

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

---

**M.T. O‘ROZBOYEV NOMIDAGI MEXANIKA VA INSHOOTLAR  
SEYSMIK MUSTAHKAMLIGI INSTITUTI**

**ACHILOV G‘OFURJON QURBONBOY O‘G‘LI**

**TERI XOMASHYOSIGA MEXANIK ISHLOV BERUVCHI KO‘P  
OPERATSIYALI MASHINANING BOSIM BERUVCHI MEXANIZMINI  
TAKOMILLASHTIRISH**

**05.02.03 – Texnologik mashinalar. Robotlar,  
mexatronika va robototexnika tizimlari**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**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**

**Achilov G'ofurjon Qurbonboy o'g'li**

Teri xomashyosiga mexanik ishlov beruvchi ko'p operatsiyali mashinaning bosim beruvchi mexanizmini takomillashtirish..... 3

**Ачиллов Гафуржон Курбонбой угли**

Совершенствование механизма давления многооперационной машины для механической обработке кожевенного полуфабриката..... 23

**Achilov Gofurjon**

Improvement of pressure mechanism of multi-operation machine for mechanical processing of leather products.....43

**E'lon qilingan ishlar ro'yxati**

**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**

---

**M.T. O‘ROZBOYEV NOMIDAGI MEXANIKA VA INSHOOTLAR  
SEYSMIK MUSTAHKAMLIGI INSTITUTI**

**ACHILOV G‘OFURJON QURBONBOY O‘G‘LI**

**TERI XOMASHYOSIGA MEXANIK ISHLOV BERUVCHI KO‘P  
OPERATSIYALI MASHINANING BOSIM BERUVCHI MEXANIZMINI  
TAKOMILLASHTIRISH**

**05.02.03 – Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va  
robototexnika tizimlari**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida № B2025.2.PhD/T2654 raqam bilan ro'yxatga olingan.**

Dissertatsiya O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi M.T.O'rozboyev nomidagi Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus va ingliz (rezyume)) Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi Ilmiy kengash veb-sahifasida ([www.ttysi.uz](http://www.ttysi.uz)) va "ZiyoNet" axborot-ta'lim portalida ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Baxadirov G'ayrat Ataxanovich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Rasmiy opponentlar:**

**Mirzayev Nodir Baxodirovich**  
texnika fanlari doktori, professor  
**Ibragimov Farxod Xayrulloevich**  
texnika fanlari doktori, dotsent

**Yetakchi tashkilot:**

**Namangan davlat texnika universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi DSc.03/30.12.2019.T.08.01 raqamli Ilmiy kengashning 2026-yil 19 yanvar soat 10<sup>00</sup> daqi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil:100100, Toshkent sh., Shohjahon ko'chasi, 5.tel.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08, faks: (+99871) 253-36-17; e-mail: [titlp\\_info@edu.uz](mailto:titlp_info@edu.uz), Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti ma'muriy binosi, 2-qavat, 222-xona).

Dissertatsiya bilan Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (262-raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 100100, Toshkent sh., Shohjahon-5, tel.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08.

Dissertatsiya avtoreferati 2026-yil 5 yanvar kuni tarqatildi  
(2026-yil 5 yanvardagi 262 -raqamli reysr 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



**Sh.Sh.Xakimov**  
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash qoshidagi  
Ilmiy seminar raisi, t.f.d., professor

## KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

**Dissertatsiya mavzusini dolzarbli va zarurati.** Jahonda charm va charm mahsulotlariga talab yildan yilga o'sib bormoqda. Charm mahsulotlarini ishlab chiqarishda Xitoy (717 mln. m<sup>2</sup>), AQSH (511 mln. m<sup>2</sup>), Braziliya (665,2 mln. m<sup>2</sup>), Italiya (317,7 mln. m<sup>2</sup>), Turkiya (221,3 mln. m<sup>2</sup>) Rossiya (66 mln. m<sup>2</sup>), Hindiston (175,9 mln. m<sup>2</sup>), Janubiy Koreya (78,1 mln. m<sup>2</sup>) Qozog'iston (48 mln. m<sup>2</sup>), O'zbekiston (40,2 mln. m<sup>2</sup>) kabi mamlakatlar yetakchi davlatlar hisoblanadi. Bugungi kunda ishlab chiqarishning barcha sohalarida bo'lgani kabi, charm sanoatida ham mashinalar va mexanizmlarning samaradorligini oshirish va sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Jahon miqyosida mashinasozlik tarmog'i umumiy sanoat ishlab chiqarishining 35 % ini tashkil etishini inobatga olsak<sup>1</sup>, ushbu sohada texnologik jarayonlarni uzluksiz va samarali tashkil qilish muhim ahamiyat kasb etadi.

Jahonda teri xomashyo mahsulotlarining ortiqcha namligini siqib chiqarishda resurstejamkor texnologiyalar va texnika vositalarining yangi ilmiy-texnikaviy yechimlarini ishlab chiqishga yo'naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu yo'nalishda, jumladan, teri xomashyo mahsulotlariga mexanik ishlov beruvchi ko'p operatsiyali valli mashinalarning kinematik, dinamik va texnologik ko'rsatkichlarini asoslashga qaratilgan tadqiqotlar ustivor hisoblanmoqda. Bu borada, teri xomashyo mahsulotlarining namligini siqib chiqarishda, yuqori ish sifatini ta'minlash hamda energiya va resurslarni tejash, teri xom ashyo mahsulotlarga dastlabki mexanik ishlov berishda teri xom ashyo mahsulotning ortiqcha namligini siqib chiqaradigan, tekislaydigan, yo'nadigan va jilvirlaydigan energiya-resurstejamkor texnologik valli mashinani ishlab chiqish hamda uning texnologik jarayoni, parametrlari asoslashga alohida e'tibor berilmoqda

Respublikamizda teri xomashyo mahsulotlariga mexanik ishlov berishda, ish unumdorligini oshirib beruvchi, mehnat hamda energiya sarfini kamaytiruvchi va yuqori sifatli mahsulot ishlab chiqaruvchi yangi valli texnologik mashinalarni yaratish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Jumladan, 2022-2026 yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida, "...charm mahsulotidan poyabzal va charm-attorlik tayyor mahsulotlari, shuningdek, import o'rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarishdagi mavjud bo'shliqlarni to'ldirish orqali 2026 yilga borib sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish hajmlarini oshirish..."<sup>2</sup> bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishning hozirgi kundagi muhim masalalaridan biri, tayyorlanadigan charm mahsulotlari uchun ko'n yarim mahsulotiga sifatli ishlov berish bilan birga, turli texnologik mashinalarning ish unumdorligini, mahsulot sifatini oshirish, ishchi vallar va mexanizmlarini takomillashtirishning nazariy va amaliy jihatlarini ishlab chiqish muhim hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot Strategiyasi

<sup>1</sup> <https://app.indexbox.io/table/41h99/0/>

<sup>2</sup> O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28-yanvardagi PF-60-sonli "2022–2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot Strategiyasi to'g'risida"gi Farmoni

to'g'risida"gi Farmonida va O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 27-sentabrdagi 531-sonli "Charm-poyabzal va mo'yna mahsulotlarini ishlab chiqarishga ixtisoslashgan kichik sanoat zonalarini tashkil etish to'g'risida"gi<sup>3</sup> qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa meyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining II. "Energetika, energiya- va resurs-tejamkorlik" ustuvor yo'nalishi doirasida bajarilgan.

**Muammoning o'rganilganlik darajasi.** Teri xomashyo mahsulotlariga mexanik ishlov beruvchi valli mashinalar ustida dunyoning ko'plab olimlari o'z ilmiy tadqiqot ishlarini samarali olib borishgan. Teri xomashyolariga mexanik ishlov beruvchi valli mashinalarni ishlab chiqish va tadqiq etish bilan horijda T.Witt (Germaniya), L.Olle (Ispaniya), S.Ponsubbiah (Hindiston), A.M. Kuznetsov, V.A. Kajevnikov, I.V.Darda, V.I. Belyaev, Y.N. Qorotchenqo, N.G.Vladikin, M.Y.Berseleva, Y.M.Kalashnikova, V.T.Proxorov, D.V.Reva (Rossiya), B.A.Koyaydarov (Qozog'iston) shug'ullanishgan. Teri xom ashyosining fizik-mexanik xossalarni aniqlash va ular asosida texnologik mashinalarni ishlab chiqish va mahsulot sifatini yaxshilash bo'yicha Y.Zhang, J.R.Kelly, Katiye H.Sizeland (Yangi Zelandiya), A.Danilkovich (Ukraina), I.Sh.Abdullin (Rossiya), M.Sh.Shardarbek (Qozog'iston) ilmiy ishlarida sanab o'tgan.

Respublikamizda ko'n yarim mahsuloti, teri va har xil tolali materiallarni qayta ishlash jarayonlari va ularda qo'llaniladigan texnologik mashinalarning parametrlarini asoslash bo'yicha tadqiqotlar T.Y.Amanov, G.A.Baxadirov, A.A.Rizayev, A.D.Djurayev, N.B.Mirzayev, I.G.Shin, K.N.Anarbekov, A.Abdukarimov, G.N.Tsoy, SH.R.Xurramov, K.Xusanov, T.J.Kodirov, D.I.Shin, U.F.Nigmatova, M.Q.Rasulova, A.M.Nabiyev, Z.Raximova, M.U.Musirov, A.A.Umarov, F.R.Raximov va boshqalar tomonidan olib borilgan.

Bugungi kunda teri xomashyo mahsulotlarga mexanik ishlov beruvchi valli mashinalarni quyidagi firmalar ishlab chiqaradi: "Yancheng Shibiao Machinery Manufacturing", "Changzhou Fengmi Electronic Equipment Plant", "Fujian Zhongshen Synthetic Leather Co., Ltd", "Jiangyin Brenu Industry Technology" (Xitoy) "Svit" (Chexiya), "Industry machinery", "Luydgy Rizzi", "Aletti", "Mosconi & C.", "Menagetti", "FBP Automazioni", "Poletto", "SM", "Rotopress", "Bauce Tri. Ma", "Rizzi", "Flamar", "Poletto", "Mosconi & C.", (Italiya), "Deri-Maksan" (Turkiya), "Shlygeter", "Airopress", "BMD", "Moenus Turner", "Raum" (Germaniya), "Versus rs", "Sopfa" (Fransiya), "Aulson", "Stelling" (AQSh); "Turner" (Angliya); "Finvas", "Effipress" (Finlandiya) va boshqalar

Mazkur tadqiqotlar natijasida ishlab chiqilgan valli texnologik mashinalar ho'l teri xomashyolarining namligini siqib chiqarishda muayyan darajada ijobiy natijalarga erishilgan holda qo'llanilib kelinayotgan bo'lsada, ammo teri

---

<sup>3</sup> O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 27-sentabrdagi 531-sonli "Charm-poyabzal va mo'yna mahsulotlarini ishlab chiqarishga ixtisoslashgan kichik sanoat zonalarini tashkil etish to'g'risida"gi qarori

xomashyolariga ko'p operatsiyali valli mashinalar bilan, mexanik ishlov berish jarayonlari va resurstejamkor mashinani ishlab chiqish va ishchi qismlari parametrlarini asoslash bo'yicha tadqiqotlar yetarlicha o'tkazilmagan.

**Dissertasiya tadqiqotining dissertasiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.** Dissertasiya tadqiqoti O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti ilmiy tadqiqot ishlari rejasining FA-Atex-2018-254 "Ko'n yarim mahsulotiga mexanik ishlov beruvchi ko'p operatsiyali mashina ishlab chiqish" (2018-2020) mavzusidagi amaliy loyiha doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi:** teri xomashyosiga mexanik ishlov berish jarayonida mashinaning bosim beruvchi mexanizmini takomillashtirish orqali energiya sarfini kamaytirish, kam kuch bilan katta bosim kuchini hosil qilish hamda natijada siqib chiqariladigan suyuqlik miqdorini oshirishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

teri xom ashyosiga mexanik ishlov beruvchi mashinalarning mavjud konstruksiyalarini hamda ularni takomillashtirish bo'yicha olib borilgan ilmiy ishlarni tahlil qilish;

teri xomashyosiga mexanik ishlov beruvchi ko'p operatsiyali mashinaning takomillashtirilgan bosim beruvchi mexanizmi konstruksiyasini ishlab chiqishga oid nazariy hisoblashlarni amalga oshirish;

takomillashtirilgan bosim beruvchi mexanizm qo'llanilgan ko'p operatsiyali mashinada siquvchi vallarning bosimi, uzatish tezligi, siqish takroriyliigi va teri xom ashyosi qalinligiga bog'liq holda siqib chiqarilgan suyuqlik miqdorini aniqlash bo'yicha tajribaviy tadqiqotlar o'tkazish;

teri xomashyosiga mexanik ishlov beruvchi ko'p operatsiyali texnologik valli mashinaning takomillashtirilgan bosim beruvchi mexanizmi uchun asosiy kinematik va dinamik parametrlarni asoslash hamda uning iqtisodiy samaradorligini hisoblash.

**Tadqiqotning obyekti** teri xomashyolariga mexanik ishlov beruvchi ko'p operatsiyali mashinaning bosim beruvchi mexanizmi.

**Tadqiqotning predmeti** teri xomashyosini siquvchi valli mashinaning bosim beruvchi mexanizmi olingan.

**Tadqiqotning usullari.** Tadqiqot jarayonida matematik hisoblash qoidalari, nazariy mexanika qonuniyatlari, statistik tahlil qilish usullari, tajribalarni matematik rejalashtirish usullari hamda mavjud me'yoriy hujjatlarda belgilangan usullardan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

ishchi va siquvchi vallarning kontakt zonasida talab etiladigan bosim kuchini xosil qilish uchun sekansoida bo'yicha ortib boruvchi kuchni ta'minlaydigan mexanizmning ko'rsatkichlari: vallar diametrlari, richaglar uzunliklari va tishli g'ildiraklarning parametrlarini inobatga olgan holda ishlab chiqilgan;

teri xomashyosini val juftliklari orasidan o'tkazib mexanik ishlov berilganda undan siqib chiqariladigan ortiqcha suyuqlik miqdorini aniqlovchi matematik ifoda, ishchi va siquvchi vallar o'rtasidagi bosim va bosim beruvchi tortqi (richag) ning vertikal bilan hosil qilgan burchagi  $1,57 \text{ rad}$  ( $90^\circ$ ) gacha bo'lgan holatga bog'liq holda ishlab chiqilgan;

teri xom ashyo mahsulotini siqish texnologik jarayoni uchun yangi bosim beruvchi mexanizim bilan ta'minlangan ko'p operatsiyali valli mashinaning juftlikdagi vallar orasidagi masofa, ular orasidagi bosimni aniqlash usuli ishlab chiqilgan;

ishchi valning kengligi 250 mm, diametri 250 mm bo'lgan bosim beruvchi mexanizmning yangi konstruksiyasi bosim beruvchi pedalning yurish masofasi va talab etiladigan bosim kuchiga bog'liq holda ishlab chiqilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

kam ishchi maydon talab etuvchi energiya tejamkor, mahsulot sifatini oshiruvchi, teri xomashyo mahsulotiga mexanik ishlov beruvchi ko'p operatsiyali mashinaning takomillashtirilgan bosim mexanizmi konstruksiyasi ishlab chiqilgan va amaliyotga tadbiiq etilgan;

teri xomashyo mahsulotlarga mexanik ishlov berish texnologik valli mashina takomillashtirilgan bosim mexanizmining asosiy geometrik, kinematik, dinamik parametrlari asoslangan;

vertikal bilan hosil qilgan burchagi 1,2 rad, 1,375 rad, 1,55 rad bo'lganda bosim kuchlari 16 kN/m, 24 kN/m, 32 kN/m bo'lgan uch xildagi bosim beruvchi mexanizmning yangi konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

nazariy yo'l bilan aniqlanib, tajriba o'tkazish yo'li orqali tasdiqlangan bosim mexanizmining maqbul parametrlarini aniqlash imkonini beruvchi model takomillashtirilgan va grafiklari olinib, ishlab chiqarish korxonalariga taqdim etilgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi** charm sanoatida qo'llaniladigan valli mashinalar uchun bosim beruvchi mexanizmini takomillashtirish bo'yicha nazariy hisoblashlar va tajriba natijalarining mosligi, baholash mezonlari hisobga olgan holda regressiya tenglamasining adekvatligi, sinovdan o'tkazish va joriy etishda ijobiy natijalar olinganligi, olib borilgan tadqiqotlar natijalarning amaliyotga joriy etilganligi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati teri xomashyosiga mexanik ishlov beruvchi, ko'p operatsiyali mashinaning bosim beruvchi mexanizmini takomillashtirilgan konstruksiyasini ishlab chiqilganligi, siquvchi vallarning bosimi, uzatish tezligi, siqish takroriyliigi va teri xom ashyosi qalinligiga bog'liq holda siqib chiqarilgan suyuqlik miqdorini aniqlanganligi, teri xomashyolarga mexanik ishlov beruvchi ko'p operatsiyali texnologik valli mashina takomillashtirilgan bosim beruvchi mexanizmining asosiy kinematik, dinamik parametrlarini asoslanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati teri xom ashyo mahsulotini siquvchi mashina bosim beruvchi mexanizmining takomillashtirilgan konstruksiyasi yordamida teri xomashyosini siqish jarayonida uni bir xilda siqish ta'minlanishi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Teri xomashyo mahsulotiga mexanik ishlov beruvchi ko'p operatsiyali mashinaning bosim beruvchi mexanizmini takomillashtirilgan konstruksiyasini ishlab chiqish bo'yicha olingan natijalar asosida:

“Teriga mexanik ishlov berish uchun mashina” ga O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk markazining (№ IAP 06847) ixtiroga



patenti olingan. Natijada teri xomashyo mahsulotiga mexanik ishlov beruvchi ko'p operatsiyali mashinaning takomillashtirilgan bosim mexanizmini amaliyotga joriy etilganda mahsulot sifatini yaxshiga va ishlab chiqarish maydonini kamaytirish imkonini yaratilgan;

Teri xomashyosiga mexanik ishlov beruvchi, ko'p operatsiyali valli mashinada olingan natijalar Namangan viloyati Kosonsoy shahridagi "Gold Leather Export Import" MCHJ va Farg'ona viloyatining Qo'qon shahridagi "Premium Leather" MCHJ korxonalarda joriy etilgan ("O'zcharmsanoat" uyushmasining 2025 yil 26 maydagi 01-07/1629-sonli ma'lumotnomasi). Natijada foydalanishdagi to'g'ridan-to'g'ri xarajatlar ko'p operatsiyali valli mashinaga yangi bosim berish mexanizmini qo'llash natijasida siqish samaradorligi mavjud konstruksiyaga nisbatan o'rtacha 11,7 % oshadi, energiya sarfi 14,4 % ga kamayadi hamda ho'l teri xomashyo mahsulotini siqish jarayonida teri xom ashyo mahsulotining qoldiq namligi 55 – 60 % ni tashkil etishiga erishilgan.

**Tadqiqot natijalarining aprobasiyasi.** Tadqiqot natijalari 6 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokama qilingan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi.** Dissertasiya mavzusi bo'yicha jami 12 ta ilmiy ishlar chop etilgan, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestasiya komissiyasining dissertasiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 3 ta maqola, jumladan 1 tasi xorijiy jurnalda nashr etilgan hamda Intellektual mulk markazining ixtiroga 1 ta patenti olingan.

**Dissertasiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertasiya kirish, to'rt bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati hamda ilovalardan iborat. Dissertasiyaning hajmi 119 betni tashkil etdi.

## **DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI**

**Kirish** qismida dissertasiya mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslanib, tadqiqotning maqsad va vazifalari hamda obyekti va predmeti tavsiflangan. Respublikaning fan va texnologiya rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilinib, olingan natijalarning ishonchliligi asoslangan, natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertasiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertasiya ishining **"Soha va mavzuga oid ilmiy ishlanmalar va adabiyotlar tahlili"** deb nomlangan birinchi bobida teri xomashyosiga mexanik ishlov beruvchi valli mashinalar yaratish borasida bajarilgan tadqiqotlar tahlili, ishchi organlarga bosim beruvchi mexanizmlar tahlili, ko'pchilik va mo'ynachilik mashinalari uzatish mexanizmlarining tahlili, teri xom ashyosiga mexanik ishlov beruvchi ko'p operatsiyali valli mashinalar tahlil qilingan va o'rganilgan. Tadqiqotning maqsad va vazifalari shakllantirilgan.

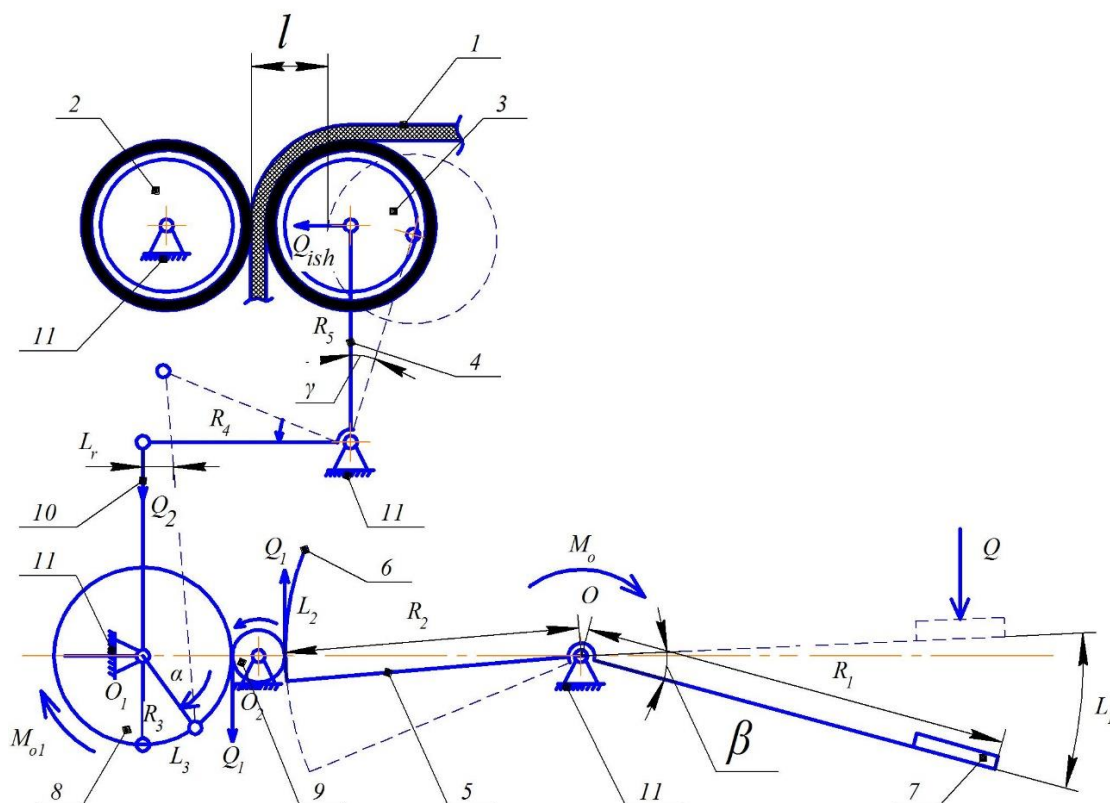
Dissertatsiyaning **"Ishlab chiqilgan bosim beruvchi mexanizmga ta'sir etuvchi kuchlarni nazariy tadqiq qilish"** deb nomlangan ikkinchi bobida teri xomashyosiga mexanik ishlov berish uchun mashinaning prinsipial sxemalarini ishlab chiqish, ko'p operatsiyali valli mashinaning bosim beruvchi mexanizmidagi tayanch reaksiya kuchlarini aniqlash, teri xomashyosiga mexanik ishlov beruvchi

ko'p operatsiyali mashina bosim beruvchi mexanizmining strukturaviy tahlili ko'rib chiqilgan.

Teriga mexanik ishlov beruvchi mashina staninaga o'rnatilgan ishchi val, oldinga va orqaga harakatlanish imkoniyatiga ega qilib bajarilgan richag bilan birlashtirilgan siquvchi val, staninaga o'rnatilgan tishli g'ildirakdan iborat bo'lgan bosim mexanizmi, tebranish imkoniyatiga ega qilib bajarilgan ikki yelkali richag, richagning bir uchiga o'rnatilgan, parazit tishli g'ildirak staninaga o'rnatilganligi bilan farq qiladigan tishli sektor, o'zaro sharnirli bog'langan richag, tortuvchi kuch (tyaga) va asosiy tishli g'ildirakdan iborat.

Teriga mexanik ishlov beruvchi mashina quyidagicha ishlaydi.

Teri boshlang'ich holatda turgan, ya'ni aylanuvchi ishchi valdan chetlashtirilgan holatdagi siquvchi valning harakatlanuvchi yuzasiga joylashtiriladi. Pedalni bosish orqali bosim mexanizmi tishli sektor, parazit va asosiy tishli g'ildiraklar, tortuvchi richaglar, siquvchi val yordamida ishlov berish zonasiga o'tadi. Ishlov berish zonasida, ya'ni kontakt zonasida ishchi va siquvchi vallar orasida bosim hosil bo'ladi va teriga ishlov beriladi. Ishlov berish yakunlanganidan so'ng pedal qo'yib yuboriladi va prujina ta'siri ostida siquvchi val dastlabki holatga qaytadi (1- rasm).



- 1 – teri xomashyosi; 2 – ishchi val; 3 – siquvchi val; 4 – ikki yelkali richag;  
5 – tishli sektor richagi; 6 – tishli sektor; 7 – pedal; 8 – asosiy tishli g'ildirak;  
9 – parazit tishli g'ildirak; 10 – richag (tortqi); 11 – tayanchlar.

**1-rasm. Teri xomashyosiga mexanik ishlov berish mashinasining bosim mexanizmi**

Pedal bosilganida  $Q$  kuch tishli sektor ikki yelkali richag va parazit tishli g'ildirak yordamida asosiy tishli g'ildirakka uzatiladi. Bunda  $O$  nuqtada hosil bo'lgan  $M_O$  moment  $O_1$  nuqtadagi momentga teng bo'ladi (bosim mexanizmi

bo'g'inlaridagi ishqalanish kuchini hisobga olinmagan holda) (1-rasm). Pedal bosilishi bilan ishchi va siquvchi vallar o'rtasidagi kontakt zonasida bosim hosil bo'lgan hol uchun kuchlar va aylanishlar yo'nalishi strelka bilan ko'rsatilgan.

Pedal  $Q$  kuch bilan bosilganida  $O$  nuqtaga nisbatan  $M_O$  moment hosil bo'ladi:

$$M_O = Q \cdot R_1, \quad (1)$$

bu moment tishli sektor ikki yelkali richag va parazit tishli g'ildirak orqali asosiy tishli g'ildirakka uzatiladi, va radiusi  $R_3$  bo'lgan asosiy tishli g'ildirakka  $Q_1$  kuch bilan ta'sir qiladi (bosim mexanizmi bo'g'inlaridagi ishqalanish kuchini hisobga olinmagan holda):

$$\frac{M_O}{R_2} = Q_1, \quad (2)$$

bunda  $R_2$  – tishli sektor radiusi,  $Q_1$  – tishli sektorning parazit g'ildirakka ta'sir kuchi. Bundan.

$$M_O = Q_1 \cdot R_2, \quad (3)$$

pedal bosilganda  $O$  nuqtaga nisbatan mamentlar o'zaro teng bo'ladi va u orqali  $Q_1$  ni ifodalaymiz:

$$Q_1 = \frac{R_1}{R_2} Q, \quad (4)$$

$Q_1$  kuchimiz radiusi  $R_3$  bo'lgan asosiy tishli g'ildirakning  $O_1$  nuqtasiga  $M_{O_1}$  moment beradi. Moment  $M_{O_1}$  ta'sirida, radiusi  $R_3$  bo'lgan asosiy tishli g'ildirakda hosil bo'ladigan  $Q_2$  kuch o'zgaruvchan bo'ladi.

$O_1$  nuqtaga nisbatan  $Q_1$  kuchning  $M_{O_1}$  momenti quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$M_{O_1} = Q_1 \cdot R_3, \quad (5)$$

bunda  $R_3$  – asosiy tishli g'ildirakning radiusi.

$$Q_2 \cdot R_3 \cdot \cos \alpha = M_{O_1}, \quad (6)$$

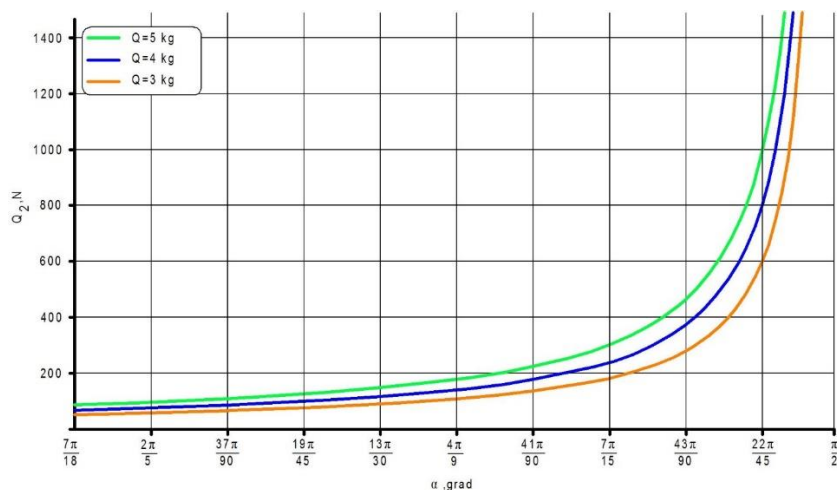
bunda  $\alpha$  –  $O_1$  nuqtadagi asosiy tishli g'ildirakning burilish burchagi. (5) dagi  $M_{O_1}$  momentning ifodasini (6) qo'yib quyidagini hosil qilamiz:

$$Q_2 \cos \alpha = Q_1. \quad (7)$$

Natijada  $Q_1$ , kuchning ifodasini (7) qo'yib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$Q_2 = \frac{R_1}{R_2} Q \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{R_1}{R_2} Q \cdot \sec \alpha. \quad (8)$$

Pedal bosilganida mexanizm konstruksiyasidan kelib chiqib, bosim mexanizmi zvenolari, ishchi va siquvchi vallarning kontakt zonasidagi bosim kuchi asosiy tishli g'ildirak burilish burchagini sekansoida bo'yicha ortib boruvchi  $Q_2$  kuchning o'zgarishi quyidagicha bo'ladi (2- rasm).



**2-rasm. Bosim kuchining o'zgarish grafigi**

Ko'p operatsiyali mashinaning siqish texnologik jarayoni uchun pedalning maksimal ko'tarilish masofasini aniqlaymiz. Bunda pedal  $L_1=h$  yoysimon harakat qiladi va yoy uzunligini quyidagicha topamiz.  $R_3$  – asosiy tishli g'ildirakning radiusi,  $\alpha$  – asosiy tishli g'ildirakning burilish burchagi.

$$L_1 = \frac{\beta \cdot 2\pi R_1}{360}, \quad (9)$$

xuddi shunday.

$$L_3 = \frac{\alpha}{360} \cdot 2\pi R_3, \quad (10)$$

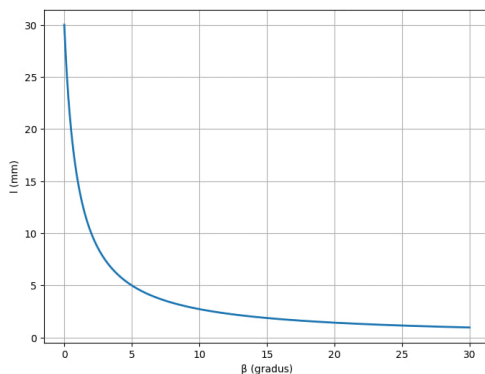
asosiy tishli g'ildirak va pedal sektorining siljish masofasi bir xil qiymatda bo'lganligi sababli  $L_3=L_2$  o'rinli bo'ladi.

Pedalning burilish burchagini aniqlab olamiz:

$$\beta = \frac{360 \cdot L_3}{2\pi R_2}. \quad (11)$$

Mumkin bo'lgan ko'chishlar prinsipiga ko'ra  $L_1$  ning ishchi va bosim beruvchi vallar orasidagi masofa  $l$  ga bog'lanish tenglamasi olindi va quydagi grafik hosil qilindi. (3-rasm).

Bunda  $L_3=157,08\text{mm}$ ,  $L_1=240,73\text{mm}$   $\alpha=70^\circ \div 90^\circ$  bo'lganda turli richag uzunliklari  $R_3=100\text{mm}$ ,  $R_2=400\text{mm}$ ,  $R_1=600\text{mm}$  bo'lganda  $\beta$  burchakka bog'liq o'zgarish grafigi keltirilgan



**3-rasm. Ishchi va bosim beruvchi vallar orasidagi masofa  $l$  ning  $\beta$  burchakka bog'liq o'zgarishining grafigi**

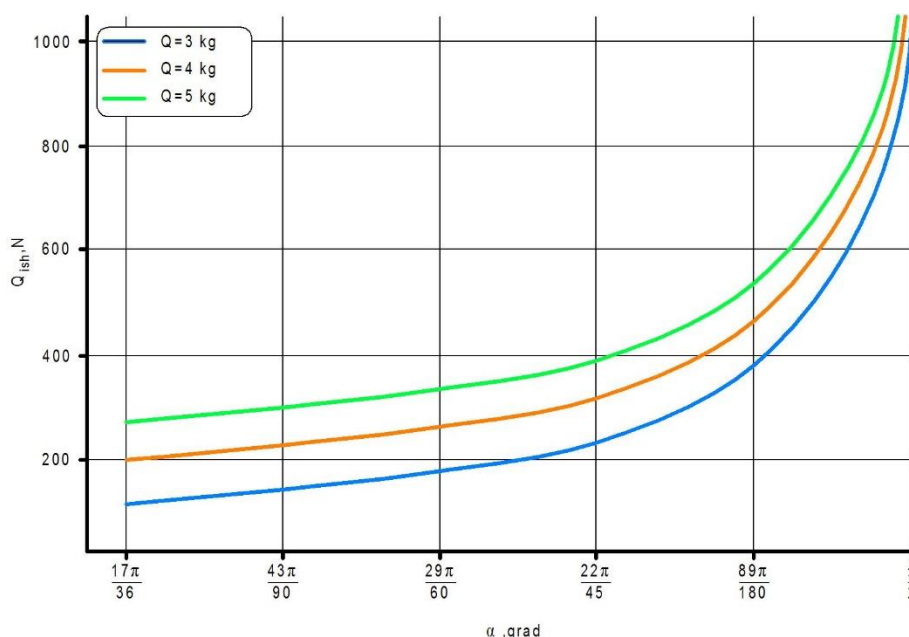
Richag siljish masofasini aniqlash uchun mexanizmning o'lchamlari  $R_1=600$  mm,  $R_2=400$  mm,  $R_3=100$  mm,  $L_3=240,73$ mm va  $\beta=22,5^\circ$  bo'lganda  $L_r$  quyidagicha aniqlanadi:

$$L_r = R_3 - R_3 \cos \alpha . \quad (12)$$

4-rasmda ishchi va bosim beruvchi vallar orasidagi bosim kuchi  $Q_{ish}$  ning pedal  $Q=3$  kg, 4 kg va 5 kg kuch bilan bosilgandagi holatining asosiy tishli g'ildirak burilish burchagi  $\sec(\alpha)$  ga nisbatan o'zgarishi grafigi keltirilgan.

$$Q_{ish} = \frac{R_5}{R_4} Q_2 \cdot \sec \alpha . \quad (13)$$

Bunda  $R_5=R_4$  bo'lganda bosim berish barabanida xosil bo'ladigan  $Q_{ish}$  kuchi  $Q_2$  kuchga teng bo'ladi. Richaklar kordinata o'qlari bo'ylab yo'nalgan holda esa bu richaglar  $\gamma$  burchak orqali ifodalaniladi.



4-rasm. Ishchi va bosim beruvchi vallar orasidagi bosim kuchi  $Q_{ish}$  ning pedal  $Q=3$ kg, 4 kg va 5 kg kuch bilan bosilgandagi holatining asosiy tishli g'ildirak burilish burchagi  $\sec(\alpha)$  ga nisbatan o'zgarishi grafigi ( $L_1=30$  sm)

Grafikdan ko'rinadiki bosim beruvchi va ishchi val orasidagi  $Q_{ish}$  kuch asosiy tish g'ildirakning burilish burchagi  $17\pi/36$  dan  $\pi/2$  gacha o'zgarganda siqish texnologik jarayoni uchun yetarli bo'lgan kattalikka erishar ekan.

Dissertasiyaning “Tavsiya etiladigan bosim beruvchi mexanizmning ko'p operatsiyali mashina uchun tajriba nusxasini yaratishning texnik topshiriqlarini ishlab chiqish va tayyorlash” deb nomlangan uchinchi bobida teri xomashyosiga ta'sir qiluvchi mexanizmning kinematik va dinamik parametrlarni tadqiqi, teri xom ashyo mahsulotiga mexanik ishlov beruvchi texnologik mashinani takomillashtirish ishlari olib borilgan.

Ushbu bosim beruvchi mexanizm (5-rasm)  $R_1$  richag (pedal)  $Q$  kuch bilan bosilganda, ishchi valga qanday  $Q_{ish}$  kuch bilan bosim berishini aniqlash masalasi ko'rilgan.

$$\begin{aligned} x_E &= \frac{-m_{R_4} \cdot x_L - m_{R_5} \cdot x_E - m_H \cdot x_H}{M}, \\ y_E &= \frac{m_{R_5} \cdot y_E + m_H \cdot y_H + m_{R_5} \cdot y_L}{M}. \end{aligned} \quad (14)$$
$$T - T_0 = \sum A_i^e, \quad (15)$$
$$T = T_1 + T_2 + T_3 = \frac{m_A \cdot V_A^2}{6} + \frac{13}{24} m_c \cdot V_A^2 \cdot \cos^2 \alpha_1 + \frac{m}{24} \cdot 0,0036 \cdot \cos^2 \alpha_1 \cdot V_A^2, \quad (16)$$

$$A = A_1 + A_2 + A_3, \quad (18)$$

$$A = Q_A \cos \alpha_1 \cdot h + P_1 \cdot \frac{h}{2} + m_c \cdot tg \alpha + Mg \cdot (O_3 O_4 - y_E). \quad (19)$$

(16) tenglamaga mexanizmning richaglar o'lchamlari, tishli g'ildiraklarning aylanish burchaklarning qiymatni qo'yib hisoblandi:

$$\left( \frac{m_A}{6} + \frac{13}{24} m_c \cdot \cos^2 \alpha_1 + \frac{m}{24} \cdot 0,0036 \cdot \cos^2 \alpha_1 \right) \cdot V_A^2 =$$

$$= Q_A \cos \alpha_1 \cdot h + P_1 \cdot \frac{h}{2} + m_c \cdot tg \alpha + Mg \cdot (O_3 O_4 - y_E), \quad (20)$$

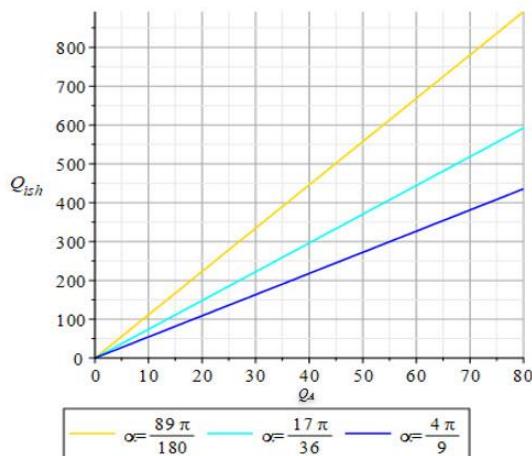
sistema musbat ish bajarganligi sababli (17) tenglamaning o'ng qismi 0 dan katta bo'lishi kerak. Bunga ko'ra:

$$Q_A \cos \alpha_1 \cdot h + P_1 \cdot \frac{h}{2} + m_c \cdot tg \alpha + Mg \cdot (O_3 O_4 - y_E) > 0, \quad (21)$$

Bundan.

$$Q_A = \frac{-\cos \alpha_1 \cdot h - P_1 \cdot \frac{h}{2} - m_c \cdot tg \alpha + Mg \cdot (y_E - O_3 O_4)}{\cos \alpha_1 \cdot h}. \quad (22)$$

(21) tenglamadan pedalga operator tomonidan qo'yilishi kerak bo'lgan kuchning minimal qiymatini, pedalning maksimal ko'tarilish balandligini hamda pedal o'rnatilgan  $R_I$  richagning gorizont bilan hosil qilgan burchagini aniqlash mumkin. Ushbu ko'p operatsiyali mashinada (5-rasm)  $R_I$  pedal qandaydir  $Q_A$  kuch bilan vertikal bosilganda,  $R_I$  richag  $CD$  richag yordamida  $R_4$  richagni harakatga keltiradi. O'z navbatida harakatlanayotgan  $H$  val ishchi valga  $Q_{ish}$  kuch bilan tasir qiladi. Ushbu mashina harakatining stabilligini taminlashimiz uchun pedalning  $A$  nuqtasiga beriladigan  $Q_A$  kuch inson oyog'i bilan hosil qilinishi mumkin bo'lgan darajada kichik va  $A$  nuqtaning yerdan maksimal ko'tarilishi ham odam qiynalmasdan bosa oladigan darajada kichik bo'lishi kerak. Buning uchun ishchi valga ta'sir qiluvchi bosim kuchini,  $R_I$  richagning gorizont o'q bilan hosil qilgan burchagi o'zgarish qonuniyatlarini o'rganishimiz yetarli.



**6-rasm. Ishchi hududda hosil bo'luvchi bosim kuchi  $Q_{ish}$  ning pedalga operator tomonidan berilishi lozim bo'lgan ta'sir kuchi  $Q_A$  ga hamda pedalning burilish burchagi  $\alpha$  ga bog'liq o'zgarishi**

Mashinaning dinamik tahlilini qilishda mashina nuqtalarining tezliklarini, shu nuqtaga ta'sir qilayotgan kuchlarni va richaglarning uzunliklarini bilish ahamiyatlidir.

Ishchi hududda hosil bo'luvchi bosim kuchi  $Q_{ish}$  ning pedalga operator tomonidan berilishi lozim bo'lgan ta'sir kuchi  $Q_A$  ga bog'liq holatini topish uchun, harakat miqdorining o'zgarishi haqidagi teoremiyaga qo'ysak quydagicha yozish mumkin:

$$\begin{cases} M V_H = Q_4 \cdot t, \\ M_1 V_A = Q_A \cdot t. \end{cases} \quad (23)$$

bu yerda  $M$  – val massasi,  $M_I$  – pedalning massasi.  $Q_{ish}$  – ishchi qismda hosil bo'luvchi kuch.  $t$ - vaqt.



Ishchi organga ta'sir qiluvchi kuch quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$Q_{ish} = \frac{M}{M_1} \cdot \frac{R_5}{R_4} \cdot Q_2 \sec \alpha, \quad (24)$$

bunda  $\alpha$  – OA pedalning gorizont bilan xosil qilgan burchagi,  $M$  – val massasi,  $M_1$  – pedalning massasi. Texnologik mashinaning tajribaviy nusxasidan olingan  $M=17,1$  kg,  $M_1=2$  kg,  $R_5=80$  cm,  $R_4=110$  cm qiymatlarni (23) tenglamaga qo'yganimizda ishchi hududda hosil bo'luvchi bosim kuchi  $Q_{ish}$  ning pedalning gorizontdan maksimal og'ish burchagi  $\alpha$  hamda pedalga operator tomonidan berilishi lozim bo'lgan ta'sir kuchi  $Q_A$  ga bog'liq tenglamasi hosil bo'ladi (24). Bu tenglama orqali quyidagi grafikni hosil qilishimiz mumkin (6-rasm). Bunda  $\alpha$  ning qiymati  $89\pi/180$ ,  $17\pi/36$  va  $4\pi/9$  bo'lgandagi va  $Q_A$  ning qiymati 0-80 N oraliqda o'zgariganda  $Q_{ish}$  ning o'zgarishini kuzatishimiz mumkin. Ishchi organdagi bosim kuchining miqdori operator tomonidan pedalga beriladigan kuchga to'g'ri proporsional, pedalning gorizontdan maksimal og'ish burchagi  $\alpha$  ga teskari proporsional ekan. Ya'ni ishlov berish uchun yetarli miqdordagi kuchni olishimiz uchun burchakni kichik tanlab olishimiz zarur ekan.

Yuqoridagi miqdordagi kuch hosil qilinishi uchun operator texnologik mashinaning pedaliga qanday kattalikdagi kuch bilan ta'sir qilishi kerakligini aniqlaylik. Buning uchun (23) tenglamani  $Q_A$  kuchga nisbatan quyidagicha yozamiz:

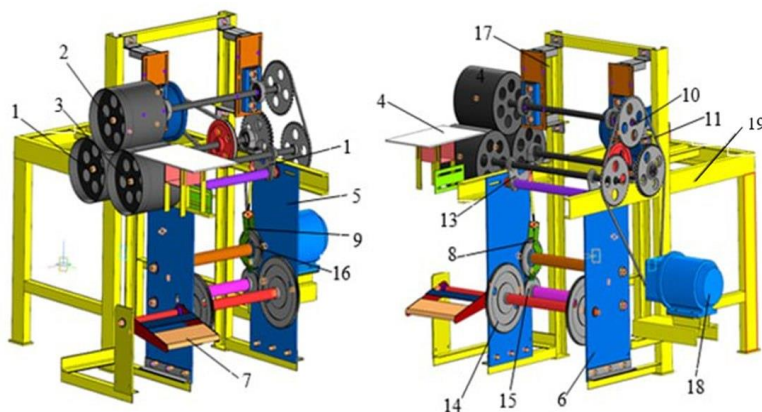
$$Q_A = \frac{Q_4}{\cos \alpha} \frac{M_1}{M} \cdot \frac{R_4}{R_5}. \quad (25)$$

Natijalar tahlili shuni ko'rsatadiki, ishchi organdagi bosim kuchining miqdori 8 kN bo'lishi uchun, tishli g'ildirakning garizontdan og'ish burchagi  $\alpha$  o'zgarish oralig'i ( $4\pi/9$ ,  $89\pi/180$ ), operator tomonidan pedalga berilishi kerak bo'lgan kuchning miqdori (46,7-80) N bo'lishi kerak ekan.

Ko'p operatsiyali texnologik mashinaning richagli konstruksiyasi har xil siqish kuchini ta'minlaydi, ammo teriga ishlov berishning turli texnologik jarayonlari uchun talab etiladigan bosim kuchini ta'minlay olmaydi.

Dissertasiyaning “**Tajriba-sinov ishlarini o'tkazish rejasi, metodikasi va tahlili hamda iqtisodiy samaradorlik**” deb nomlangan to'rtinchi bobida yarim tayyor teri xomashyosini ko'p operatsiyali valli dastgoh stendida siqish texnologik jarayonini tajribada o'rganish, taklif etilayotgan teri xomashyosi maxsulotlariga mexanik ishlov beruvchi ko'p operatsiyali valli takomillashtirilgan mashinaning sinov natijalari, mazkur takomillashtirilgan mashinani joriy etishdan olinadigan yillik iqtisodiy samaradorlikni hisoblari keltirilgan. 7-rasmda ko'p operatsiyali valli mashina shvellerlardan payvandlangan 19 staninadan iborat. Staninaning yuqorigi polkasiga qo'zg'almas ishchi val 2 mahkamlangan. Staninaga ikki yelkali richaglar 12 va 13 o'rnatilgan bo'lib, ularning qisqa yelkalarida siquvchi vallar 3 o'rnatilgan, richagning uzun yelkasi esa tyagalar 8 va 9 va shesternyalar 14 va 15 vositasida pedal 7 bilan bog'langan. Staninaga mahkamlangan siquvchi val yuqorisida polka 4 o'rnatilgan yo'naltiruvchi val 2 prujina bilan regulirovka qilinadigan siquvchi 17 valga siqilgan siqish 3 valining o'ng tomonida uzatib beruvchi stol mahkamlangan. Uzatib beruvchi 4 stolning konstruksiyasi terini siqish barabanining turli diametrlarida ( $\varnothing 190$ ,  $\varnothing 125$ ,  $\varnothing 250$ ) uzatish imkonini beradi. Teriga ishlov berish quyidagicha amalga oshiriladi.





1 – ishchi val; 2,3 – siquvchi val; 4 – polka; 5,6 – bokovina;  
7 – pedal; 8,9 – tortuvchi richaglar; 10 – shkiv; 11 – zanjir;  
12,13 – richag; 14 – tishli sektor; 15 – parazit tishli g'ildirak;  
16 – rama; 17 – poshipnik korpusi;  
18 – elektrodvigatel; 19 – rama

#### 7-rasm ko'p operatsiyali valli mashinaning 3D korinishi

Shesternya soat strelkasi yo'nalishida aylanib, ikki yelkali richaglar 12 va 13 ni burib, tyagalar 8 va 9 ni pastga tortadi. Ikki yelkali richak 12 va 13 ka birlashtirilgan valik 3 terini ishchi val 1 ga siqadi. Pedal qo'yib yuborilganda 7 prujinalar mashina mexanizmlarini dastlabki holatiga qaytaradi.

Teriga mexanik ishlov beruvchi ko'p operatsiyali mashinaning tishli-richagli siqish mexanizmi ko'p operatsiyali valli mashina konstruksiyasi turli diametrli ( $\varnothing 250/\varnothing 190/\varnothing 125$ ) barabanlar bilan ishlash imkonini beradi.

Tajribalar o'rta vazndagi yirik shoxli qora mol terisidan olingan teri xomashyosi uchun o'tkazildi. Tajriba davomida suyuqlik bilan ishlov berilgan, qalinligi 0,004 m bo'lgan nam teri xomashyomahsuloti namunalari bosim beruvchi ishchi valga operator tomonidan uzatiladi. Siqishdan oldin va keyin namunalar diskretligi 0,01 g bo'lgan MVP-600 H laboratoriya tarozisida tortildi (ISO-9001).

Yarim tayyor teri xom ashyomahsulotini ko'p operatsiyali rolikli dastgohning stendida siqish texnologik jarayonini amalga oshirishda quydagi parametrlarni ta'minlash tavsiya etiladi: Ishchi va siquvchi vallarning diametiri  $D = 250$  mm ikki yelkali richaglarning uzunliklari  $R_4 = 110$  mm,  $R_5 = 80$  mm, pedalning uzunligi  $R_1 = 600$  mm, oraliq tishli g'ildiraklarning diametrlari  $D_1 = 385$  mm,  $D_2 = 180$  mm,  $D_3 = 140$  mm ishchi vallarning chiziqli tezligi  $v = 0,17$  m / s, ishchi vallar orasidagi bosim kuchi  $Q_{ish} = 32$  kN/m, vertikal bilan hosil qilgan burchagi 1,55rad va operator tomonidan pedalga bosish kuchi 8 kg bo'lishi kerak. Bunda hamda ho'l teri xom ashyo mahsulotini siqish jarayonida teri xom ashyo mahsulotining qoldiq namligi 55 – 60 % ni tashkil etishiga erishiladi.

Tajribalar o'rta vazndagi yirik shoxli qoramol terisidan olingan teri xom ashyosi uchun o'tkaziladi. (8, 9-rasmlar)

Uzatib beruvchi stol 4 ga o'rnatilgan teri operator tomonidan oldinga suriladi. Yo'naltiruvchi valik 2 uni ishchi 1 va siquvchi 3 valiklar orasidagi ishlov berish zonasiga yo'naltiradi. Operator pedal 7 ni bosganda pedal bilan bir valda o'tirgan shesternya 14 aylanishlarni parazit shesternya 15 ga uzatadi, u esa o'z navbatida shesternya 16 ga uzatadi.



**8-rasm. Ko‘p operatsiyalili valli texnologik mashinaning stendi (UzR FA MINSMI)**



**9-rasm. Siqishdan keyin yarim tayyor teri xomashyo mahsulotining vazni va qalinligini o‘lchash**

K.Kano dizayn matritsasi yordamida D-optimal rejalashtirish usulidan foydalanib eksperiment tadqiqot natijalarini olingan va eksperiment rejasi tuzilgan. Omillar formulaga muvofiq quyidagicha teng:

$$x_i = \frac{c_i - c_{i0}}{t_0}, \quad (25)$$

bu yerda  $x_i$  – omillar qiymatlarini kodlash;  $c_i, c_{i0}$  – omilning joriy va nol darajadagi omilning natural qiymatlari;  $t_0$  – omil o‘zgarishi intervalining natural qiymati.

Approksimatsiyalovchi polinom funksiyalar quyidagicha aniqlanadi:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i,j=1}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2, \quad (26)$$

bu yerda  $y$  – kodlangan shaklda chiqarilgan yo‘nilgan ko‘n yarim mahsuloti sifati;  $b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii}$  – regressiya koeffitsiyentlari. Tajriba omillarining o‘zgarishi qiymatlari va intervallari 1 - jadvalda ko‘rsatilgan.

1-jadval

**Tajriba omillarining o‘zgarishi darajalari va intervallari**

№	Omil nomi	O‘lchov birligi	Belgisi	Omil qiymatlari			Variatsiya darajasi
				-1	0	+1	
1	Ishchi vallar bosimi	kN/m	$x_1$	16	24	32	8
2	Ishchi organing chiziqli tezligi	m/s	$x_2$	0,17	0,25	0,34	0,085
3	Bosim beruvchi mexanizmning vertikal bilan hosil qilgan burchagi	rad	$x_3$	1,2	1,375	1,55	0,175

**Tajribalarni rejalashtirish matritsasi**

№	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_1, gr$		$y_2, gr$		$y_3, gr$	
				$y_{b1}$	$y_{o1}$	$y_{b2}$	$y_{o2}$	$y_{b3}$	$y_{o3}$
1	+	+	+	82,2	62,5	82,7	62,7	92,8	69,7
2	-	+	+	82,5	67,6	83,5	66,5	92,4	72,8
3	+	-	+	90,1	66,6	83,8	60,6	101,3	75,4
4	-	-	+	83,1	64,1	81,6	62,3	91,5	69,7
5	+	+	-	78,4	60,5	76,3	56,5	83,7	61,3
6	-	+	-	80,9	60,6	78,1	58,5	89,7	68,1
7	+	-	-	85,3	60,1	79,7	55,5	91,4	64,5
8	-	-	-	84,1	69,6	81,8	65,5	90,4	72,5

2-jadvaldagi qiymatlardan foydalanib, tajribalarni rejalashtirish matritsasi tuzib olindi. Ya'ni, teri xomashyo mahsulotidan siqib chiqarilgan namlikning matematik hisoblari (foiz ulushida) 3-jadvalda keltirilgan.

To'liq omilli tajribada regressiya koeffitsiyentlari quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N y_j; \quad b_j = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N X_{ji} y_j; \quad b_{im} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N X_{ji} X_{jm} y_j. \quad (27)$$

Yuqoridagi natijalarga ko'ra regressiya koeffitsiyentlari quyidagiga teng bo'ladi:

$b_0 = 24,1$ ;  $b_1 = 5,1$ ;  $b_2 = 0,2$ ;  $b_3 = 0,05$ ;  $b_{12} = 24,1$ ;  $b_{13} = -1,06$ ;  $b_{23} = -0,04$ ;

$b_{123} = -0,89$ ;

**Tajribalarni rejalashtirish matritsasi**

№	Faktorlar							Tajriba natijalri			O'rta natija
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{23}$	$x_{123}$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	
1	+	+	+	+	+	+	+	23,9	24,2	24,9	24,3
2	-	+	+	-	-	+	-	18,1	20,4	21,2	19,9
3	+	-	+	-	+	-	-	26,1	27,7	25,6	26,4
4	-	-	+	+	-	-	+	22,9	23,6	23,8	23,4
5	+	+	-	+	-	-	-	22,8	25,9	26,8	25,2
6	-	+	-	-	+	-	+	25,1	25,1	24,1	24,8
7	+	-	-	-	-	+	+	29,5	30,4	29,4	29,8
8	-	-	-	+	+	+	-	17,2	19,9	19,8	18,9

Tajriba natijalarining aniqligi va moyilligi ko'p jihatdan butun kirish va chiqish parametrlarining nazorati va ularning doimiyligiga bog'liq. Shuning uchun

har bir tajribani siqish mashinasining kiruvchi va chiquvchi parametrlarini ko'p martali nazorati yordam beradi.

Tajribalar bir tekis takrorlanganda ( $n=3$ ) bir qator dispersiyalarning bir qatorliligi maksimal dispersiyaning barcha dispersiyalar yig'indisiga nisbatini ifodalovchi Koxren mezonni bo'yicha tekshiriladi:

$$G_p = \frac{S_{\max}^2}{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + \dots + S_N^2} = S_{\max}^2 / \sum_{j=1}^N S_j^2, \quad (28)$$

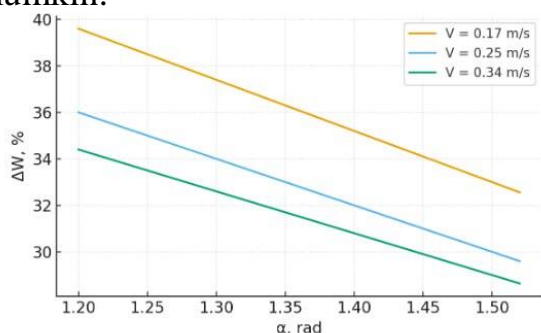
$$G_p = \frac{2,87}{7,72} = 0,3718. \quad (29)$$

Agar  $G_h$  – mezonning hisoblangan qiymati  $G_j$  – mezonning jadval qiymatidan oshmasa, ya'ni  $G_h \leq G_j$  bo'lsa, dispersiyalar bir jinsli bo'ladi.  $n-1=3-1=2$  bo'lganda  $G_j$  – mezonning qiymati 5% lik xatolik darajasida  $n=8$  uchun 0,5157 ga teng. Demak,  $G_h < G_j$  bo'lgani uchun dispersiyalar bir jinsli bo'ladi.

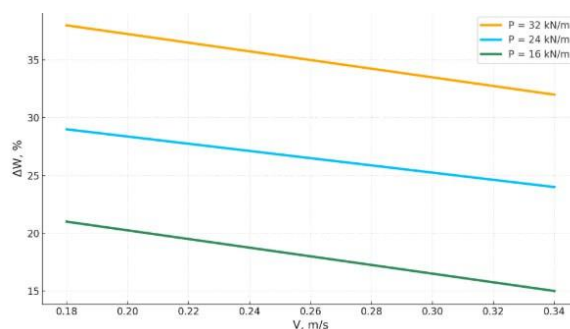
Ishonchlilik oralig'i qiymatini hisobga olgan holda  $\Delta b = \pm 0,425$  regressiya tenglamasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$y = 24,1 + 5,1x_1 + 4,23x_1x_2 - 1,06x_1x_3 - 0,89x_1x_2x_3. \quad (30)$$

Olingan regressiya tenglamasi (27) dan foydalanib, bosim beruvchi mexanizmning vertikal bilan hosil qilgan burchagi  $\alpha$  ning siqib chiqarilgan suyuqlik  $\Delta W$  miqdoriga bog'liqlik grafiklari  $P=32$  kN/m va ishchi organning aylanish  $V$  tezligining turli qiymatlari (10-rasm) uchun qurilgan va ishchi organ chiziqli  $V$  tezligining siqib chiqarilgan suyuqlik  $\Delta W$  miqdoriga bog'liqlik grafiklari  $P=32$  kN/m va bosim beruvchi mexanizmning vertikal bilan hosil qilgan  $\alpha$  burchagining turli qiymatlari (11-rasm) uchun qurilgan. Tajriba natijalari tahlili shuni ko'rsatadiki, siquvchi val juftliklari orasidan teri xomashyo mahsuloti harakatlanganda, teri xom ashyo mahsulotining tezligini kamaytirib, siquvchi vallar bosim kuchini oshirilib borilsa, teri xomashyo namligi samaradorligini oshirish mumkin.



**10-rasm. Siqib chiqarilgan suyuqlik  $\Delta W$  miqdorining bosim beruvchi mexanizmning vertikal bilan hosil qilgan  $\alpha$  burchagiga bog'liqligi**



**11-rasm. Ishchi organ chiziqli tezligining  $V$  siqib chiqarilgan suyuqlik  $\Delta W$  miqdoriga bog'liqligi**

11 va 12-rasmlarda keltirilgan grafiklarga asoslanib, tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, bosim beruvchi mexanizmning vertikal bilan hosil qilgan burchagi  $\alpha=1,55$  rad, bosim kuchi  $P=32$  kN/m va ishchi organ aylanish tezligi  $V=0,17$  m/s bo'lganda teri xomashyosidan siqib chiqarilgan suyuqlik miqdori ( $\Delta W=38$  %) eng yuqori natijani ko'rsatdi. Bosim beruvchi mexanizmning vertikal bilan hosil qilgan

burchagi  $\alpha=1,55$  rad, bosim kuchi  $P=32$  kN/m va ishchi organ chiziqli tezligi  $V=0,34$  m/s bo'lganda teri xomashyosidan siqib chiqarilgan suyuqlik miqdori ( $\Delta W=31$  %) eng kam natijani ko'rsatdi.

Takomillashtirilgan bosim beruvchi mexanizm qo'lanilgan siqish mashinasidan foydalanishdagi iqtisodiy samara quydagicha aniqlandi:

$$E = N_e \cdot a - N_y + \frac{I_e - I_y}{\frac{1}{T_y} + S_n} + \Delta K_n = 180000000 \cdot \frac{2}{3} - 120000000 + \\ + \frac{(38782,14 - 38782,14) \cdot 28}{\frac{1}{5} + 0,15} + (9930478,74 - 5203401,869) \cdot 28 = \\ 4727076,871 \cdot 28 = 132.358.152,4 \text{UZS}.$$

Bunda  $N_e$ ,  $N_y$  – tanlangan va tavsiya etilgan mashinaning narxlar;  $a$  – ekvivalentlik koeffisienti;  $I_e$ ,  $I_y$  – takomillashtirilgan texnologiya birligi uchun ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi uchun amortizasiya ajratmalari bundan mustasno, asosiy va ilg'or texnologiyani qo'llash uchun yillik harajatlar;  $T_y$  – takomillashtirilgan texnologiyaning xizmat qilish muddati;  $S_n$  – normativ koeffitsient;  $\Delta K_n$  – asosiy va ilg'or valli mashinalardan foydalanishda kapital qo'yilmalar (uskunalar narxidan tashqari) o'rtasidagi farq.

## XULOSA

“Teri xomashyosiga mexanik ishlov beruvchi ko'p operatsiyali mashinaning bosim beruvchi mexanizmini takomillashtirish” mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari asosida quyidagi xulosalar taqdim etiladi:

1. Teri xomashyosiga mexanik ishlov berish jarayonlarini tahlil qilish natijasida, mavjud ko'p operatsiyali valli mashinalarning bosim beruvchi mexanizmlari etarli bosim bera olmasligi aniqlandi. Shu sababli, mexanizmning konstruktiv tuzilishini takomillashtirish hamda bosim berish jarayonining nazariy va amaliy asoslarini ishlab chiqish zarurati asoslandi.

2. Teri xomashyosiga mexanik ishlov berishga mo'ljallangan takomillashtirilgan bosim beruvchi mexanizmga ega ko'p operatsiyali valli mashinaning konstruksiyasi ishlab chiqildi, uning tajribaviy qurilmasi yaratildi va tajribaviy sinovlardan o'tkazildi.

3. Tajriba tadqiqotlari natijasida mashina bosim beruvchi mexanizmning vertikal bilan hosil qilgan burchagi  $\alpha=1,55$  rad, siquvchi bosim kuchi  $P=32$  kN/m va mahsulotning maksimal o'tish tezligi  $V=0,17$  m/s bo'lgan rejim optimal natija berishi aniqlangan bo'lib, ushbu sharoitda siqib chiqarilgan namlik miqdori eng yuqori darajaga erishadi. Yuqoridagi parametrlarning ortishi teri xom ashyosidan ajralib chiqayotgan suyuqlik miqdorining kamayishiga olib kelishi ilmiy jihatdan asoslab berildi.

4. Taklif etilgan yangi konstruksiyadagi bosim beruvchi mexanizm teri xom ashyosidan ortiqcha namlikni maksimal darajada ajratishga imkon yaratadi. Bu

texnologik operatsiya natijasida nam teri xomashyosining keyingi ishlov jarayonlarida sifat ko'rsatkichlari sezilarli darajada yaxshilanadi.

5. Olib borilgan tajriba natijalariga ko'ra, yarim tayyor teri mahsulotini siqish jarayonining eng maqbul texnologik rejimi quyidagicha belgilandi: ishchi val diametri  $D=250$  mm, mahsulotning harakat tezligi  $V=0,17$  m/s, siquvchi bosim kuchi  $P=32$  kN. Ushbu optimal parametrlar ta'minlanganda namlikni ajratish samaradorligi  $\Delta W=38$  % ni tashkil etdi va mahsulotning qoldiq namligi 55-60 % oralig'ida bo'lishi ta'minlandi.

6. Taklif qilinayotgan ko'p operatsiyali valli mashina mavjud analoglarga nisbatan quyidagi ustunliklarga ega: mahsulot sifati oshiriladi; energiya sarfi kamayadi; ishchi organlarning xizmat muddati uzayadi; namlik me'yoriy darajada bo'ladi. Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish uchun texnologik asos shakllanadi.

7. Yaratilgan yangi konstruktsiya ixchamligi bois ishlab chiqarish maydonidan samarali foydalanish imkonini beradi. Takomillashtirilgan bosim beruvchi mexanizmga ega ko'p operatsiyali valli mashinaning joriy etilishi natijasida yillik iqtisodiy samaradorlik 132 358 152,40 UZSni tashkil etishi hisoblab chiqildi.

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

---

**ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ И СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СООРУЖЕНИЙ  
ИМЕНИ М.Т.УРАЗБАЕВА**

**АЧИЛОВ ГОФУРЖОН КУРБОНБОЙ УГЛИ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ДАВЛЕНИЯ  
МНОГООПЕРАЦИОННОЙ МАШИНЫ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ КОЖЕВЕННОГО ПОЛУФАБРИКАТА**

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

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент – 2026**



**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № B2025.2.PhD/T2654.**

Диссертация выполнена в Институте механики и сейсмостойкости сооружений имени М.Т.Уразбаева Академии наук Республики Узбекистан.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета ([www.ttyssi.uz](http://www.ttyssi.uz)) и на Информационно-образовательном портале «Ziyonet» ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Научный руководитель:**

**Бахадиров Гайрат Атаханович**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Мирзаев Нодир Боходирович**  
доктор технических наук, профессор

**Ибрагимов Фарход Хайруллоевич**  
доктор технических наук, доцент

**Ведущая организация:**

**Наманганский государственный технический университет**

Защита диссертации состоится 19 января 2026 года в 10<sup>00</sup> 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 в административном здании Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, 2-222 аудитория, тел.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08, факс: (+99871) 253-36-17; e-mail: [titlp\\_info@edu.uz](mailto:titlp_info@edu.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (зарегистрирована за № 262). Адрес: 100100, г.Ташкент, ул. Шохжахон, 5, тел.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08.

Автореферат диссертации разослан 5 января 2026 года  
(реестр протокола рассылки № 263 от 5 января 2026 года).

**Х.Х.Камилова**  
Председатель Научного совета по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., профессор

**А.3.Маматов**  
Ученый секретар Научного совета по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., профессор

**Ш.Ш.Хакимов**  
Председатель Научного семинара при научном совете  
по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор



## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире спрос на кожу и кожаные изделия растет из года в год. Лидерами по производству кожаных изделий являются такие страны, как Китай (717 млн. м<sup>2</sup>), США (511 млн. м<sup>2</sup>), Бразилия (665.2 млн. м<sup>2</sup>), Италия (317.7 млн. м<sup>2</sup>), Турция (221.3 млн. м<sup>2</sup>), Россия (66 млн. м<sup>2</sup>), Индия (175.9 млн. м<sup>2</sup>), Южная Корея (78.1 млн. м<sup>2</sup>), Казахстан (48 млн. м<sup>2</sup>), Узбекистан (40.2 млн. м<sup>2</sup>). На сегодняшний день, как и во всех отраслях производства, повышение эффективности и улучшение показателей качества машин и механизмов в кожевенной промышленности являются одной из актуальных задач. Учитывая, что в мировом масштабе на долю машиностроительной отрасли приходится 35% от общего объема промышленного производства<sup>1</sup>, важное значение в этой сфере имеет непрерывная и эффективная организация технологических процессов.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на разработку новых научно-технических решений ресурсосберегающих технологий и технических средств для отжима избыточной влаги из кожевенного сырья. В этом направлении, в частности, приоритетными считаются исследования, направленные на обоснование кинематических, динамических и технологических показателей многооперационных валковых машин механической обработки кожевенного сырья. В связи с этим особое внимание уделяется разработке энерго и ресурсосберегающей технологической валковой машины для отжима влаги из кожевенного сырья, обеспечению высокого качества работы и экономии энергии и ресурсов, разработке энерго и ресурсосберегающей технологической валковой машины для отжима избыточной влаги, выравнивания, строгания и шлифования кожевенного сырья при первичной механической обработке кожевенного сырья, а также обоснованию ее технологического процесса и параметров.

В республике проводятся широкомасштабные мероприятия по созданию новых валковых технологических машин для механической обработки кожевенных полуфабрикатов, повышающих производительность труда, снижающих затраты труда и энергетические затраты и производящих высококачественную продукцию. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы обозначены важные задачи, в частности, «... увеличение объема производства продукции из кожевенного сырья готовой обувной и кожгалантерейной продукции к 2026 году, путем заполнения существующих пробелов в производстве импортозамещающей продукции ...»<sup>2</sup>. Одним из важных вопросов реализации этих задач наряду с качественной обработкой кожевенного полуфабриката для изготовления изделий из кожи на сегодняшний день является разработка теоретических и практических аспектов повышения производительности различных технологических

---

<sup>1</sup> <https://app.indexbox.io/table/41h99/0/>.

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы».

машин, качества выпускаемой продукции, совершенствования рабочих валов и механизмов.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы», Постановлением Президента Республики Узбекистан от 26.02.2022 г. № ПП-143 «О дополнительных мерах по поддержке производства готовой продукции в кожевенно-обувной и меховой отраслях», Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 27 сентября 2022 года №531 «О создании малых промышленных зон, специализирующихся на производстве кожевенно-обувных и меховых изделий», а также другими соответствующими нормативно-правовыми документами, относящимися к данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан по направлению II. «Энергетика, энергия и энергосбережение» и «Создание высокопроизводительных машин и оборудования, приборов, эталонных средств, методов измерений и контроля для отраслей экономики».

**Степень изученности проблемы.** Многие ученые мира эффективно проводили свои научно-исследовательские работы по созданию валковых машин для механической обработки кожполуфабрикатов. Разработкой и исследованием отжимных машин для кожевенных полуфабрикатов за рубежом занимались Т.Витт (Германия), Л.Олле (Испания), С.Понсуббиа (Индия), А.М.Кузнецов, В.А.Кожевников, И.В.Дарда, В.И.Беляев, Ю.Н.Коротченко, Н.Г.Владыкин, М.Ю.Берселева, Ю.М.Калашникова, В.Т.Прохоров, Д.В.Рева (Россия), Б.А. Койайдаров (Казахстан). Определению физико-механических свойств кожевенного сырья, разработке на их основе технологических машин, а также повышению качества продукции посвящались научные труды Й.Чжана, Дж.Р. Келли, Катие Х. Сайзленд (Новая Зеландия), А. Данилковича (Украина), М.Ш. Шардарбека (Казахстан).

В республике исследования по обоснованию процессов переработки кожевенных полуфабрикатов, кожи и различных волокнистых материалов и параметров применяемых в них технологических машин проводились Т.Ю.Амановым, Г.А.Бахадиловым, А.А.Ризаевым, А.Д.Джураевым, К.Н.Анарбековым, А.Абдукаримовым, Г.Н.Цой, Ш.Р.Хуррамовым, К.Хусановым, Т.Ж.Кодировым, Н.Б.Мирзаевым, Ф.У.Нигматовой, М.К.Расуловой, С.Максудовым, И.Г.Шин, Д.И.Шин, А.М.Набиевым, З.Рахимовой, М.У.Мусировым, А.А.Умаровым, Ф.Рахимовым и др.

В настоящее время валковые машины для механической обработки кожевенного сырья производят следующие фирмы: “Yancheng Shibiao Machinery Manufacturing”, “Changzhou Fengmi Electronic Equipment Plant”, “Fujian Zhongshen Synthetic Leather Co., Ltd”, “Jiangyin Brenu Industry Technology” (Xitoy) “Svit” (Chyexiya), “Industry machinery”, “Luydgy Rizzi”,

“Aletti”, “Mosconi & C.” (Италия), “Menagetti”, “FBP Automazioni”, “Poletto”, “SM”, “Rotopress”, “Bauce Tri. Ma”, “Rizzi”, “Flamar”, “Deri-Maksan” (Турция), “Shlygeter”, “Airopress”, “BMD”, “Moenus Turner”, “Raum” (Германия), “Versus rs”, “Sopfa” (Франция), “Aulson”, “Stelling” (Австрия); “Turner” (Англия); “Finvas”, “Effipress” (Финляндия) и др.

Несмотря на то, что валковые технологические машины, разработанные на основе этих исследований, дают определенные положительные результаты при отжиме влаги из мокрого кожевенного полуфабриката, необходимо активизировать по работе разработке процессов механической обработки многооперационными валковыми и ресурсосберегающими машинами и обоснованию параметров их рабочих органов.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Института механики и сейсмостойкости сооружений имени М.Т.Уразбаева Академии наук Республики Узбекистан по прикладному гранту ФА-Атех-2018-254. «Разработка многооперационной машины для механической обработки кожевенного полуфабриката» (2018 – 2020).

**Целью исследования** является создание усовершенствованной конструкции механизма давления многооперационной машины для механической обработки кожевенного полуфабриката, внедрение в практику методов расчета, проведение экспериментальных исследований.

**Задачи исследования:**

выполнить анализ существующих конструкций машин механической обработки кожевенного сырья и научных работ по их усовершенствованию;

произвести теоретические расчеты по разработке конструкции усовершенствованного механизма давления многооперационной машины по механической обработке кожевенного сырья;

осуществить экспериментальные исследования по определению количества отжатой жидкости в зависимости от давления отжимных валов, скорости подачи, частоты отжима и толщины кожевенного сырья в многооперационной машине с применением усовершенствованного механизма давления;

обосновать основные кинематические и динамические параметры усовершенствованного механизма давления многооперационной технологической валковой машины для механической обработки кожевенного сырья и выполнить расчет его экономической эффективности.

**Объектом исследования** являются многооперационная машина для механической обработки кожевенного сырья и ее механизм давления.

**Предметом исследования** является механизм давления валковой машины для отжима кожевенного сырья.

**Методы исследования.** В исследовании применены методы математического исчисления, теоретической механики, статического анализа, методы математического планирования экспериментов, а также, методы,

обозначенные в нормативных документах.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в следующем:

разработаны параметры механизма, обеспечивающего возрастающее по секансоиде усилие для создания требуемой силы давления в контактной зоне рабочих и прижимных валов с учетом диаметров валов, длин рычагов и параметров зубчатых колес;

составлено математическое выражение для определения количества избыточной жидкости, отжатой при механической обработке кожевенного сырья путем пропускания его между парами валов, в зависимости от давления между рабочими валами и угла давления, создаваемого рычагом давления с вертикалью, до  $1,57 \text{ rad } (90^\circ)$ ;

разработан метод определения диаметра и давления валковых пар многооперационной валковой машины, оснащенной новым механизмом давления для технологического процесса отжима кожевенного сырья;

разработана новая конструкция механизма давления с шириной рабочего вала  $250 \text{ mm}$  и диаметром  $250 \text{ mm}$  в зависимости от требуемой силы давления и пройденного расстояния педали давления.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработаны и внедрены в практику энергосберегающая, повышающая качество продукции, а также требующая малой рабочей площади усовершенствованная конструкция механизма давления многооперационной машины для механической обработки кожевенного сырья;

обоснованы основные геометрические, кинематические, динамические параметры усовершенствованного механизма давления технологической валковой машины механической обработки кожевенного сырья;

разработана новая конструкция трех типов механизмов давления с силами давления  $16, 24, 32 \text{ kH/m}$  при углах  $1,2, 1,375, 1,55 \text{ рад}$ , образованных с вертикалью;

усовершенствована модель, позволяющая установить оптимальные параметры механизма давления, которые были определены теоретически и подтверждены экспериментально, получены графики и представлены производственным предприятиям.

**Достоверность результатов исследования** объясняется соответствием теоретических расчетов и экспериментальных результатов по совершенствованию механизма давления для валковых машин, используемых в кожевенной промышленности, адекватностью уравнения регрессии с учетом критериев оценки, положительными результатами испытаний и внедрением результатов исследования в практику.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования объясняется разработкой усовершенствованной конструкции механизма давления многооперационной машины для механической обработки кожевенного сырья, определением количества отжатой жидкости в зависимости от давления отжимных валов, скорости подачи, частоты отжима и толщины кожевенного сырья, обоснованием основных кинематических, динамических параметров

усовершенствованного механизма давления многооперационной технологической валковой машины для механической обработки кожевенного сырья.

Практическая значимость результатов исследования объясняется обеспечением равномерным отжимом кожевенного сырья в процессе отжима с помощью усовершенствованной конструкции механизма давления машины для отжима кожевенного сырья.

**Внедрение результатов исследования.** На основе результатов исследования по усовершенствованию механизма давления многооперационной машины для механической обработки кожевенного полифабриката получен патент на изобретение Центра интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан (№ IAP 06847 от 16 март 2022) на машину для механической обработки кожи. Внедрение в практику усовершенствованного механизма давления многооперационной машины для механической обработки кожевенного сырья позволило улучшить качество продукции и сократить производственные площади;

Внедрены результаты, полученные на многооперационной валковой машине для механической обработки кожевенного сырья, на предприятиях ООО «Gold Leather Export Import» в городе Касансай Наманганской области Республики Узбекистан и ООО «Premium Leather» в городе Коканд Ферганской области Республики Узбекистан (Справка Ассоциации «Узчармсаноат» № 01-07/1629 от 26 мая 2025 г.). В результате применения нового механизма давления многооперационной валковой машины достигнуто повышения эффективности отжима в среднем на 11,7 % по сравнению с существующей конструкцией, снижение энергозатрат на 14,4 %. При этом остаточная влажность кожевенного полуфабриката в процессе отжима влажного кожевенного полуфабриката составила 55 – 60 %.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были обсуждены на 6 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** Всего по теме диссертации опубликовано 12 научных работ, из них 3 статьи в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации доктора философии (PhD), в том числе 1 в зарубежном журнале, а также получен 1 патент на изобретение Центра интеллектуальной собственности.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 119 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

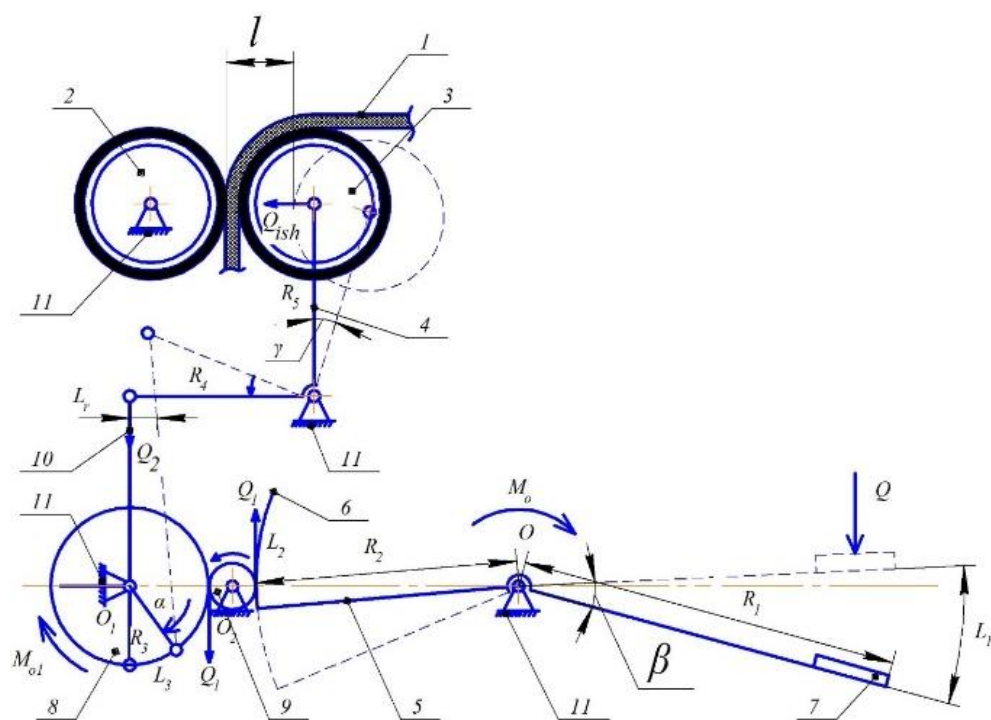
**Во введении** обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, описаны цели и задачи, а также объект и предмет исследования. Показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены научная новизна и практические результаты исследования,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

В первой главе диссертации под названием **«Анализ научных разработок и литературы по исследуемой теме»** сформулированы цели и задачи исследования, дан анализ научных работ по созданию валковых машин для механической обработки кожевенного сырья, рассмотрению механизмов давления рабочих органов, механизмов подачи кожевенно-меховых машин, изучению многооперационных валковых машин для механической обработки кожевенного сырья.

Во второй главе диссертации **«Теоретическое исследование сил, действующих на разработанный механизм давления»** изложена разработка принципиальных схем машины для механической обработки кожевенного сырья, сформулировано определение опорных сил реакции в механизме давления многооперационной валковой машины, приведен структурный анализ механизма давления многооперационной машины для механической обработки кожевенного полуфабриката.

Показано, что машина механической обработки кожи состоит из рабочего вала, установленного на станине, прижимного вала, соединенного с рычагом, выполненным с возможностью передвижения вперед и назад, механизма давления, состоящего из зубчатого колеса, установленного на станине, двухплечевого рычага, выполненного с возможностью колебаний, зубчатого сектора, установленного на одном конце рычага, отличающегося установкой паразитного зубчатого колеса на станине, шарнирно связанного рычага, тяги и главного зубчатого колеса (рис. 1).

Машина для механической обработки кожи работает следующим образом. Кожу помещают на подвижную поверхность отжимного вала, находящегося в исходном положении, т. е. отстраненном от вращающегося рабочего вала. Нажатием на педаль механизм давления перемещается в зону обработки с помощью зубчатого сектора, паразитных и основных зубчатых колес, тяговых рычагов, прижимного вала. В зоне обработки, т. е. в контактной зоне, между рабочим и прижимным валами, создается давление, и кожа обрабатывается. После завершения обработки педаль отпускается, и прижимной вал под действием пружины возвращается в исходное положение.



1 – коженное сырье; 2 – рабочий вал; 3 – прижимной вал; 4 – двуплечие рычаги; 5 – сектор зубчатого колеса; 6 – радиус зубчатого колеса; 7 – педаль; 8 – главное зубчатое колесо; 9 – паразитные зубчатые колеса; 10 – рычаги; 12,13 – опоры.

**Рис. 1. Схема механизма давления машины для механической обработки коженного сырья**

При нажатии на педаль сила  $Q$  передается на главное зубчатое колесо с помощью двухплечевого рычага и паразитного зубчатого колеса. При этом момент  $M_O$ , возникающий в точке  $O$ , равен моменту в точке  $O_1$  (без учета силы трения в звеньях механизма давления) (рис. 1). Для случая, когда давление возникает в зоне контакта между рабочим и прижимным валами при нажатии на педаль, направление сил и вращения указано стрелкой.

При нажатии на педаль с силой  $Q$  возникает момент  $M_O$  относительно точки  $O$ :

$$M_O = Q \cdot R_1. \quad (1)$$

Этот момент передается на главное зубчатое колесо через двухплечевой рычаг и паразитное зубчатое колесо и действует с силой  $Q_1$  на главное зубчатое колесо с радиусом  $R_3$ , (без учета силы трения в звеньях механизма давления)

$$\frac{M_O}{R_2} = Q_1, \quad (2)$$

где  $R_2$  – радиус зубчатого сектора,  $Q_1$  – сила воздействия зубчатого сектора на паразитное колесо.

Отсюда

$$M_O = Q_1 \cdot R_2. \quad (3)$$

При нажатии на педаль моменты относительно точки  $O$  равны, и  $Q_1$  выражается через неё:

$$Q_1 = \frac{R_1}{R_2} Q. \quad (4)$$

Сила  $Q_1$  даёт момент  $M_{O_1}$  точке  $O_1$  главного зубчатого колеса с радиусом  $R_3$ . Под действием момента  $M_{O_1}$  сила  $Q_2$ , возникающая в основном зубчатом колесе с радиусом  $R_3$ , будет переменной.

Момент силы  $Q_1$  относительно точки  $O_1$  имеет вид:

$$M_{O_1} = Q_1 \cdot R_3, \quad (5)$$

где  $R_3$  – радиус главного зубчатого колеса.

$$Q_2 \cdot R_3 \cdot \cos \alpha = M_{O_1}, \quad (6)$$

где  $\alpha$  – угол поворота главного зубчатого колеса в точке  $O_1$ . Подставляя выражение момента (5) в (6), получим следующее:

$$Q_2 \cos \alpha = Q_1. \quad (7)$$

В результате, подставляя выражение силы  $Q_1$  в (7), получаем:

$$Q_2 = \frac{R_1}{R_2} Q \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{R_1}{R_2} Q \cdot \sec \alpha. \quad (8)$$

При нажатии на педаль, в зависимости от конструкции механизма, силы давления в зоне контакта звеньев механизма давления, рабочего и прижимного валов, изменение силы  $Q_2$ , увеличивающейся по секансоиде угла поворота основного зубчатого колеса, будет иметь вид, как на рис. 2.

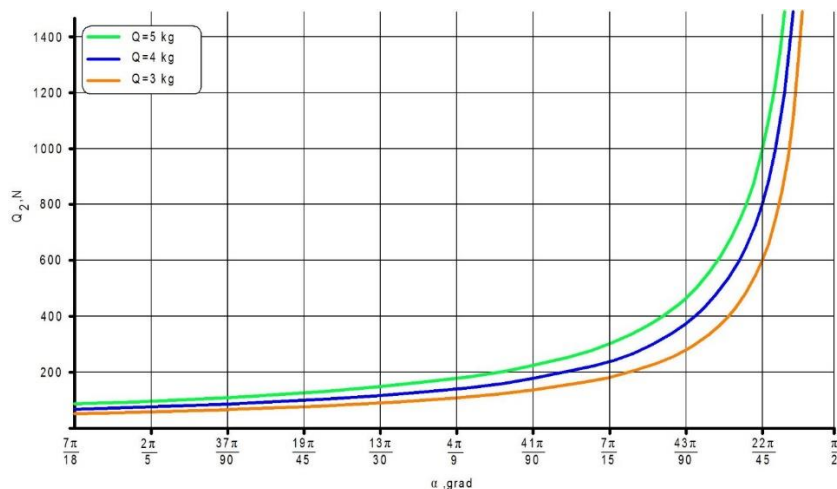


Рис. 2. График изменения силы давления

Определим максимальное расстояние подъема педали для технологического процесса отжима многооперационной машины. При этом педаль совершает дугообразное движение  $L_1 = h$ , и длину дуги находим следующим образом:

$$L_1 = \frac{\beta \cdot 2\pi R_1}{360}, \quad (9)$$

точно так же

$$L_3 = \frac{\alpha}{360} \cdot 2\pi R_3. \quad (10)$$



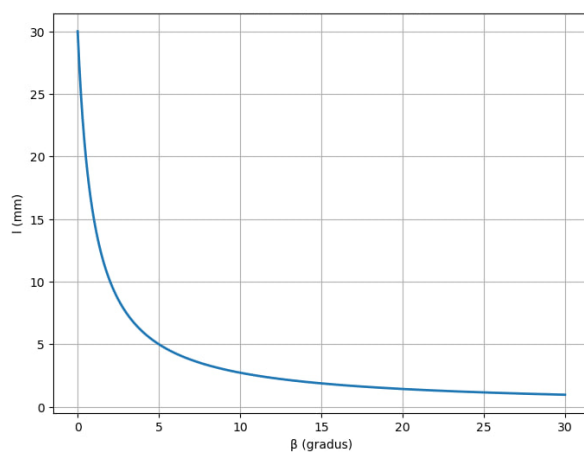
Здесь, поскольку расстояние перемещения главного зубчатого колеса и сектора педали одинаково,  $L_3=L_2$ ;  $R_3$  – радиус главного зубчатого колеса;  $\alpha$  – угол поворота главного зубчатого колеса.

Определим угол поворота педали:

$$\beta = \frac{360 \cdot L_3}{2\pi R_2} . \quad (11)$$

По принципу возможных перемещений получено уравнение зависимости  $L_1$  от  $l$  и построен следующий график (рис. 3).

При этом при  $L_3=157,08$  мм,  $L_1=240,73$  мм,  $\alpha=70^\circ \div 90^\circ$  представлен график изменения расстояния  $l$  между рабочим и нажимным валами в зависимости от угла  $\beta$  при различных длинах рычага  $R_3=100$  мм,  $R_2=400$  мм,  $R_1=600$  мм.



**Рис. 3. График изменения расстояния  $l$  между рабочим и нажимным валами в зависимости от угла  $\beta$**

Расстояние перемещения рычага  $L_r$  при параметрах механизма  $R_1=600$  мм,  $R_2=400$  мм,  $R_3=100$  мм,  $L_3=240,73$  мм и  $\beta=22,5^\circ$  определяется следующим образом:

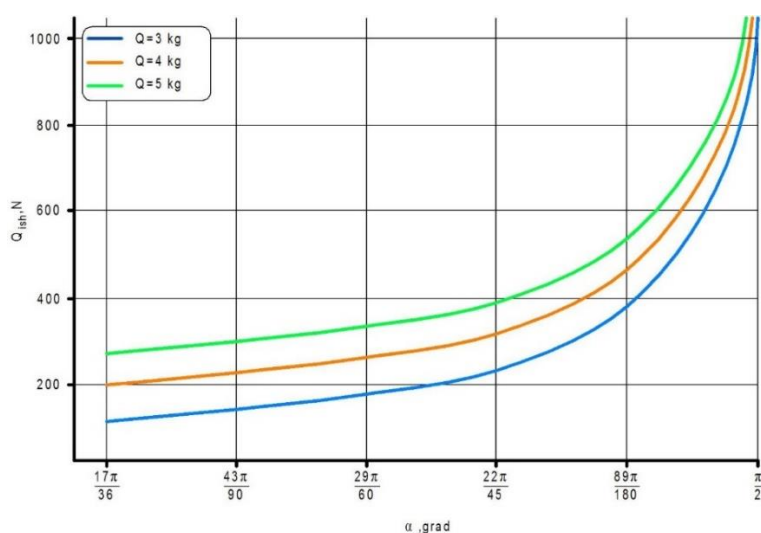
$$L_r = R_3 - R_3 \cos \alpha . \quad (12)$$

На рис. 4 приведен график изменения силы давления между рабочим и нажимным валами  $Q_{ish}$  относительно угла поворота основного зубчатого колеса  $\sec(\alpha)$  при нажатии на педаль с силой  $Q=3, 4$  и  $5$  кг:

$$Q_{ish} = \frac{R_5}{R_4} Q_2 \cdot \sec \alpha . \quad (13)$$

Здесь, когда  $R_5=R_4$ , сила  $Q_{ish}$ , возникающая в барабане давления, равна силе  $Q_2$ . В случае, когда рычаги направлены вдоль координатных осей, эти рычаги выражаются через угол  $\gamma$ .

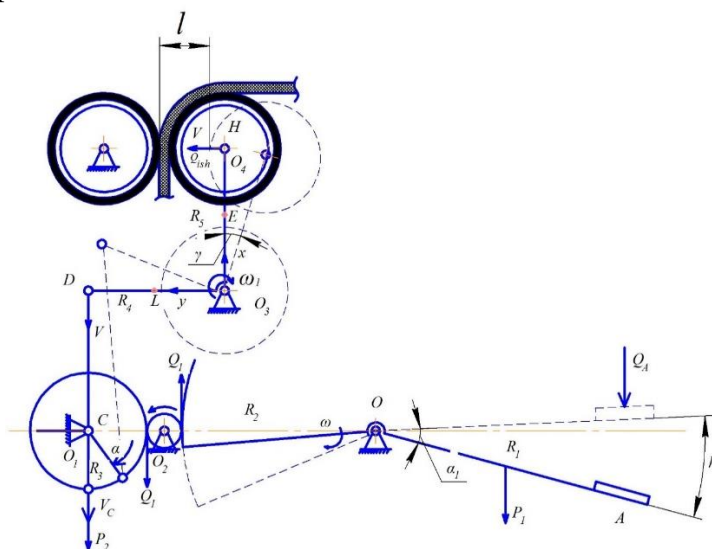
Из рис. 4 видно, что при изменении угла поворота основного зубчатого колеса  $\sec(\alpha)$  от  $17\pi/36$  до  $\pi/2$  сила  $Q_{ish}$  между падающим давлением и рабочим валом достигает величины, достаточной для технологического процесса отжима.



**Рис. 4.** График изменения силы давления  $Q_{ish}$ , между рабочим и нажимным валами относительно угла поворота главного зубчатого колеса сес ( $\alpha$ ) при нажатии на педаль с силой  $Q=3, 4$  и  $5$  кг ( $L_1=30$  см)

В третьей главе диссертации «Разработка и подготовка технических заданий на изготовление опытного образца рекомендуемого механизма давления для многооперационной машины» исследованы кинематические и динамические параметры механизма воздействия на кожевенное сырье, проведены работы по совершенствованию технологической машины для механической обработки кожевенного сырья.

В данном механизме давления (рис. 5) при нажатии на рычаг (педаль)  $R_1$  с силой  $Q$  рассматривается задача определения силы  $Q_{ish}$ , с которой давление оказывается на рабочий вал.



**Рис. 5.** Рабочее положение рычажного контура механизма давления

Определим скорости точек механической системы, связав их со скоростью точки  $A$  системы. Поскольку все части рычажного контура, расположенные выше точки  $D$ , движутся вместе, они рассматриваются как единое тело. Вместо нахождения скоростей всех точек достаточно найти скорость точки  $E$ , которая является единственным центром масс:

$$\begin{aligned} x_E &= \frac{-m_{O_3D} \cdot x_L - m_{O_3H} \cdot x_K - m_H \cdot x_H}{M}, \\ y_E &= \frac{m_{O_3H} \cdot y_K + m_H \cdot y_H + m_{O_3D} \cdot y_L}{M}. \end{aligned} \quad (14)$$

На основе использования теоремы об изменении кинетической энергии скорость педали определена в зависимости от действующей на неё силы:

$$T - T_0 = \sum A_i^e. \quad (15)$$

Чтобы найти общую кинетическую энергию системы, мы сложили кинетические энергии частей системы:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 = \frac{m_A \cdot V_A^2}{6} + \frac{13}{24} m_c \cdot V_A^2 \cdot \cos^2 \alpha_2 + \frac{m}{24} \cdot 0,0036 \cdot \cos^2 \alpha_2 \cdot V_A^2, \quad (16)$$

$$T = \left( \frac{m_A}{6} + \frac{13}{24} m_c \cdot \cos^2 \alpha_2 + \frac{m}{24} \cdot 0,0036 \cdot \cos^2 \alpha_2 \right) \cdot V_A^2. \quad (17)$$

Общая выполненная работа рассчитывается следующим образом:

$$A = A_1 + A_2 + A_3, \quad (18)$$

$$A = Q_A \cos \alpha_2 \cdot h + P_1 \cdot \frac{h}{2} + m_c \cdot tg \alpha + Mg \cdot (O_3 O_4 - y_E). \quad (19)$$

Подставляя истинное значение в уравнение (14), вычисляем:

$$\begin{aligned} &\left( \frac{m_A}{6} + \frac{13}{24} m_c \cdot \cos^2 \alpha_2 + \frac{m}{24} \cdot 0,0036 \cdot \cos^2 \alpha_2 \right) \cdot V_A^2 = \\ &= Q_A \cos \alpha_2 \cdot h + P_1 \cdot \frac{h}{2} + m_c \cdot tg \alpha + Mg \cdot (O_3 O_4 - y_E), \end{aligned} \quad (20)$$

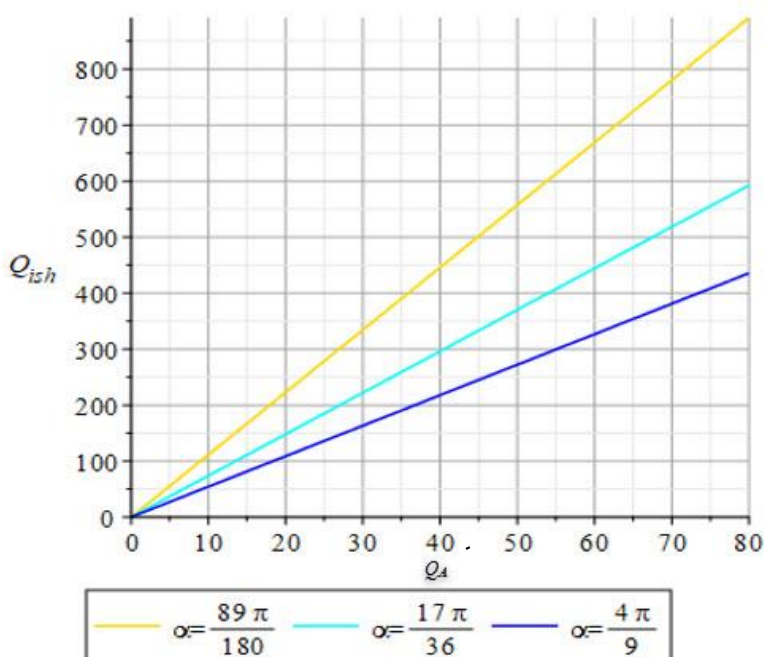
поскольку система совершает положительную работу, правая часть уравнения (18) должна быть больше 0. Согласно:

$$Q_A \cos \alpha_2 \cdot h + P_1 \cdot \frac{h}{2} + m_c \cdot tg \alpha + Mg \cdot (O_3 O_4 - y_E) > 0, \quad (21)$$

$$Q_A > \frac{-\cos \alpha_2 \cdot h - P_1 \cdot \frac{h}{2} - m_c \cdot tg \alpha + Mg \cdot (y_E - O_3 O_4)}{\cos \alpha_2}. \quad (22)$$

Из уравнения (22) можно определить минимальное значение силы, которую оператор должен приложить к педали, максимальную высоту подъема педали и угол, образованный рычагом  $R_l$ , на котором установлена педаль, с горизонтом. В этой многооперационной машине (рис. 6) при вертикальном нажатии на педаль  $R_l$  с некоторой силой  $Q_A$  рычаг  $R_l$  приводит в движение рычаг  $R_4$  с помощью рычага  $CD$ . В свою очередь движущийся вал  $H$  воздействует на рабочий вал с силой  $Q_{ish}$ . Для обеспечения стабильности движения этой машины сила  $Q_A$ , приложенная к точке  $A$  педали, должна быть настолько мала, что может быть создана ногой человека, и максимальный подъем точки  $A$  от земли также должен быть настолько мал, что человек может легко наступить на нее. Для этого достаточно изучить силу давления, действующую на рабочий вал, и закономерности изменения угла, образованного рычагом  $R_l$  с горизонтальной осью.

При динамическом анализе машины важно знать скорости точек машины, силы, действующие на эти точки, и длины рычагов.



**Рис.6. Изменение силы давления  $Q_{ish}$ , возникающей в рабочей зоне, в зависимости от силы  $Q_A$ , необходимой для приложению оператор на педаль, и угла поворота педали  $\alpha$**

Чтобы найти, как сила давления  $Q_{ish}$ , возникающая в рабочей зоне, зависит от силы  $Q_A$ , которая должна быть приложена к педали оператором, можно включить подставить это в теорему об изменении значения движения следующим образом:

$$\begin{cases} M \mathbf{V}_H = Q_4 \cdot t, \\ M_1 \mathbf{V}_A = Q_A \cdot t. \end{cases} \quad (23)$$

Здесь  $\alpha$  – угол, образованный педалью  $R_l$  с горизонтом;  $M$  – масса вала;  $M_1$  – масса педали.

Сила, действующая на рабочий орган, определяется следующим выражением:

$$Q_{ish} = \frac{M}{M_1} \cdot \frac{R_5}{R_4} \cdot Q_2 \sec \alpha. \quad (24)$$

При подстановке в уравнение (24) значений  $M=17,1\text{ кг}$ ,  $M_1=2\text{ кг}$ ,  $R_5=80\text{ см}$ ,  $R_4=110\text{ см}$ , полученных из опытного образца технологической машины, формируется уравнение силы давления  $Q_{ish}$ , возникающей в рабочей зоне, в зависимости от максимального угла отклонения педали от горизонта  $\alpha$  и силы  $Q_A$ , которая должна быть подана на педаль оператором. С помощью этого уравнения можно построить график (рис.6). При этом можно наблюдать изменение  $Q_{ish}$  при значениях  $\alpha$   $89\pi/180$ ,  $17\pi/36$  и  $4\pi/9$  при изменении значения  $Q_{ish}$  на интервале 0-80 н. Величина силы давления в рабочем органе прямо пропорциональна силе, приложенной оператором к педали, и обратно пропорциональна максимальному углу отклонения педали от горизонта  $\alpha$ , т. е. Нужно выбрать небольшой угол, чтобы получить достаточное усилие для обработки. Определим, с какой силой оператор должен воздействовать на

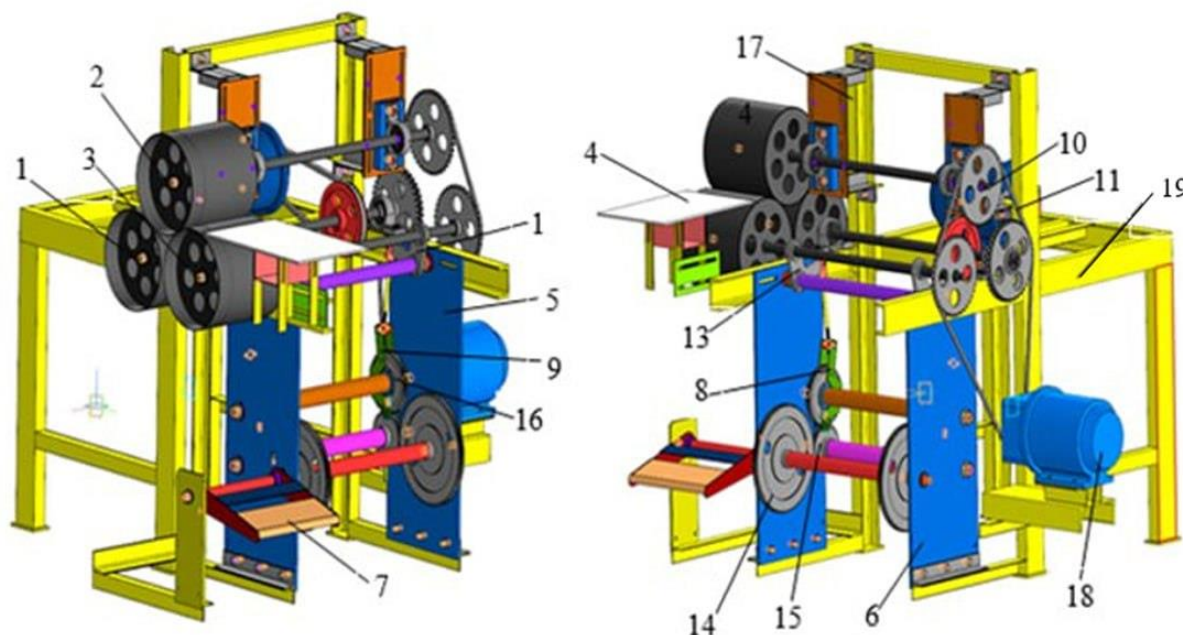
педаль технологической машины, чтобы создать вышеуказанную силу. Для этого уравнение (24) относительно силы  $Q_A$  запишем следующим образом:

$$Q_A = \frac{Q_4}{\cos \alpha} \cdot \frac{M_1}{M} \cdot \frac{R_4}{R_5}. \quad (25)$$

Анализ результатов показывает, что для того, чтобы величина силы давления в рабочем органе составляла 8 кН, диапазон изменения угла отклонения зубчатого колеса от горизонта  $\alpha$  должен составлять  $4\pi/9$ ,  $89\pi/180$ ,  $\alpha$  величина силы, которую оператор должен приложить к педали 46,7 – 80 Н.

Рычажная конструкция многооперационной технологической машины обеспечивает различную силу сжатия, но не может обеспечить силу давления, необходимую для различных технологических процессов обработки кожи.

В четвертой главе диссертации под названием «План, методика и анализ опытно-экспериментальных работ, а также экономическая эффективность» приведены результаты экспериментального исследования технологического процесса отжима кожевенного полуфабриката на стенде многооперационного валкового станка а также, результаты испытаний предлагаемой усовершенствованной многооперационной валковой машины для механической обработки кожевенного сырья и расчеты годовой экономической эффективности от внедрения данной усовершенствованной машины.



- 1 – рабочий вал; 2,3 – прижимной вал; 4 – полка;  
 5,6 – боковина; 7 – педаль; 8,9 – тяговые рычаги;  
 10 – шиквы; 11 – цепь; 12, 13 – рычаг; 14 – зубчатый сектор;  
 15 – паразитные зубчатые колеса; 16 – рама; 17 – корпус подшипника; 18 – электродвигатель; 19 – рама

**Рис.7. 3D вид многооперационной валковой машины**

Многооперационная валковая машина состоит из станины (рис.7), приваренной из швеллеров 19. На верхней полке станины закреплен неподвижный рабочий вал 2. На станине установлены двуплечие рычаги 12 и

13, на коротких плечах которых установлены зажимные валы 3, а длинное плечо рычага связано с педалью 7 посредством тяг 8 и 9 и шестерен 14 и 15. Выше зажимного вала, закрепленного на станине, находится полка 4. Установленный направляющий вал 2 закреплен на сжимающем валу 17, регулируемом пружиной, справа от сжатого сжимающего вала 3 с передаточным столом 4. Конструкция подающего стола 4 позволяет подавать кожу с различными диаметрами отжимного барабана ( $\varnothing 250/\varnothing 190/\varnothing 125$ ). Обработка кожи осуществляется следующим образом. Кожа, установленная на передаточном столе 4, перемещается вперед оператором. Направляющий валик в положении 2 направляет его в зону обработки между рабочим валиком в положении 1 и отжимным валиком в положении 3. Когда оператор нажимает на педаль 7, шестерня, сидящая на одном валу с педалью 14, передает вращения паразитной шестерне 15, которая, в свою очередь, передает их шестерне в 16. Шестерня 16 вращается по часовой стрелке, поворачивает двуплечие рычаги 12 и 13 и тянет тяги 8 и 9 вниз. Валик, прикрепленный к двуплечевому рычагу 12 и 13, прижимает кожу к рабочему валу 1. При отпускании педали 7 пружины возвращают механизмы машины в исходное положение. Зубчато-рычажный механизм многооперационной машины для механической обработки кожи, конструкция многооперационной валковой машины позволяет работать с барабанами разного диаметра ( $\varnothing 250/\varnothing 190/\varnothing 125$ ).

Эксперименты проводились на кожевенном сырье, полученном из шкур крупного рогатого скота среднего веса. В ходе эксперимента образцы влажного кожевенного сырья толщиной 0,004 м, обработанные жидкостью, подаются оператором на рабочий вал давления. До и после отжима образцы взвешивали на лабораторных весах MVP-600H с дискретностью 0,01 г (ISO-9001).

При осуществлении технологического процесса отжима полуфабриката кожевенного сырья на стенде многооперационного роликового станка рекомендуется обеспечить следующие параметры: диаметр рабочего и прижимного валов  $D=250$  мм, длины двуплечих рычагов  $R_4=110$  мм,  $R_5=80$  мм, длина педали  $R_1=600$  мм, диаметры промежуточных зубчатых колес  $D_1=385$  мм,  $D_2=180$  мм,  $D_3=140$  мм, скорость вращения рабочих валов,  $v=0,17$  м/с, сила давления между рабочими валами  $Q_{ish} = 32$  кН/м, угол, образованный с вертикалью 1,55 рад, а сила нажатия на педаль оператором должна быть 8 кг. При этом в процессе отжима влажного кожевенного сырья остаточная влажность кожевенного сырья также достигает 55 – 60 %.

Эксперименты проводятся на кожевенном сырье, полученном из шкур крупного рогатого скота среднего веса (рис. 8 – 9).

С помощью метода D-оптимального планирования с использованием матрицы дизайна К.Кано получены результаты экспериментальных исследований и составлен план эксперимента.





**Рис. 8. Стенд технологической валковой машины с ручными операциями (ИМСС АН РУз)**



**Рис. 9. Измерение массы и толщины полуфабриката из кожевенного сырья после отжима**

Факторы, согласно формуле, равны:

$$x_i = \frac{c_i - c_{i0}}{t_0}, \quad (26)$$

где  $x_i$  – кодирование значений факторов;  $c_i, c_{i0}$  – натуральные значения фактора текущего и нулевого уровня фактора;  $t_0$  – натуральное значение интервала изменения фактора.

Аппроксимирующие полиноминые функции определяются следующим образом:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i,j=1}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2, \quad (27)$$

где  $y$  – качество кожевенного полуфабриката строганного в кодированном виде;  $b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii}$  – коэффициенты регрессии. Значения и интервалы изменения экспериментального фактора приведены в табл. 1.

**Таблица 1**

**Уровни и интервалы изменения экспериментального фактора**

№	Название фактора	Единица измерения	Обозначение	Значения фактора			Степень вариации
				-1	0	+1	
1	Давление рабочих валов	кН/м	$x_1$	16	24	32	8
2	Скорость вращения рабочего органа	м/с	$x_2$	0,17	0,25	0,34	0,085
3	Угол, образованный механизмом давления с вертикалью	рад	$x_3$	1,2	1,375	1,55	0,175

Таблица 2

**Матрица планирования экспериментов**

№	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_1$ , гр.		$y_2$ , гр.		$y_3$ , гр.	
				$y_{b1}$	$y_{o1}$	$y_{b2}$	$y_{o2}$	$y_{b3}$	$y_{o3}$
1	+	+	+	82,2	62,5	82,7	62,7	92,8	69,7
2	-	+	+	82,5	67,6	83,5	66,5	92,4	72,8
3	+	-	+	90,1	66,6	83,8	60,6	101,3	75,4
4	-	-	+	83,1	64,1	81,6	62,3	91,5	69,7
5	+	+	-	78,4	60,5	76,3	56,5	83,7	61,3
6	-	+	-	80,9	60,6	78,1	58,5	89,7	68,1
7	+	-	-	85,3	60,1	79,7	55,5	91,4	64,5
8	-	-	-	84,1	69,6	81,8	65,5	90,4	72,5

На основе использования значения табл. 2, была составлена матрица планирования экспериментов, т.е. математические расчеты влажности, вытесненной из кожанного сырья (в процентах)( табл. 3).

В полнофакторном эксперименте коэффициенты регрессии определяются по следующим формулам:

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N y_i; b_j = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N X_{ji} y_j; b_{im} = \frac{1}{N} \sum X_{ji} X_{jm} y_i. \quad (28)$$

Согласно приведенным результатам, коэффициенты регрессии будут равны

$$b_0 = 24,1; b_1 = 5,1; b_2 = 0,2; b_3 = 0,05; b_{12} = 4,23; b_{13} = -1,06; b_{23} = -0,04; b_{123} = -0,89.$$

Таблица 3

**Матрица планирования экспериментов**

№	Факторы							Результаты экспериментов			Средний результат
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{23}$	$x_{123}$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_{o'r}$
1	+	+	+	+	+	+	+	23,9	24,2	24,9	24,3
2	-	+	+	-	-	+	-	18,1	20,4	21,2	19,9
3	+	-	+	-	+	-	-	26,1	27,7	25,6	26,4
4	-	-	+	+	-	-	+	22,9	23,6	23,8	23,4
5	+	+	-	+	-	-	-	22,8	25,9	26,8	25,2
6	-	+	-	-	+	-	+	25,1	25,1	24,1	24,8
7	+	-	-	-	-	+	+	29,5	30,4	29,4	29,8
8	-	--	-	+	+	+	-	17,2	19,9	19,8	18,9

Точность и достоверность экспериментальных результатов во многом зависят от контроля всех входных и выходных параметров и их постоянства. Поэтому многократный контроль входных и выходных параметров компрессорной машины помогает в каждом эксперименте.



При равномерном повторении опытов ( $n=3$ ) однородность ряда дисперсий проверяется по критерию Кохрена, представляющему собой отношение максимальной дисперсии к сумме всех дисперсий:

$$G_h = \frac{S_{\max}^2}{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + \dots + S_N^2} = S_{\max}^2 / \sum_{j=1}^N S_j^2, \quad (29)$$

$$G_p = \frac{2,87}{7,72} = 0,3718. \quad (30)$$

Если расчетное значение критерия  $G_h$  не превышает табличное значение критерия  $G_j$ , т.е. если  $G_h \leq G_j$ , дисперсии однородны. При  $n-1=3-1=2$  значение критерия  $G_j$  равно 0,5157 для  $N=8$  с 5%-ной степенью ошибки. Следовательно, поскольку  $G_h < G_j$ , дисперсии однородны.

Уравнение регрессии с учетом значения доверительного интервала  $\Delta b = \pm 0,425$  принимает следующий вид:

$$y = 24,1 + 5,1x_1 + 4,23x_1x_2 - 1,06x_1x_3 - 0,89x_1x_2x_3, \quad (31)$$

Используя полученное уравнение регрессии (31), можно построить графики зависимости угла  $\alpha$ , образованного механизмом давления с вертикалью, от количества вытесненной жидкости  $\Delta W$ .  $P=32$  кН/м и вращения рабочего органа.

Для различных значений скорости  $V$  (рис. 10) и вращения рабочего органа построена графики зависимости скорости  $V$  от количества вытесненной жидкости  $\Delta W$ .  $P=32$  кН/м и образован вертикалью прижимной механизм для различных значений угла  $\alpha$  (рис. 11). Анализ результатов экспериментов показывает, что при движении кожевенного сырья между парами отжимных валов можно повысить эффективность влажности кожевенного сырья, снизив скорость движения кожевенного сырья и увеличив давление отжимных валов.

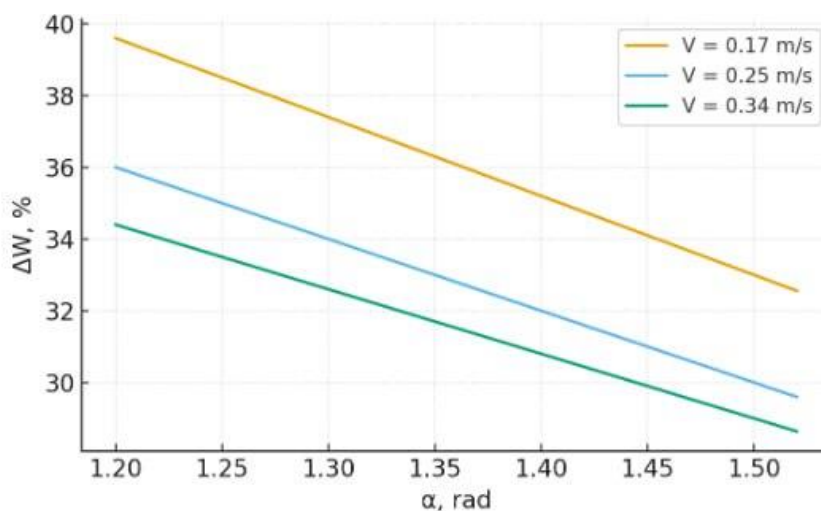
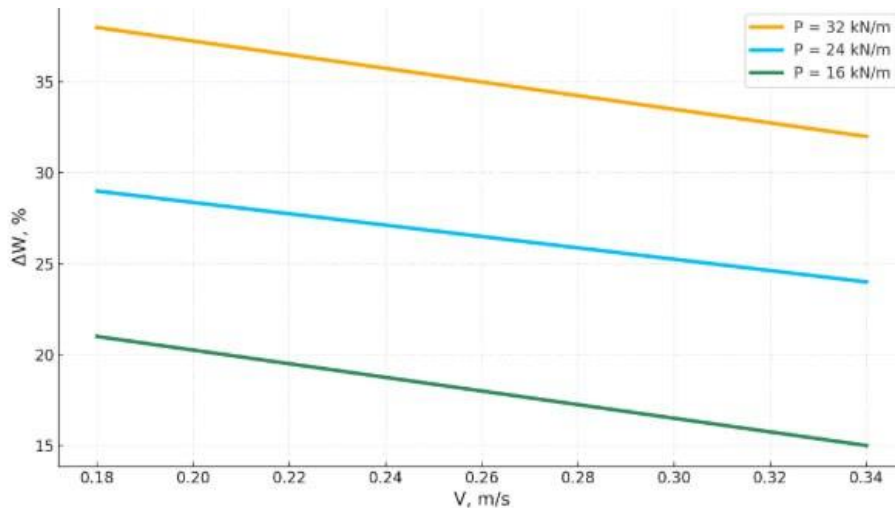


Рис. 10. Зависимость угла  $\alpha$ , образованного механизмом давления с вертикалью, от количества вытесненной жидкости  $\Delta W$

На основании графиков, приведенных на рис. 10 и 11, результаты экспериментов показывают, что при угле, образованном механизмом давления с вертикалью  $\alpha=1,55$  рад, силе давления  $P=32$  кН/м и скорости вращения рабочего органа  $V=0,17$  м/с количество жидкости, вытесненной из кожевенного сырья ( $W=38$  %), показало наивысший результат. При угле, образованном механизмом давления с вертикалью  $\alpha=1,55$  рад, силе давления  $P=32$  кН/м и скорости вращения рабочего органа  $V=0,34$  м/с количество жидкости, вытесненной из кожевенного сырья ( $W=31$  %), показало наименьший результат.



**Рис. 11. Зависимость скорости вращения  $V$  рабочего органа от количества вытесненной жидкости  $\Delta W$**

Экономический эффект от использования отжимной машины с применением усовершенствованного механизма подачи давления определяется следующей формулой:

$$\begin{aligned}
 E = N_e \cdot a - N_y + \frac{I_e - I_y}{\frac{1}{T_y} + S_n} + \Delta K_n &= 1800000000 \cdot \frac{2}{3} - 1200000000 + \\
 + \frac{(38782,14 - 38782,14) \cdot 28}{\frac{1}{5} + 0,15} + (9930478,74 - 5203401,869) \cdot 28 &= \\
 4727076,871 \cdot 28 &= 132.358.152,4 \text{ UZS}
 \end{aligned}$$

где  $N_e$ ,  $N_y$  – сены выбранной и рекомендованной машины;  $a$  – коэффициент эквивалентности;  $I_e$ ,  $I_y$  – годовые затраты на применение основной и передовой технологии, за исключением амортизационных отчислений на объем выпускаемой продукции за единицу усовершенствованной технологии;  $T_y$  – срок службы усовершенствованной технологии;  $S_n$  – нормативный коэффициент;  $\Delta K_n$  – разница между капитальными вложениями (за

исключением стоимости оборудования) при использовании машин с основным и передовым валами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов проведенного исследования по диссертации доктора философии (PhD) на тему «Совершенствование механизма давления многооперационной машины для механической обработки кожевенного полуфабриката» сформулированы следующие выводы:

1. В результате анализа процессов механической обработки кожевенного полуфабриката установлено, что механизмы давления существующих многооперационных валковых машин не могут обеспечить необходимое давление между нами. В связи с этим обоснована необходимость совершенствования конструктивной структуры механизма и разработки теоретических и практических основ создания необходимого давления.

2. Разработана конструкция многооперационной валковой машины с усовершенствованным механизмом подачи давления для механической обработки кожевенного сырья, создана ее экспериментальная установка и проведены экспериментальные испытания.

3. В результате экспериментальных исследований установлено, что режим, при котором угол, образованный механизмом давления машины с вертикалью  $\alpha=1,55$  рад, сила давления сжатия  $P=32$  кН/м и максимальная скорость прохождения продукта  $V=0,17$  м/с, дает оптимальные результаты, при которых количество удаленной влаги достигает наивысшего уровня. Научно обосновано, что увеличение вышеуказанных параметров приводит к уменьшению количества жидкости, выделяемой из кожевенного полуфабриката.

4. Предложенный механизм давления новой конструкции позволяет максимально удалить избыточную влагу из кожевенного сырья. В результате этой технологической операции качественные показатели влажного кожевенного сырья в последующих процессах обработки значительно улучшаются.

5. По результатам проведенных экспериментов оптимальный технологический режим процесса отжима кожевенного полуфабриката установлен следующим образом: диаметр рабочего вала  $D=250$  мм, скорость движения изделия  $V=0,17$  м/с, сила давления отжима  $P=32$  кН. При обеспечении этих оптимальных параметров эффективность влагоотделения составила  $\Delta W=38$  %, а остаточная влажность продукта находилась в пределах 55 – 60 %.

6. Предлагаемая многооперационная валковая машина имеет следующие преимущества по сравнению с существующими аналогами: повышается

качество продукции; снижается энергопотребление; увеличивается срок службы рабочих органов; создается возможность поддержания влажности на нормальном уровне; формируется технологическая основа для автоматизации производственных процессов.

7. Созданная новая конструкция позволяет эффективно использовать производственные площади благодаря своей компактности. В результате внедрения многооперационной валковой машины с усовершенствованным механизмом давления годовая экономическая эффективность составила 132 358 152,40 UZS.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.08.01 AWARDING  
SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT INSTITUTE OF  
TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY**

---

**INSTITUTE OF MECHANICS AND SEISMIC STABILITY  
OF STRUCTURES NAMED AFTER M.T.URAZBAEV**

**ACHILOV GOFURJON QURBONBOY UGLI**

**IMPROVEMENT OF THE PRESSURE MECHANISM OF A MULTI-  
OPERATION MACHINE FOR MECHANICAL PROCESSING OF SEMI-  
FINISHED LEATHER PRODUCTS**

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

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

**Tashkent – 2026**

**The theme of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) in technical sciences is registered at the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under № B2025.2.PhD/T2654**

The dissertation has been prepared in the Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures named after M.T.Urazbaev of the Uzbekistan Academy of Sciences.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on the web page of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry ([www.titli.uz](http://www.titli.uz)) and information-educational portal Ziyonet at the address ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Scientific adviser:**

**Bahadirov Gayrat**

Doctor of Technical Sciences, Professor

**Official opponents:**

**Mirzaev Nodir**

Doctor of Technical Sciences, Professor

**Ibragimov Farkhod**

Doctor of Technical Sciences, Docent

**Leading organization:**

**Namangan State Technical University**

The defense of the dissertation will take place on January 19, 2026 year at 10<sup>00</sup> 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) 253-0606, 253-0808, fax (99871) 253-3617, e-mail: titlp\_info@edu.uz).

The Doctoral dissertation could be reviewed at the Information Resource Center of Tashkent Institute of Textile and Light Industry (registered №.262). Address: 100100, Tashkent, Yakkasaray district, 5, Shokhjakhon street. Tel.: (99871) 253-0808.

Abstract of dissertation sent out on January 5, 2026 year.  
(mailing report № 262 dated January 5, 2026 year).



**Kh.Kh. Kamilova**

Chairman of the Scientific council on awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor



**A.Z. Mamatov**

Scientific secretary of Scientific council awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor



**Sh.Sh. Khakimov**

Chairman of the Scientific seminar at the scientific council on award of scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim of this study is** to develop an improved design for the pressure mechanism of a multi-operation machine used in the mechanical processing of leather raw materials. This involves implementing various calculation methods and conducting experimental research.

**The objects of research** are the pressure mechanisms of a multi-operation machine designed for the mechanical processing of leather raw materials.

**The scientific novelty of the research includes**

an enhanced method for determining the optimal parameters of the transmission mechanism in a multi-operation roller machine used for the technological process of squeezing leather raw materials;

the development and practical implementation of an improved design for the pressure mechanism of the machine;

the establishment of key kinematic and dynamic parameters for the technological roller machine utilized in squeezing leather raw materials, which have also been put into practice;

for the pressure force to be effectively maintained, the structural elements of the pressure mechanism—including the links, working rollers, and squeezing rollers—were designed to allow the force to increase along a secantoid as the pedal of the new pressure mechanism is operated;

a new design for the transmission mechanism has been created, featuring a working roller with a width of 250 mm and a compression roller with a diameter of 250 mm, at angles of 68°, 78°, and 89° to the vertical line;

a mathematical expression was developed to determine the amount of excess fluid expelled from the leather raw material as it passes between pairs of rollers. This expression relates the diameter of the rollers, the pressure between them, and the transfer speed, while also identifying the geometric, kinematic, and dynamic parameters of the pressure-generating mechanism in the multi-operation roller machine.

**Implementation of research results.** Based on the results obtained on the development of an improved design of the pressure mechanism of a multi-operation machine for mechanical processing of leather raw materials;

A patent for the invention was granted by the Intellectual Property Agency under the Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan (No. IAP 06847).

The introduction of the enhanced pressure mechanism into practice has led to a reduction in the use of energy-intensive technologies;

The results achieved with the multi-operation roller machine for the mechanical processing of leather raw materials have been successfully implemented at “Gold Leather Export Import” LLC in Kosonsoy, Namangan region (Certificate dated November 14, 2024), and at “Premium Leather” LLC in Kokand, Fergana region (Certificate dated November 29, 2024). Furthermore, the “Uzcharmsanoat” Association issued a certificate (No. 01-07/1629) on May 26, 2025. As a result of

utilizing the new pressure mechanism in the multi-operation roller machine, compression efficiency has increased by an average of 11.7% compared to the previous design. Additionally, energy consumption has decreased by 14.4%, and the residual moisture content of wet hide products during the squeezing process remains between 55% and 60%.

**Structure and volume 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 119 pages.



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

**I bo'lim (I часть; I part)**

1. Bahadirov G., Achilov G. Experimental Study of the Technological Process of Pressure and Speed-Based Pressure Compression of Leather Raw Material in a Multi-Operational Shaft Machine//AMERICAN Journal of Engineering, Mechanics and Architecture Volume 3, Issue 9, 2025 ISSN (E): 2993-2637 (ResearchBib №14).

2. Бахадиров Г.А., Ачилов Г.К. Определение сил опорных реакций в механизме давления многооперационной валковой машины//Узбекский журнал «Проблемы механики». Ташкент 2023. №4. – С.110–114. (05.00.00, №6)

3. Achilov G'.Q., Baxadirov G.A., Abdullajonov A.A. Ko'n yarim mahsulotiga mexanik ishlov beruvchi texnologik mashina bosim beruvchi mexanizmining dinamik tahlili//Qurilish va ta'lim ilmiy texnik jurnali. Namangan, 2024. -№ 5. –В 98-103. (05.00.00; O'zR Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2024-yil 30-noyabrda 0108/3583 – sonli qarori)

4. Патент на изобретение № IAP 06847. Машина для механической обработки кож / Бахадиров Г.А., Ачилов Г.К.// 29.04.2022. Офиц. Бюл., №4.

**II bo'lim (II часть; II part)**

1. Achilov G.Q., Raximov F.R. Determination of the support reaction forces of the feeding mechanism of a multi-operation machine// AIP Conf. Proc. Nandyal, India 2821, 030021 (2023) <https://doi.org/10.1063/5.0159449>

2. Achilov G.K. Review and Analysis of the Main Technological Processes of Semi-finished Leather Products Machining//AIP Conf. Proc. 2901, 100011 (2023) <https://doi.org/10.1063/5.0179505>

3. Ачилов Г.К., Цой Г.Н. Перспективная машина для обработки волокнистого материала//Материалы международной научной конференции “Наука, техника и инновационные технологии в период возрождения новой эпохи могущественного государства”. Ашхабад 2024. – С.14-15.

4. Ачилов Г.К. Потребность многофункциональных машин для механической обработки кожевых полуфабрикатов в промышленности//Материалы цифровой международной научной конференции “устойчивый рост сельскохозяйственного комплекса”. Ашхабад 2024. – С.298-299.

5. Achilov G'.Q., Baxadirov G.A., Abdullajonov A.A. Teri xom ashyosiga mexanik ishlov beruvchi ko'p operatsiyali mashina bosim beruvchi mexanizmining sturukturaviy taxlili// “Ta'lim, fan va ishlab chiqarish integratsiyasi: muammo va yechimlar” mavzusidagi Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami – Namangan – 2024. B.313-315

6. Baxodirov G.A., Achilov G'.Q., Abdullajonov A. Charm sanoati uchun takomillashtirilgan valli texnologik mashina konstruksiyasi//“Mashinasozlik tarmoqlarida innovatsion yondashuvlar” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami. Namangan 2024. – B.381-383

7. Achilov G.Q. Teri xomashyo mahsulotlarga mexanik ishlov beruvchi texnologik valli mashinalarga sanoatdagi ehtiyoj//“XXI Asrda innovatsion texnologiyalar, fan va ta’lim taraqqiyotidagi dolzarb muammolar” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami. Termiz 2025. – B.125-128.

8. Achilov G'.Q., Baxodirov G.A. Teri xomashyo materialiga mexanik ishlov beruvchi valli mashinaning bosim beruvchi mexanizmini takomillashtirish//“Ilm fan yangiliklari” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami. Andijon 2025. – B.582-584.

Avtoreferat “O‘zbekiston to‘qimachilik jurnali” ilmiy texnikaviy jurnali tahririyatida  
tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlari mosligi tekshirildi  
(28.11.2025 y.)

Bosishga ruxsat etildi: 05.01.2026 yil.  
Bichimi 60x45 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>, “Times New Roman”  
garniturada, raqamli bosma usulida bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i 3. Adadi: 60. Buyurtma №77.  
TTYSI bosmaxonasida chop etildi.  
Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Shohjahon ko‘chasi, 5-uy.

