды.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.08.01 ON AWARDING OF
THE SCIENTIFIC DEGREES AT TAS'HKENT INSTITUTE OF TEXTILE
AND LIGHT INDUSTRY**

TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY

TUGUZBAYEVA ROBIYA BERDIMURATOVNA

IMPROVING THE WORKING PARTS OF A WOOL WASHING MACHINE

05.02.03 - Technological machines. Robots, mechatronics and robotics systems

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2024

The theme of doctor of philosophy (PhD) of technical science dissertation is was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan in under number B2023.2.PhD/T3679.

The dissertation carried out at Tashkent institute of textile and light industry.

The abstract of dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the website of Tashkent institute of textile and light industry (www.titli.uz) and the website of “ZiyoNet” information and educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific advisor: **Khakimov Sherkul Shergoziyevich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Baxadirov Gayrat Atakhanovich**
doctor of technical sciences, professor

Mamatova Dilrabo Alisherovna
doctor of technical sciences, docent

Leading organization: **Namangan Institute of Engineering Technology**

The defense of the dissertation will take place on “ ” 2024 at hours at the meeting of Scientific council DSc.03/30.12.2019.T.08.01 at the Tashkent institute of textile and light industry (Address: 222 audience, 2 floor, 5, Shokhjakhon street, Yakkasaray district, Tashkent, 100100. Tel.: (99871) 253-06-06, 253-08-08, fax (99871) 253-36-17, e-mail: titlp_info@edu.uz).

The dissertation could be reviewed at the Information-resource center (IRC) of the Tashkent institute of textile and light industry (registered № 188). Adress: 100100, Tashkent, Yakkasaray district, 5, Shokhjakhon street. Tel.: (99871) 253-08-08.

Abstract of the dissertation sent out on 2024 year.
(mailing report № on 2024 year).

Kh.Kh.Kamilova
Chairman of the scientific council on awarding
scientific degrees, doctor of technical sciences

A.Z.Mamatov
Scientific secretary of scientific council awarding
scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

N. R.Khankhadjayeva
Deputy chairman of the Academic seminar under the scientific council
awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of the PhD dissertation)

The purpose of the research is to create an improved design of a resource-saving machine for washing wool, its squeezing device, in theoretical and practical substantiation of their performance indicators.

The objects of research is a washing machine for raw wool are.

The scientific novelty of the research work is as follows:

during the primary processing of local wool waste, the design of the wool washing machine was improved based on a reduction in the drive mechanism and capacity, and rational indicators of the step-by-step structure were determined based on the laws of movement of the wool flow;

equations of movement of wool flow under the action of a running rake in my barge and during spinning of medium rams and net surfaces were obtained, taking into account the totality of geometric, kinematic and dynamic parameters of the technological process and equipment;

patterns of changes in the movement of wool flow over time upon contact with different lengths of the running rake and their linear speed, as well as during the squeezing process, depending on the gap, angular speed and diameter of the squeezing drum were identified;

Based on the construction and analysis of a regression model using the least squares method, rational values for the design and technological indicators of the improved machine were developed.

Practical novelty of the research work is as follows:

a compact, improved design of a wool washing machine has been developed and its high efficiency has been proven, also achieved through a high-performance device for spinning during the primary processing of wool;

high efficiency of wool washing was obtained by substantiating the rational length of the rake's runs $l = 250\text{mm}$ and its linear speed $g_2 = 15\text{m/s}$, expressed in complete mixing of the wool with the washing solution;;

The conditions for squeezing wool have been improved and its efficiency has increased due to the corrugated squeezing drum, the surface of which prevents the wool from sliding when it moves along the mesh surface under pressure and prevents the wool from wrapping around the drum, as a result, the residual moisture content of the squeezing wool has decreased from 65-70 to 56-60%;

rational values for the diameter of the squeezing drum $d = 250\text{mm}$, its angular velocity $\omega = 16\text{c}^{-1}$ mm and the gap $\Delta x = 3\text{mm}$ between the squeezing drum and the mesh surface were determined.

Implementation of research results. Based on this, scientific and practical results were obtained to improve the squeezing device of the washing machine:

a patent from the Intellectual Property Agency was received for a useful model of a device for squeezing wool (Device for squeezing wool in a wool-washing barge UZ №FAP 02351 2023), as a result an effective design of a machine for washing wool was created, a squeezing device was created,

the squeezing device of the machine for washing wool was introduced in 2023 at the private enterprise “Okbutaeva Zulhumor” in the system of the “Committee for the development of cericulture and wool industry” (Certificate dated April 9, 2024 1-1/287 “Committee for the development of cericulture and wool industry”). The introduction of scientific research results into production led to a reduction in the residual moisture content of the pressed wool to 55-60%, which made it possible to reduce energy and water consumption.

Approbation of research results. The scientific results obtained were tested at 11 scientific and technical conferences, including 8 international and 3 republican ones.

The publication of the research results. In total, 18 scientific works were published on the topic of the dissertation, including 7 scientific articles, 3 articles were published in scientific publications recommended for publication of dissertations (PhD) of the Republic of Uzbekistan, in addition, 3 in the republican and 1 in foreign journals, and 1 patent was received. for a utility model of the Republic of Uzbekistan.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 108 pages.

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

I bo'lim (част; part)

1. Тугузбаева Р.Б., Хакимов Ш.Ш., Водосберегающая малогабаритная машина для мойки шерсти// *Universum: технические науки.* 6(87), Москва-2021. doi-10.32743/UniTech.2021.87.6.11976. С-83-85. (02.00.00; №1).
2. Хакимов Ш. Ш., Тугузбаева Р.Б., Исмоилов Ф.Б. Устройство для отжима шерсти в моечной барке// *Universum: технические науки.* 12(105), Москва-2022. doi-10.32743/UniTech.2022.105.12.14771. С.19-22. (02.00.00;№1)
3. Tuguzbayeva R.B., Khakimov Sh. Sh., Optimal distribution of the processed wool mass in squeezing rollers to ensure better process efficiency//. *SCIENCE AND INNOVATIVE DEVELOPMENT.* ISSN: 2181-9637. №6. 2023. 39-46-pp. (05.00.00; №1).
4. Тугузбаева Р.Б., Хакимов Ш. Ш. Development of the Design of an Extractor to Increase the Efficiency of Wool Washing// *Amaliy va fundamental tadqiqotlar jurnali.* ISSN:2992-8923. 5 (2024). 23-28-pp. (IF: 10,8).
5. Хакимов Ш. Ш., Тугузбаева Р.Б., Абдихамидов Н.У. Усовершенствование машины для мойки шерсти// *Научный журнал «Cognitio rerum»* ISSN (p) 2412-9489 / ISSN (e) 2542-1026. 2022- №6. С-24-27.
6. Тугузбаева Р.Б., Хакимов Ш. Ш. Жунни ювиш жараёни тахлили// *Tadqiqot.uz.* Техника фанлари-электрон журнали. 4-жилд, 3-сон. 2021-йил.
7. Тугузбаева Р.Б., Хакимов Ш. Ш. Ўзбекистонда жун хомашёсини тайёрлаш// *Tadqiqot.uz.* Техника фанлари-электрон журнали. 4-жилд, 1-сон. 2021-йил.
8. Фойдали моделга патент. UZ FAP №02351. Жун ювиш қозонида жунни сиқиш мосламаси// Тугузбаева Р.Б., Хакимов Ш.Ш., Исмоилов Ф.Б., Махаммадиев З.О., Жураев Ж.Б. Расмий ахборотнома-2023.- Бюл. №11.

II bo'lim (част; part)

9. Tuguzbayeva R.B., Hakimov Sh. Sh., Axmedova Z.U. Junni gidrodinamik tozalash//. *Paxta tozalash, to'qimachilik, yengil sanoat, matbaa ishlab chiqarish texnika-texnologiyalarni modernizatsiyalash sharoitida iqtidorli yoshlarning innovatsion g'oyalari va ishlanmalari.* Respublika ilmiy–amaliy anjumani maqolalar to'plami. Toshkent. TTYSI. 20-21 oktyabr.-2021. 304-306 b.
10. Тугузбаева Р.Б., Хакимов Ш.Ш. Анализ отжима шерсти между барок моеющего агрегата// *Поколение будущего: Взгляд молодых ученых-2022.* Сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции. Том 5. .-Курск: Юго-Зап. гос. ун-т. 10-11 ноября. -2022г. ISBN978-5-907627-95-6. -С.289-292.

11. Tuguzbayeva R.B., Hakimov Sh.Sh. Takomillashtirilgan yuvish texnologiyasida jun ifloslik darajasining o'zgarishi// Soha korxonalari uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda milliy va xorijiy tajribalar// mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman to'plami. 1-qism. Toshkent. TTYSI. 2022-y. 109-111 b.

12. Тугузбаева Р.Б., Хакимов Ш.Ш. Исследование выгрузки шерсти из моющей жидкой среды// 2-я Всероссийская научная конференция перспективных разработок. Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых. Том 5. Курск: Юго-Зап. гос.ун-т, 1-декабря. -2021. ISBN978-5-907356-97-0. -С.314-316.

13. Tuguzbayeva R.B., Hakimov Sh. Sh. Jun xomashyosini yuvish// Fan, ta'lim, ishlab chiqarish integratsiyalashuvi sharoitida paxta tozalash, to'qimachilik, yengil sanoat, matbaa ishlab chiqarish innovatsion texnologiyalari dolzarb muammolari va ularning yechimi. Respublika ilmiy-amaliy anjumani maqolalar to'plami. 1-qism. Toshkent. TTYSI, 21-22 aprel. -2021. 117-119 b.

14. Хакимов Ш. Ш., Тугузбаева Р.Б. Жунни дастлабки ишлашда ювиш жараёни кўрсаткичлари//Тенденции развития текстильной промышленности: проблемы и пути решения. 1-Международная научно-практическая конференция. Термезский государственный университет. 23-24 апреля. -2021. С.248-252.

15. Tuguzbayeva R.B., Hakimov Sh. Sh. O'zbekistonda jun xomashyosini tayyorlash// Zamonaviy tadqiqotlar innovatsiyalar texnika va texnologiyalarning dolzarb muammolari va rivojlanish tendensiyalari. Respublika ilmiy-texnik anjuman. Jizzax. Jizzax politexnika instituti. 9-10 aprel. -2021. 117-120 b.

16. Хакимов Ш.Ш., Тугузбаева Р.Б. Проблемы переработки шерсти// Молодеж и XXII век-2021: Материалы 11-й Международной молодежной научной конференции. Том 6. Курск: Юго-Зап. гос.ун-т, 18-19 февраля. -2021. ISBN978-5-9909567-2-0. -С.412-415.

17. Хакимов Ш.Ш., Тугузбаева Р.Б., Ахмедова З.У. Анализ теоретических основ процесса промывки шерсти// Молодеж и XXII век-2022. Материалы 12-й Международной молодежной научной конференции. Том 4. Курск: Юго-Зап. гос.ун-т, 18-19 февраля. -2021. ISBN97859909567021.- С.402-405.

18. Хакимов Ш.Ш., Тугузбаева Р.Б. Развитие промышленности первичной обработки шерсти в Узбекистане// Сборник материалов. Всероссийской научно-инженерной конференции имени профессора А.И. Комиссарова. Част 1. Россия. 29 мая-01 июня. -2023. ISBN978001814467.- С.69-71.

19. Tuguzbayeva R.B., Hakimov Sh. Sh. Jun yuvish qozonida siqish moslamasi// Paxta tozalash, to'qimachilik va yengil sanoat sohalarining texnologiyasini takomillashtirish mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman maqolalar to'plami. Termiz. Termiz muxandislik-texnologiya instituti. 20-21-oktyabr. -2023. 80-82 bet.

Avtoreferat «To‘qimachilik muammolari» ilmiy-texnik jurnali tahririyatida
tahrirdan o‘tkazilgan va o‘zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlar mosligi
tekshirildi (15.05.2024 y.)

Bosmaga ruxsat etildi: . yil.
Bichimi 60x45 ¹/₈, «Time New Roman»
Garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 3,5. Adadi: 70. Byurtma №50.
TTYSI bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent shahri, Shohjaxon ko‘chasi, 5-uy.

