

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

---

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI**

**RAXIMBERDIYEV MIRZOHIJ RAXIMBERDI O‘G‘LI**

**MODIFIKATSIYALANGAN YIGIRILGAN IP ISHLAB CHIQRISH  
TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH**

**05.06.02- To‘qimachilik materiallari texnologiyasi va  
xomashyoga dastlabki ishlov berish**

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

**Toshkent – 2025**

**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**

<b>Raximberdiyev Mirzohid Raximberdi o‘g‘li</b> Modifikatsiyalangan yigirilgan ip ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish .....	3
<b>Рахимбердиев Мирзохид Рахимберди угли</b> Совершенствование технологии выработки модифицированной пряжи .....	23
<b>Rahimberdiyev Mirzohid Raximberdi ugli</b> The improvement of the technology of modified spun yarn production .....	45
<b>E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati</b> <b>Список опубликованных работ</b> <b>List of published works</b> .....	49

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

---

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI**

**RAXIMBERDIYEV MIRZOHIJ RAXIMBERDI O‘G‘LI**

**MODIFIKATSIYALANGAN YIGIRILGAN IP ISHLAB CHIQRISH  
TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH**

**05.06.02- To‘qimachilik materiallari texnologiyasi va  
xomashyoga dastlabki ishlov berish**

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

**Toshkent – 2025**

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.1.PhD/T4479 raqam bilan ro'yxatga olingan.**

Dissertatsiya Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutida bajarilgan.

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

**Ilmiy rahbar:**

**Fayzullayev Shavkat Raimovich**  
texnika fanlari nozodi, dotsent

**Rasmiy opponentlar:**

**Xanxadjaeva Nilufar Raximovna**  
texnika fanlari doktori, professor

**Erkinov Zokirjon Erkinboy o'g'li**  
texnika fanlari doktori, dotsent

**Yetakchi tashkilot:**

**Jizzax politexnika instituti**

Dissertatsiya himoyasi Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.03/30.2019.T.08.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025-yil 4-mart kuni soat 14<sup>00</sup> dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil:100100, Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Shohjaxon ko'chasi, 5-uy. Tel.:(+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08, faks: (+99871) 253-36-17; e-mail:titlp\_info@edu.uz, Toshkent to'qimachilik va engil sanoat instituti ma'muriy binosi, 222-xona).

Dissertatsiya bilan Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (221-raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 100100, Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Shohjaxon ko'chasi, 5-uy. Tel.:(+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08.

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil 19-fevral kuni tarqatildi.  
(2025-yil 19-fevraldagi 221-raqamli reysr bayonnomasi).



**X.X.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) dissertatsiyasining annotatsiyasi)**

**issertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Jahonda yigirilgan ip ishlab chiqarish to'qimachilik sanoatining asosiy tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Ip tayyorlashda energiya-resurstejamkor, takomillashgan texnologiya va texnik vositalarni qo'llash yetakchi o'rinlardan birini egallamoqda. Bugungi kunda dunyoda 116 million tonnadan ko'p tabiiy va kimyoviy tolalar tayyorlanib, ulardan bir milliondan ortiq nomdagi mahsulotlar ishlab chiqarilmoqda. Xususan yigirilgan ip va yangi assortimentdagi to'qimachilik matolarini olishga bo'lgan talab ortib bormoqda. Rivojlangan AQSH, Shvetsariya, Germaniya, Fransiya, Italiya, Xitoy, Hindiston va boshqa shu kabi davlatlarda halqali yigirish usulida yigirilgan ipdan yangi turdagi matolarni ishlab chiqarishda sezilarli yutuqlarga erishilmoqda. Bu to'qimachilik sanoatida ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va mahsulot raqobatbardoshligini ta'minlash hamda texnologik jarayonlarni takomillashtirishni amaliyotga joriy etishni taqozo etadi. Shu jihatdan yigirilgan ip ishlab chiqarish uchun innovatsion texnologiyalardan samarali foydalanish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Jahonda ip ishlab chiqarish samaradorligi yuqori bo'lgan, tayyor mahsulotlarning sifat ko'rsatkichlarini yaxshilaydigan, energiya-tejamkor, zamonaviy, ilg'or, takomillashgan va yangi yigirish mashinalarini yaratishga yo'naltirilgan ilmiy-taqdiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, halqali yigirish mashinasining ip shakllanish qismida mahsulot sifatini yaxshilashga erishish uchun so'ngi texnologiyalardan foydalanish, ularning takomillashtirilgan konstruksiyasini ishlab chiqishga hamda ishlash parametrlarini asoslash orqali yigirish texnologiyasini takomillashtirib modifikatsiyalangan yigirilgan iplarni tayyorlashga alohida e'tibor berilmoqda.

Respublikamizda to'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini rivojlantirish, soha korxonalarining investitsiya va eksport faoliyatini qo'llab-quvvatlash bo'yicha kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. 2023-2030 yillarda O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha "O'zbekiston — 2030" strategiyasida, jumladan, "Mahalliy xomashyo bazasidan samarali foydalanish va ilg'or texnologiyalarga asoslangan sanoatni rivojlantirish" kabi muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, jumladan, to'qimachilik matolarining sifatini oshirish, ularda foydalanilayotgan yigirilgan ip xossalarini yaxshilash, iste'mol xususiyatlari yaxshilangan yangi assortimentdagi iplarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-maydagi "To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini qo'llab-quvvatlashga doir kechiktirib bo'lmaydigan chora-tadbirlar to'g'risida"gi PF-5989-sonli, 2022-yil 21-yanvardagi "To'qimachilik va tikuv-trikotaj korxonalarida chuqur qayta ishlash va yuqori qo'shilgan qiymatli tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishni hamda ularning eksportini rag'batlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-53-sonli, 2023-yil 10-yanvardagi "Paxta-to'qimachilik klasterlari faoliyatini qo'llab-quvvatlash, to'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini tubdan isloh qilish hamda sohaning eksport salohiyatini yanada oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-2-sonli farmonlari, 2024-yil 1-maydagi "To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini rivojlantirishni yangi bosqichga olib

chiqish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-71-sonli farmoni hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga bog'liqligi.** Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining II. "Energetika, energiya resurstejamkorlik" ustuvor yo'nalishi doirasida bajarilgan.

**Muammoni o'rganilganlik darajasi.** Mazkur dissertatsiya ishida jahonda ishlab chiqarilayotgan to'qimachilik tolalari, ulardan halqali yigirish usulida yigirilgan ip ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish, yangi texnologiyalar yaratish va turli matolarni olish bo'yicha respublikamiz va dunyo olimlari tomonidan olib borilgan ilmiy izlanishlar va tadqiqot ishlari tahlil etilgan. Shuningdek, modifikatsiyalash qurilmalarini joriy etish orqali yigirilgan ip olishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar o'rganilgan. Modifikatsiyalash qurilmalari yordamida yigirilgan ip va ulardan turli assortimentdagi matolar tayyorlash, hamda ularni ishlab chiqarishga tadbir etish bilan xorijda Xiao Ming Tao, Tao Hua, Jie Feng, Rong Yin shug'ullanishgan. Halqali yigirish usulining pishitish uchburchagi bo'yicha Noman Haleym, Sarmad Aslam, Saeed Shaikhzadeh Najar va boshqalar tomonidan tadqiqot ishlari olib borilgan. Yigirilgan ipning fizik-mexanik xossalarini yanada yaxshilash bo'yicha tadqiqotlar A.G.Sevostyanov, G.N.Kukin, A.N.Solovyov va boshqalar tomonidan o'tkazilgan.

Respublikamizda to'qimachilik matolari uchun halqali yigirish usulida ip ishlab chiqarish va yigirish mashinalarining texnologik parametrlarini asoslash bo'yicha tadqiqotlar Sh.R.Marasulov, X.A.Alimova, Q.G'.G'afurov, Q.J.Jumaniyazov, S.L.Matismailov, A.P.Pirmatov, V.T.Isaqulov, Sh.R.Fayzullayev va boshqalar tomonidan olib borilmoqda.

Mazkur tadqiqotlar natijasida an'anaviy halqali yigirish usulida yigirilgan iplarning sifat ko'rsatkichlari yaxshilanganligi ko'rsatilgan. Lekin ipning tengvaznlik xossasini yaxshilash, kam buramli iplarni yigirish uchun soxta buram beruvchi modifikatsiyalash qurilmasi qo'llash va uning optimal parametrlarini tanlash bo'yicha tadqiqotlar yetarlicha o'tkazilmagan.

**Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasini ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.** Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent to'qimachilik va yengil sanoati instituti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining 42/2024 "Halqali yigirish mashinalarining texnologik imkoniyatlarini kengaytirish orqali yangi modifikatsiyalangan yigirilgan ip ishlab chiqarish" mavzusidagi loyiha doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** soxta buram beruvchi modifikatsiyalash qurilmasi yordamida halqali usulda ip olish texnologiyasini takomillashtirishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

halqali ip yigirishda qo'llanilayotgan modifikatsiyalash qurilmalariga oid ilmiy manbalarni tahlil qilish;

yigirilayotgan ipga soxta buram beruvchi yangi konstruksiyadagi modifikatsiyalash qurilmasini yaratish;

yangi konstruksiyadagi modifikatsiyalash qurilmasining pishitish uchburchagiga va buram taqsimotiga ta'sirini nazariy tahlil etish;

takomillashgan modifikatsiyalash qurilmasi yordamida soxta buram berish parametrlarining matematik modelini yaratish;

modifikatsiyalangan ipning sifat ko'rsatkichlarini tahlil qilish va iqtisodiy samaradorligini aniqlash.

**Tadqiqotning obyekti** sifatida paxta tolasi, halqali yigirish mashinasi, cho'zish asbobi, urchuq, ip o'tgich olingan.

**Tadqiqotning predmeti** sifatida modifikatsiyalash qurilmasi va parametrlari, unda yigirilgan ip, ularning xossalari olingan.

**Tadqiqotning usullari.** Tadqiqot jarayonida nazariy va amaliy mexanikaning fundamental asoslari, tajribalarni rejalashtirishning matematik statistika va to'la omilli usullari, modifikatsiyalash qurilmasi tezligini baholashda maxsus o'lchash, natijalarni baholash, solishtirish usullari, matematik hisoblash usullari hamda maqsadli kompyuter dasturlaridan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

ipning sifatini yaxshilash, muvozanatlash va buramini kamaytirishga qaratilgan, soxta buram beruvchi ichki yuzasi giperbola shaklli spiralsimon bo'rtmalarga ega yangi konstruksiyadagi modifikatsiyalash qurilmasi asosida yigirish texnologiyasi takomillashtirilgan;

shakllanayotgan ipdagi tashqi kuchlarning muvozanat tenglamasidan foydalangan holda, modifikatsiyalash qurilmasining soxta burami pishitish uchburchagidagi tolalarning taranglik kuchlariga ta'sirini ifodalovchi bog'lanishlar olingan;

qurilma hosil qilayotgan buramlarning ipda taqsimlanish shartlari Doppler effekti asosida aniqlangan va doimiy tezlikda harakatlanayotgan ipdagi buramlarni hisoblash dasturi yaratilgan;

modifikatsiyalash qurilmasi aylanish chastotasi va uni mashinada joylashish o'ring ratsional parametrlari ko'p omilli regression modellar tahlillari asosida aniqlangan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

yigirilgan ip ishlab chiqarishda yangi konstruksiyadagi ipga soxta buram beruvchi ichki yuzasi giperbola shaklda bo'lgan spiralsimon bo'rtmalardan iborat modifikatsiyalash qurilmasi yaratilgan;

yigirish mashinasida ipga soxta buram berish jarayonida shakllanayotgan ipning tolalar migratsiyasining oshishi hisobiga ipning sifat ko'rsatkichlari yaxshilangan, ipdagi buramlar sonining kamayishi natijasida mashina unumdorligini oshiradigan takomillashtirilgan modifikatsiyalash qurilmasi yaratilgan;

modifikatsiyalash qurilmasi yordamida pishitish uchburchagining optimal shakl parametrlarining doimiyligini ta'minlash qonuniyatlari aniqlangan;

modifikatsiyalash qurilmasi bilan yigirilgan ip xossa ko'rsatkichlari yaxshilanishiga erishilib, kam buramli trikotaj ipi ishlab chiqilgan;

modifikatsiyalash qurilmasi yordamida yigirilgan ipdan to'qilgan trikotaj matosining sifat ko'rsatkichlari yaxshilanishi va resurs sarfi kamayishi aniqlangan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi.** Tadqiqot natijalarining ishonchliligi nazariy va tajribaviy tadqiqotlarning mosligi, aprobatsiya va qo'llash natijalarining ijobiyliigi, shuningdek, natijalarni solishtirish, baholash mezonlariga ko'ra adekvatligiga, o'tkazilgan tadqiqotlarning ijobiy natijalari va ularning ko'rib chiqilgan fan sohasidagi ma'lumotlar bilan qiyosiy tahliliga ko'ra asoslanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.**

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati shundaki, halqali yigirish usulida ip shakllanishida ipdagi tolalarning migratsiyasini modifikatsiyalash qurilmasi yordamida oshishi natijasida kam buramli muvozanatlangan ip olish imkoniyatini yaratadi va yangi assortimentdagi tengvaznli ip bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati modifikatsiyalash qurilmasining yaratilgan yangi konstruksiyasi yordamida pishitish uchburchagiga yetib borayotgan buramning bir xil bo'lishi natijasida ipning uzilishi kamayadi va kam buramli ipdan to'qilgan trikotaj matosi sifati yaxshilanganligi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Modifikatsiyalangan yigirilgan ip ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish natijasida ishlab chiqarish sharoitida o'tkazilgan tajriba natijalari asosida:

halqali yigirish mashinalarining texnologik imkoniyatlarini ipga soxta buram beruvchi qurilma yordamida kengaytirilib modifikatsiyalangan yigirilgan ip ishlab chiqarish texnologiyasi "O'zto'qimachilik sanoat" uyushmasi tarkibidagi "Agro Teks Alliance" MCHJ va "Navoiy fayzcom textile" MCHJ korxonalarida ("O'zto'qimachilik sanoat" uyushmasining 2024-yil 15-noyabrdagi 03/25-3092-sonli ma'lumotnomasi) joriy qilingan. Natijada yangi konstruksiyadagi modifikatsiyalash qurilmasi orqali yigirilgan ipning uzilishdagi uzayishi 8,9 % va solishtirma uzilish kuchi 7,2 % ga ortadi hamda ipning umumiy notekislik 13,3% ga, tukdorlik 9,8 % ga pasayadi.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Tadqiqot natijalari 10 ta, jumladan, 5 ta xalqaro va 5 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 18 ta ilmiy ishlar chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 4 ta maqola, jumladan, 3 tasi respublika, 1 tasi xorijiy jurnallarda va 2 ta maqola xalqaro yuqori impact factorli jurnallarda nashr qilingan hamda O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligidan elektron hisoblash mashinalari uchun dasturga 1 ta guvohnoma va 1 ta ixtroga patent olingan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 104 betni tashkil etadi.

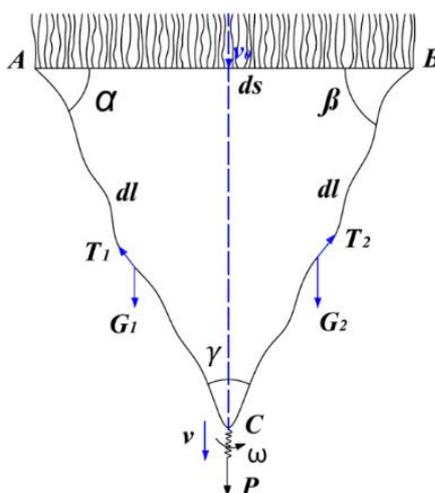
## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqot maqsad va vazifalari belgilangan, uning ob'yehti va predmeti shakllantirilgan, tadqiqotning respublika fan va texnikasini rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ishonchligi asoslangan, nazariy ochib beradi va olingan natijalarning amaliy ahamiyati tadqiqot natijalarini amalda tatbiq etish, nashr etilgan maqolalar va dissertatsiya tuzilishi haqida ma'lumotlar berilgan.

Dissertatsiyaning **“To‘qimachilik sanoatida halqali ip yigirish usulining o‘rni”** deb nomlangan birinchi bobida Republikamiz va jahondagi yigirilgan ip ishlab chiqarish holatini tadqiq etish va mavjud adabiyotlar tanqidiy tahlil qilindi. Shu bilan birga, ip tayyorlashning bugungi va ertangi istiqboli, amaldagi yigirish usullari, ularning o‘ziga xosligi, halqali yigirish mashinasini takomillashtirishga xizmat qiluvchi modifikatsiyalash qurilmalarining afzallik va kamchiliklari o‘rganilgan. Ularning kamchiliklarini aniqlash va bartaraf etish bo‘yicha qilingan tadqiqot ishlari tahlil etilgan. Ilmiy manbalarni tahlil qilish asosida tadqiqotning maqsad va vazifalari belgilab olingan.

Dissertatsiya ishining **“Yigirilgan ip ishlab chiqarishda modifikatsiyalash qurilmasining nazariy asoslari”** deb nomlangan ikkinchi bobiga ko‘ra an’anaviy halqali yigirish usulda kam buramli ip yigirishda pishitish uchburchagidagi tolalar taranglik kuchlarining o‘zgarishini va ipga soxta buram beruvchi modifikatsiyalash qurilmasining pishitish uchburchagiga ta’sirini nazariy jihatdan o‘rganish muhim ahamiyatga egadir.

An’anaviy halqali yigirish usulida kam buramli iplar yigirilayotganda pishitish uchburchagidagi tolalar taranglik kuchlarining turli xil bo‘lganligi uchun unga kelayotgan belgilangan buramlar sonini ta’minlash ipga soxta buram beruvchi modifikatsiyalash qurilmasi yordamida amalga oshirilgan. Qurilma belgilangan buramni berishi pishitish uchburchagidagi  $\alpha$  va  $\beta$  –burchaklar holati  $\alpha \approx \beta$  ga erishilgan, natijada taranglik kuchlari  $T_1 \approx T_2$  bo‘lgan (1-rasm).



**1-rasm. Muvozanatlashgan pishitish uchburchagi sxemasi**

1-rasmdagi pishitish uchburchagi chizmasidan foydalanib ip shakllanishida pishitish uchburchagiga ta'sir qiluvchi tashqi kuchlarning muvozanat tenglamasi quyidagicha tuzildi.

$$\sum_{i=1}^n F_{iy} = 0; \quad 2 \cdot T \cdot \sin \alpha - P - 2G = 0 \quad (1)$$

Bu yerda,  $G = m \cdot g = \frac{10^4 \cdot \alpha_T \cdot dl}{K^2} \cdot g$  ga teng bo'ladi.  $P$ –yuk (sN),  $G$ –pishitish uchburchagining yon tomoni og'irlik kuchi (sN),  $\alpha_T$ –pishitish koeffitsiyenti,  $K$ –pishitilganlik (b/m),  $dl$ –pishitish uchburchagining yon tomoni uzunligi (mm),  $g$ –erkin tushish tezlanishi ( $m/s^2$ ),  $dl = v dt$ .

(1) muvozanat tenglamasidan pishitish uchburchagidagi tarangliklar hosil qilingan.  $\alpha = \beta$  holatdagi pishitish uchburchagi uchun taranglik kuchi quyidagicha ifodalangan.

$$T = \frac{10^4 \cdot \alpha_T \cdot dl + P}{\sin \alpha} \quad (2)$$

Bu yerda,  $\alpha$ –pishitish uchburchaging burchagi (1.  $\alpha_1 = 30^\circ$ , 2.  $\alpha_2 = 45^\circ$ , 3.  $\alpha_3 = 60^\circ$  ga teng).

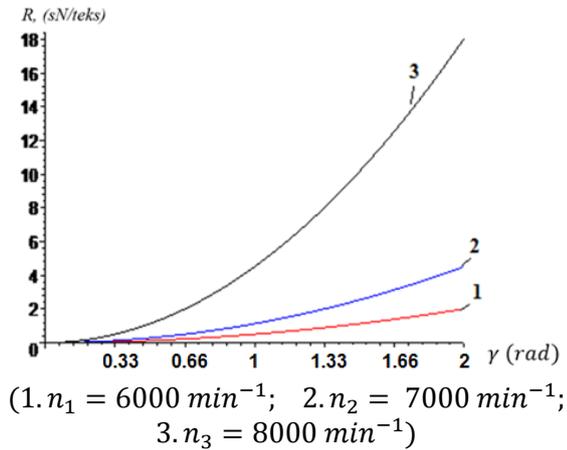
Kam buramli, tengvaznli ip yigirishda buramlar sonining kamayishiga bog'liqlik ravishda ipning sifatini oshirishga qaratilgan nazariy tadqiqotda pishitish uchburchagiga yetib kelayotgan belgilangan buramlar natijasida pishitish uchburchagining o'zgarish shakliga erishishi natijasida yuqoridagi (2) tenglamadan foydalanib pishitish uchburchagidagi tolalar taranglik kuchi pishitish uchburchagi burchagiga bog'liqligi tahlil qilinganda pishitish uchburchagining  $\alpha$  burchagi oshgan sari tolalarning taranglik kuchi kamayib borgan.  $\alpha_3 = 60^\circ$  bo'lganda tolalarda taranglik kuchlari eng kam bo'lishi aniqlangan.

Ipning solishtirma uzilish kuchini shakllanayotgan ip massasiga, buramlar soniga va ipning chiqish tezligiga bog'liqlik tenglamasi aniqlandi. Ipning solishtirma uzilish kuchiga ta'sir qiluvchi parametrlarning ratsional qiymatlari Maple dasturidan foydalanib aniqlangan grafiklar keltirildi.

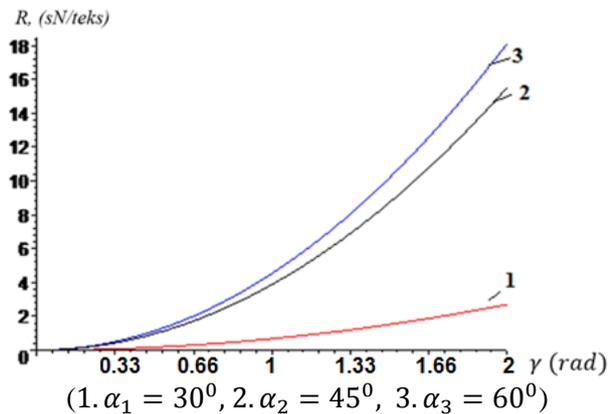
$$R_u = \frac{P_t \cdot l}{m} = \frac{P_t \cdot l^2 \cdot n_u^2 \cdot \sin^2 \beta}{4 \cdot 10^4 \cdot r^2 \cdot \omega^2 \cdot \alpha_T^2 \cdot \sin^2 \frac{\gamma}{2}} \quad (3)$$

Bu yerda,  $P_t$ –uzilish kuchi (sN),  $l$ –ip uzunligi (l),  $m$ –ipning massasi (gr),  $n_u$ –urchuq aylanish chastotasi ( $min^{-1}$ ),  $\alpha$ –pishitish uchburchagi burchagi (gradus),  $r$ –ip radiusi (mm),  $\omega$ –qurilma aylanish chastotasi ( $min^{-1}$ ),  $\alpha_T$ –pishitish koeffitsiyenti,  $\gamma$ –pishitish uchburchagining cho'qqisiga burchagi (rad).

2-rasmda ipga soxta buram beruvchi qurilmaning aylanish chastotalari turli qiymatlarda o'zgarishida, ipning solishtirma uzilish kuchi ham sezilarli darajada farq qilishi kuzatildi. Modifikatsiyalash qurilmasining aylanish chastotasi  $n_3 = 8000 min^{-1}$  bo'lganda, ipning solishtirma uzilish kuchi maksimal darajaga, ya'ni 16 sN/teksdan katta bo'lishi aniqlandi. Ushbu natijalar ip sifati va pishiqligini oshirishda qurilmaning optimal aylanish chastotasini tanlash muhimligini ko'rsatadi.



**2-rasm. Ipnining solishtirma uzish kuchi qurilma aylanish chastatasi turli xil qiymatlarida bo'lgandagi  $\gamma$  burchakka bog'liqligi**



**3-rasm. Ipnining solishtirma uzish kuchi  $\alpha$  burchagining turli xil qiymatlarida  $\gamma$  burchakka bog'liqligi**

3-rasmdagi pishitish uchburchagining yon tomonlardagi  $\alpha$  burchagi  $60^\circ$  ga teng bo'lganda, tolalar massasi, buram soni va taranglik kuchining bir xil bo'lishi eng yuqori solishtirma uzilish kuchiga erishishga olib kelganligi qayd etildi. Bu shuni anglatadiki, pishitish uchburchagidagi burchak va taranglik kuchlarining o'zaro muvozanati ipning strukturaviy barqarorligini ta'minlaydi va kam buram ipning uzilish kuchini oshirishga xizmat qiladi.

Halqali yigirish mashinasiga ipga soxta buram beruvchi qurilmalar o'rnatilishi natijasida ip shakllanishi va pishitish uchburchagidagi tolalar tarangligidagi o'zgarishlar kuzatiladi. Shuningdek, bu qurilmalar an'anaviy yigirish jarayonida yuzaga keladigan turli muammolarni bartaraf etish imkonini beradi. Qurilmaning pishitish uchburchagiga ta'siri nazariy jihatdan o'rganilib, uning qaysi aylanish chastotalarida ishlashi ipning sifat ko'rsatkichlariga qanday ta'sir ko'rsatishi aniqlab olindi.

Modifikatsiyalash qurilmasining halqali yigirish usuli orqali pishitish uchburchagiga ta'siri o'rganilgandan so'ng, qurilmaning shakllanayotgan ipga buram berish jarayonidagi ahamiyati ham tahlil qilindi. Shu maqsadda, qurilma hosil qilgan buramlarning shakllanayotgan ipda taqsimlanishi va bu orqali ipning pishitilishi jarayoni batafsil o'rganildi.

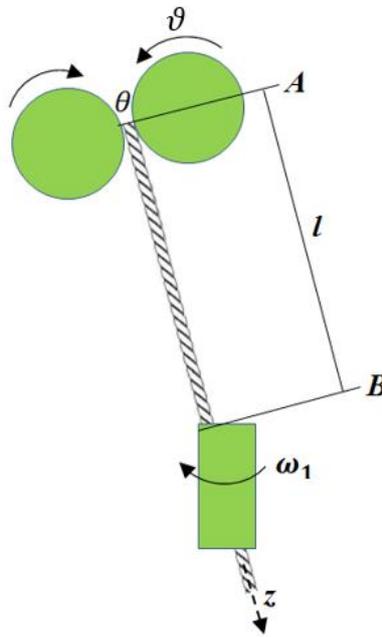
Buramlarning shakllanayotgan ipda qanday taqsimlanishi va ularning ip pishitilishiga ta'siri qurilmaning samaradorligini oshiradi. Ushbu o'rganish natijalari modifikatsiyalash qurilmasi yordamida ipning pishitilishi va sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash uchun zarur texnologik yo'nalishlarni belgilashda muhim rol o'ynaydi.

O'zgarmas muhit uchun Guk qonunidan foydalanilganda ekssimetrik koordinatalarda kuchlanish va deformatsiya tensorining komponentlari o'rtasidagi bog'liqliklar quyidagi ko'rinishga ega bo'ldi.

$$\sigma_{z\theta} = E \varepsilon_{z\theta}, \quad \sigma_{r\theta} = E \varepsilon_{r\theta} \quad (4)$$

Bu yerda,  $\sigma_{z\theta}$ ,  $\sigma_{r\theta}$  – normal kuchlanishlar,  $\varepsilon_{z\theta}$ ,  $\varepsilon_{r\theta}$  - koordinatalar  $r\theta z$  da mos keladigan nisbiy deformatsiyalar, bu yerda  $Oz$  o'qi ipning o'qi bo'ylab yo'naltirilgan,

Or o'qi esa unga perpendikulyar va koordinatalarning boshi O nuqtaga o'rnatiladi (0,0). Bunda, E - Yung moduli (4-rasm).



**4-rasm. Ipni pishitish jarayonining sxemasi**

$u_\theta = u(r, z, t)$  – orqali ipning ixtiyoriy kesmasining burchakli siljishi deb belgilanadi, bunda siljish vektorining qolgan komponentlari nolga teng bo'ladi.

Unda deformatsiya tensorining komponentlari quyidagi tenglamalar bilan ifodalandi:

$$\varepsilon_{\theta z} = \frac{\partial u}{\partial z}; \quad \varepsilon_{r\theta} = \frac{du}{dr} - \frac{u}{r} \quad (5)$$

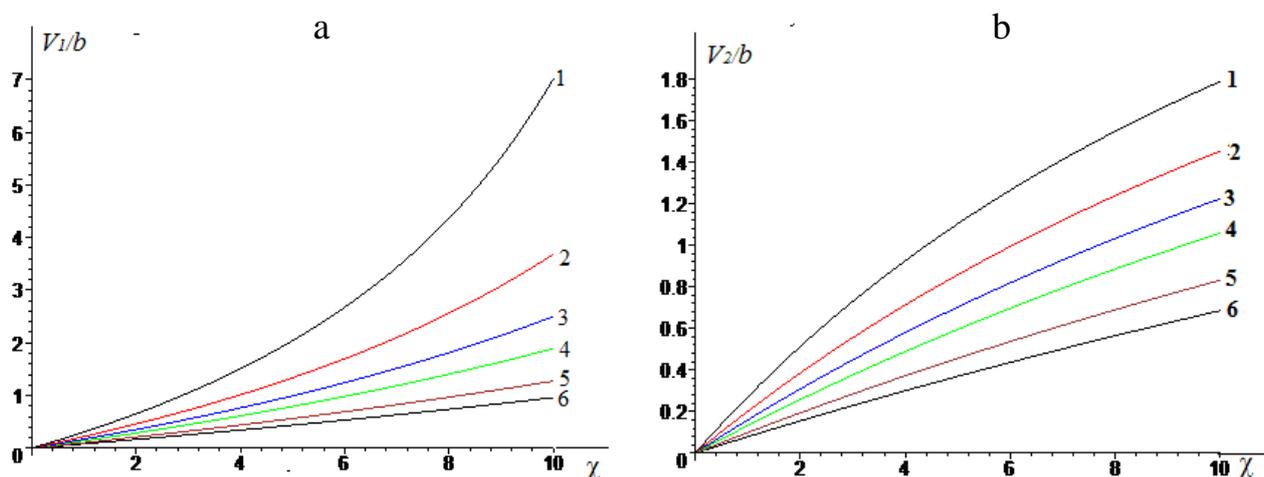
Ushbu tenglamalardan shuni ko'rish mumkinki,  $\varepsilon_{\theta z}$  va  $\varepsilon_{r\theta}$  siljish deformatsiyasi  $u(r, z, t)$  siljish va uning hosilasiga chiziqli bog'liqdir. Qabul qilingan sxemada siljish uchun harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega.

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{2\sigma_{r\theta}}{r} + \frac{\partial \sigma_{r\theta}}{\partial r} + \frac{\partial \sigma_{z\theta}}{\partial z} \quad (6)$$

Buramlar taqsimlanish tezligi uchun  $\chi = \omega r_0/b$ ,  $\bar{\lambda}_r = \lambda_r r_0$ ,  $\bar{v} = v/b$  o'lchovsiz kattaliklarni kiritib, quyidagi ifodalar olindi.

$$\frac{V_{1n}}{b} = -\frac{\chi(\bar{v}^2 - 1)}{\sqrt{\chi^2 + \bar{\lambda}_n^2(\bar{v}^2 - 1) - \chi\bar{v}}}, \quad \frac{V_{2n}}{b} = \frac{\chi(\bar{v}^2 - 1)}{\sqrt{\chi^2 + \bar{\lambda}_n^2(\bar{v}^2 - 1) + \chi\bar{v}}} \quad (7)$$

5-rasmda  $V_{1n}$  va  $V_{2n}$  tezliklarning (ko'ndalang to'lqin  $b$  tezligiga nisbatan) o'lchovsiz chastota  $\chi = \omega r_0/b$ ga bog'liqlik egri chiziqlari keltirilgan. Quyidagi parametr qiymatlari uchun hisob ishlari amalga oshirildi:  $\sigma_u = 5.55 \cdot 10^4 Pa$ ,  $\bar{v} = 5$

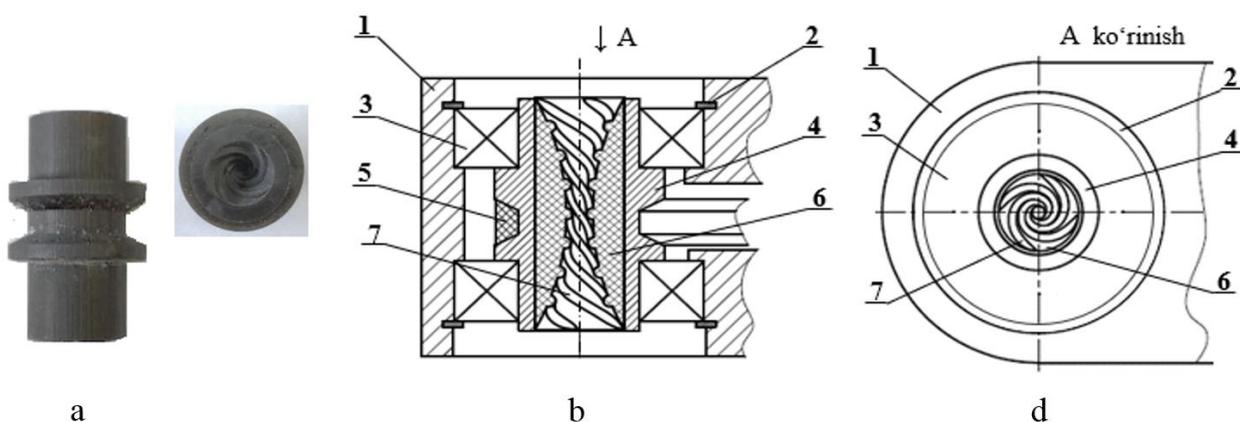


(1.  $n = 3$ , 2.  $n = 4$ , 3.  $n = 5$ , 4.  $n = 6$ , 5.  $n = 8$ , 6.  $n = 10$ )

**5-rasm. Teskari (a) va to‘g‘ri (b) buramlar taqsimlanish tezligining turli xil buralish shakllari keltirilgan chastota  $\chi$  ga bog‘liqligi.**

Doimiy tezlikda harakatlanayotgan ip uchun buramlarning taqsimlanish shartlari o‘rganildi va ip bo‘ylab taqsimlanadigan buramlar uchun Doppler effekti parametrlari aniqlandi. Grafiklar tahlili shuni ko‘rsatdiki, ip bo‘ylab taqsimlanadigan buramlar uchun Doppler effekti ipning qalinligi bo‘ylab buralishning har bir shakli uchun saqlanib qoladi. Bunda, teskari buram uchun Doppler effekti to‘g‘riga qaraganda kuchliroqdir. Bu ip o‘qidan buramlarni aks ettirish jarayonlari bilan bog‘liqdir. Bu qurilmaning ipga buram berishini nazariy asoslaydi. Bu tavsiyalar asosida “Modifikatsiyalash qurilmasi yordamida ipga beriladigan buramlarni hisoblash dasturi” ishlab chiqilib O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agintligidan elektron hisoblash mashinalari uchun DGU guvohnomasi olindi.

Nazariy tadqiqotlar asosida yangi konstruksiyadagi ipga soxta buram beruvchi modifikatsiyalash qurilmasi ishlab chiqildi. 6-rasmda taklif etilgan modifikatsiyalash qurilmasining takomillashtirilgan konstruksiyasi keltirilgan.



**6-rasm. Yangi konstruksiyadagi modifikatsiyalash qurilmasi**

6-rasmda a-modifikatsiyalash qurilmasining umumiy ko‘rinishi, b-qurilmaga qirqim berilgan ko‘rinishi, d-qurilmaning tepadan ko‘rinishi, 1-qurilma korpusi, 2-shtopurniy kolso, 3-podshipnik, 4-maxsus shkif, 5-tasma, 6-ipga buram beruvchi qurilma, 7-giperbola shakldagi spiralsimon bo‘rtmalar.

Modifikatsiyalash qurilmasi ichki yuzasi giperbola shaklda bo‘lib, spiralsimon bo‘rtmalardan iborat. U yordamida pishitish uchburchagidan o‘tayotgan tolalarning migratsiyasi ikki marta sodir bo‘lish natijasida tolalar joylashish zichligi ortishiga erishiladi. Bu esa unga ipning buramlar sonini, tukdorligini kamaytirishga va uning pishiqligini oshishiga hamda muvozanatlangan ip olishga sabab bo‘ladi.

To‘liq ichki yuzasi giperbola shaklda bo‘lgan spiralsimon bo‘rtmali modifikatsiyalash qurilmasi halqali yigirish mashinasi urchuqqa nisbatan parallel va cho‘zish asbobining chiqaruvchi juftligi va ip o‘tgich oralig‘ida o‘rnatilib ip yigiriladi. Cho‘zish asbobining chiqaruvchi juftligidan tutamcha shaklidagi tolalar guruhi shakllanayotgan ip chiqadi va u modifikatsiyalash qurilmasi yordamida dastlabki soxta buramni oladi, modifikatsiyalash qurilmasi tasmali uzatma bilan harakatlantirish joyi orqali  $6000-8000 \text{ min}^{-1}$  gacha aylantiriladi. Qurilmaning birinchi yarmida ip “S” buram, ikkinchi yarmida esa “Z” buram oladi. Undan shakllanib chiqayotgan ip, ip o‘tgichga yo‘naltiriladi.

Modifikatsiyalash qurilmasining ta‘sirida pishitish uchburchadagi tola taranglik o‘zgarishi ular migratsiyasini kuchaytiradi. Qurilma yordamida belgilangan buramning pishitish uchburchagiga yetib kelishi tolalarni ip markaziga yaqinlashtiradi, ipning holatini o‘zgartirib ip pishiqligi va tengvaznlilik xossasini yaxshilaydi.

Ipga soxta buram beruvchi modifikatsiyalash qurilmasi uchun O‘zbekiston Respublikasining ixtroga 1 ta patenti olindi.

Dissertatsiyaning “**Modifikatsiyangan ip ishlab chiqarishga ta‘sir etuvchi omillar tadqiqoti**” deb nomlangan uchinchi bobida nazariy tadqiqotlarda aniqlangan modifikatsiyalash qurilmasining parametrlari asosida amaliy tajribalarni o‘tkazilgan bo‘lib, unda tajriba o‘tkazish metodikasi ishlab chiqilib, xomashyo tanlandi, 20 teks ip yigirish rejasi asosida kam buramli tajriba iplari olindi. Bu yerda modifikatsiyalash qurilmasi ishchi parametrlarining yigirilgan ip xossasiga ta‘sirini baholash maqsadida to‘la olilli tajribalar tahlili amalga oshirildi, bunda qurilmaning tezligi va uning mashinada joylashishi hisobga olindi. Sinov natijalarining qayta ishlanishi matematik statistika usullari asosida kompyuter texnologiyalaridan foydalanib amalga oshirildi.

### 1-jadval

#### Kiruvchi omillar qiymatlari va ularning o‘zgarish oraliqlari

T/r	Omillar nomi	Kodlash-tirilgan belgisi	O‘lchov birligi	Omillarning haqiqiy qiymatlari			O‘zgarish oralig‘i
				-1	0	1	
1	Qurilmaning aylanish chastotasi	$X_1$	$\text{min}^{-1}$	6000	7000	8000	1000
2	Qurilmaning mashinada joylashish o‘rni	$X_2$	mm	30	45	60	15

Chiquvchi omillar sifatida  $Y_1$ -ipning solishtirma uzilish kuchi va  $Y_2$ -ipning tukdorligi olindi.

## Tajriba rejasi va natijalari

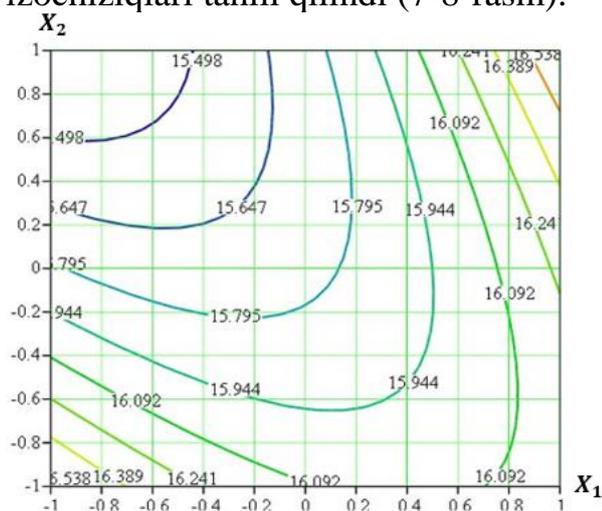
T/r	Omillar sathlari		Ipnig solishtirma uzish kuchi		Ipnig tukdorligi	
			O'rtacha $\bar{Y}_{u1}$	$S^2\{y_u\}$	O'rtacha $\bar{Y}_{u2}$	$S^2\{y_u\}$
U	$X_1$	$X_2$				
1	+	+	16,41	0,0113	5,16	0,024
2	-	+	15,99	0,0265	5,54	0,031
3	+	-	15,43	0,0220	5,85	0,029
4	-	-	16,77	0,0265	6,27	0,039
5	+	0	16,88	0,0338	6,77	0,045
6	-	0	14,59	0,0220	7,31	0,054
7	0	+	14,84	0,0220	7,81	0,065
8	0	-	16,13	0,0450	8,33	0,014
9	0	0	14,98	0,0313	8,82	0,016

Tajribalar dastlab tasodifiy sonlar jadvallaridan foydalanib, randomizatsiya qilindi va ular bo'yicha ikki takrorlikda o'tkazildi. Tajriba natijalariga ishlov berish qoidasiga binoan dastlab tajriba takroriyliigi aniqlandi. Buning uchun Koxren mezonining hisobiy kattaligi topilib, jadvaliy qiymati bilan qiyoslandi. Shuningdek, tajriba natijalarini standart usullarda qayta ishlab, chiquvchi parametrlar tajriba ipning solishtirma uzish kuchi va tukdorlik ko'rsatkichlarining regression tenglamalari olingan.

$$1. y_1 = 15,76 + 0,2282x_1 - 0,182x_2 + 0,44x_1x_2 + 0,28x_1^2 + 0,16x_2^2$$

$$2. y_2 = 6,86 - 0,2232x_1 - 0,3232x_2 - 0,703x_1^2 - 0,3589x_2^2$$

Tenglamalarning yechimlari kompyuter Mathcad dasturida hisoblanib, ularning izochiziqlari tahlil qilindi (7-8-rasm).



7-rasmda ipning solishtirma uzish kuchi izochiziqlari keltirilgan. Bu izochiziqlar modifikatsiyalangan ipning chiziqiy zichligi 20 teks bo'lganda ipning solishtirma uzish kuchi yuqori bo'lishi uchun  $X_1$ -qurilma aylanish chastotasi  $8000 \text{ min}^{-1}$  va  $X_2$ -qurilmaning mashinada joylashish o'rni 60 mm bo'lganda ipning uzish kuchi 16 sN/teksligi aniqlandi.

8-rasmda ipning tukdorligini aniqlash izochiziqlari keltirilgan. Birinchi omilning natural qiymati  $8000 \text{ min}^{-1}$ , ikkinchi omil 60 mm qiymatda chiquvchi parametr bo'lgan ipning tukdorligi 5,2 ga tengligi aniqlandi.

Dissertatsiyaning “**Ishlab chiqarish sharoitida modifikatsiyalangan ip yigirish texnologiyasining tajriba natijalari**” deb nomlangan to'rtinchi bobida to'qimachilik korxonalarida orasida yuqori samarada ishlayotgan “Agro Teks Alliance” MCHJ korxonasida taklif etilayotgan qurilma ishlab chiqarish sharoitida kompleks sinovdan o'tkazildi. Modifikatsiyalash qurilmasini halqali yigirish mashinasiga o'rnatib, ishlab chiqarish tajribalari o'tkazildi. Dastlab modifikatsiyalash qurilmasining optimal ishlash parametrlari halqali yigirish mashinasi urchug'i aylanish chastotasiga bog'liqligi amaliy tajribalarda o'rganildi. Modifikatsiyalash qurilmasi aylanish chastotasining halqali yigirish mashinasidagi urchuq aylanish chastotasiga nisbati va uning ip sifatiga ta'siri ko'rib chiqildi.

### 3-jadval

#### **Qurilma va mashina urchuq aylanish chastotalari nisbati**

T/r	Aylanish chastotasi	O'lchov birligi	1-nisbat	2-nisbat	3-nisbat
1	Qurilmaning aylanish chastotasi	$\text{min}^{-1}$	8000	8000	8000
2	Urchuqning aylanish chastotasi	$\text{min}^{-1}$	13500	14500	15500
	Nisbat		0,6	0,56	0,52

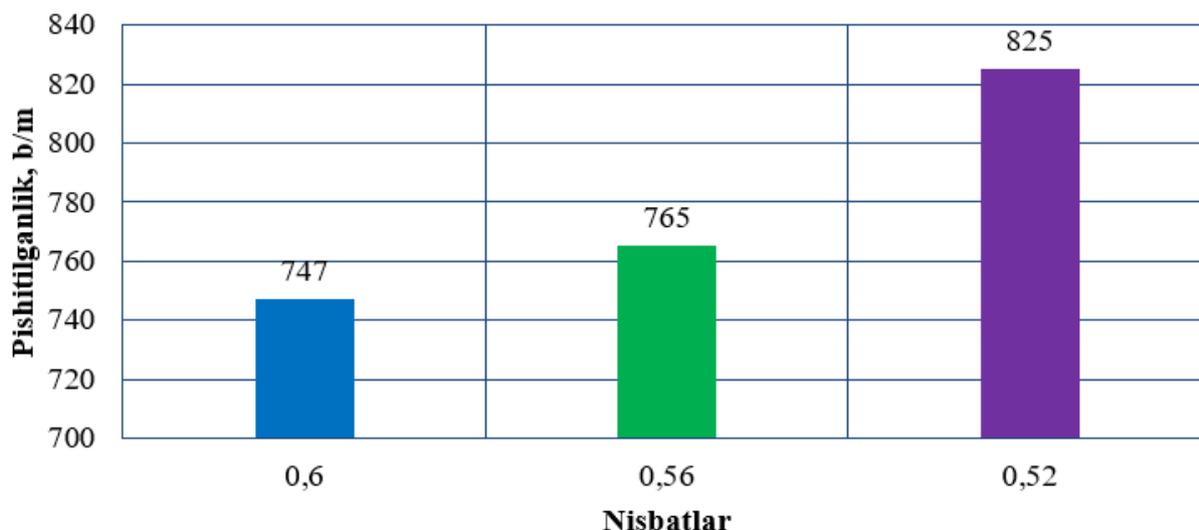
Tajribalar korxonada sharoitida halqali yigirish mashinasi urchug'ining aylanish chastotasi  $13500 \text{ min}^{-1}$  dan  $15500 \text{ min}^{-1}$  gacha oraliqda va modifikatsiyalash qurilmasi aylanish chastotasi yuqoridagi nazariy va amaliy tadqiqotlarda ko'rsatilganidek  $8000 \text{ min}^{-1}$  deb qabul qilindi. Olingan natijalar nisbatlar farqi modifikatsiyalangan iplarning fizik xossalariga ta'sir qilishini ko'rsatdi.

### 4-jadval

#### **Turli tezlik nisbatida yigirilgan iplarning sifat ko'rsatkichlari**

Nisbatlar	Pishitilganlik (b/m)	Uzilishdagi uzayish (%)	Uzish kuchi (sN/teks)	Tukdorlik
0,6	747	4,3	14,4	5,54
0,56	765	5,3	15	5,05
0,52	825	5,2	15,1	5,5

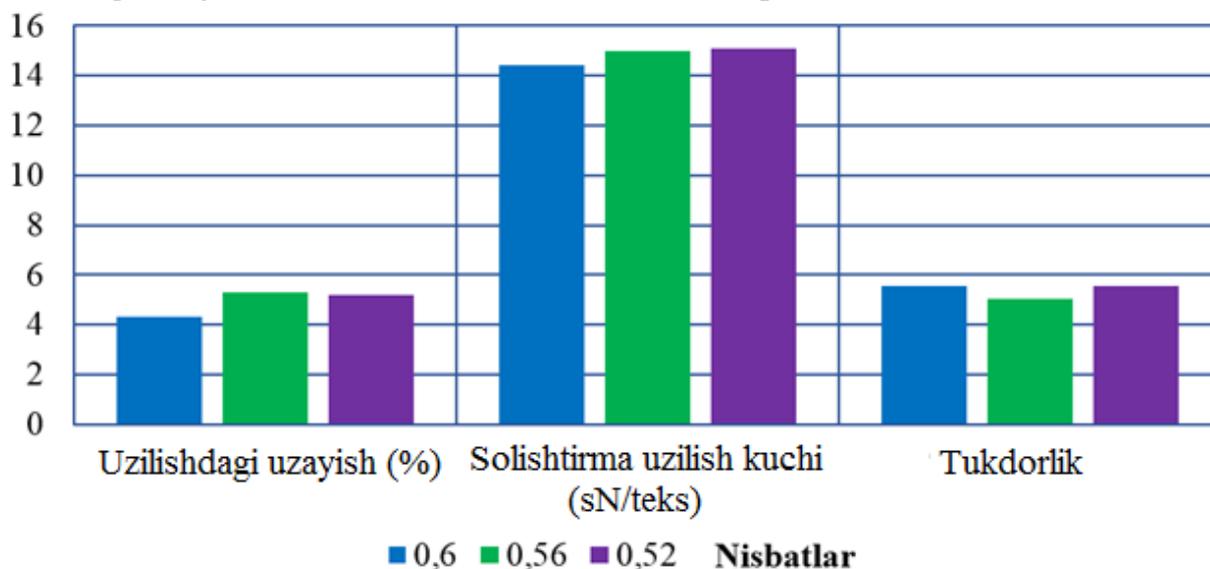
EleTwist Electronic Yarn Twist Tester qurilmasida turli nisbatda yigirilgan iplarning buramlari soni aniqlandi (9-rasm).



**9-rasm. Turli nisbatda yigirilgan ipning pishitilganligi.**

9-rasmda 0,52 nisbatda yigirilgan ipning pishitilganligi qolgan ikkala nisbatda yigirilgan iplar pishitilganligidan ko‘p. Nisbat kamayib borgan sari pishitilganligi ko‘payib borgan. “Uster Statistics 2023” ko‘rsatkichlariga asosan 0,6 nisbatda yigirilgan ipning pishitilganligi 25 sifat sinfiga qolgan nisbatlarida yigirilgan iplarning pishitilganligi 50 sifat sinfiga kiradi.

Tabletop lea strength tester qurilmasida turli nisbatda yigirilgan iplarning uzilishdagi uzayishi va solishtirma uzilish kuchi aniqlandi (10-rasm).



**10-rasm. Turli nisbatlarda yigirilgan ipning fizik-mexanik ko‘rsatkichlari.**

10-rasmdan 0,56 nisbatida yigirilgan ipning uzilishdagi uzayish ko‘rsatkichi eng yuqori ekanligini, 0,52 nisbatdan 2 % ga va 0,6 nisbatidan 18 % ga yaxshiligini ko‘rish mumkin. “Uster Statistics 2023” ko‘rsatkichlariga asosan barcha nisbatda yigirilgan ipning uzilishdagi uzayishi va uning variatsiya koeffitsiyenti 50 sifat sinfiga kiradi. Ammo 0,56 nisbatda yigirilgan ipning sifat ko‘rsatkichi qolgan iplarnikidan yaxshiroq.

10-rasmdan 0,56 va 0,52 nisbati yigirilgan ipning uzilish kuchi deyarli bir-biriga yaqinligi va 0,6 nisbatiga qaraganda 4 foizga yaxshiligini ko‘rishimiz mumkin. “Uster Statistics 2023” ko‘rsatkichlariga asosan barcha nisbatlarda yigirilgan ipning

uzilish kuchi 25 sifat sinfiga kiradi va uning variatsiya koeffitsiyenti 50 sifat sinfiga kiradi.

Yarn evenness tester qurilmasida turli nisbatda yigirilgan iplarning tukdorligi aniqlandi.

10-rasmda 0,56 nisbatda yigirilgan ipning tukdorlik ko'rsatkichlari boshqa variantlardan 9 foizga yaxshiligini ko'rishimiz mumkin. Uster Statistics 2023" ko'rsatkichlariga asosan barcha nisbatlarda yigirilgan ipning tukdorligi 50 sifat sinfiga kiradi.

Bu yerda 2-nisbatda yigirilgan ipning buramlar soni 3-nisbatda yigirilgan ipnikidan kam va uzilishdagi uzayishi qolgan ikkala nisbatda yigirilgan ipnikidan yuqori hamda 2-va 3-nisbatdagi iplarning solishtirma uzilish kuchi deyarli bir-biriga yaqin. Turli nisbatda yigirilgan iplarning mos ravishda nisbatlarining pasayishi, yigirilgan iplarning buramlar sonining oshishiga olib keladi. Bu tahlillarga ko'ra kam buramli ip yigirish uchun 0,56 nisbat tanlandi. Shunga asosan halqali yigirish mashinasi urchuq aylanish chastotasi  $14500 \text{ min}^{-1}$  qilib belgilandi.

Muvozanatlangan, kam buramli ip olish uchun modifikatsiyalash qurilmasi halqali yigirish mashinasiga o'rnatildi. Halqali yigirish mashinasida olingan ip – nazorat ipi va soxta buram beruvchi modifikatsiyalash qurilmalari o'rnatilgan yigirish mashinasida olingan modifikatsiyalangan ip – tajriba ip deb qabul qilindi.

20 teks ip uchun bir metr ipga 800 ta buram berish belgilandi. Dastlab kam buramli ip olish maqsidida ipning pishitilganligi o'rganildi.

#### 5-jadval

##### Ipnig pishitilganligi

T/r	Ip nomi	Tajribalar takroriyiligi			O'rtacha buramlar soni	CV%
		1	2	3		
1	Nazorat ipi	777	803	876	818	5,1
2	Tajriba ipi	737	790	757	761	2,9

Ipnig pishitilganligi keltirilgan jadvaldagi ma'lumotlarda nazorat ipining buramlar sonidan tajriba ipining buramlar soni 57 taga, ya'ni 7 % ga kamligi tajribalarda amaliy tasdig'ini topdi. Bu holat boshqa chiziqiy zichlikdagi iplarda qanday bo'lishini o'rganish maqsadida 18,5 tekstdan 25 teksgacha oraliqda iplar yigirilib ularning pishitilganligi aniqlandi.

#### 6-jadval

##### Nazorat va tajriba iplar pishitilganlik farqi

T/r	Teks	Nazorat ipi	Tajriba ipi	Farq	Foizda
1	18,5	826	770	56	6,8
2	20	819	760	59	7,2
3	22	825	769	56	6,8
4	25	830	771	59	7,1

Pishitilganlik ko'rsatkichlari farqi tahlili shuni ko'rsatadiki ipning chiziqiy zichligi o'zgarganda ham qurilma yordamida yigirilgan iplarning buramlar soni 57 taga kam bo'lishi ma'lum bo'ldi va bu ko'rsatkichlar ipning sifatiga ta'siri

o'rganish uchun asosiy tajribalar amalga oshirildi. Ipnig sifat ko'rsatkichlari aniqlandi va 7-jadvalda keltirildi. Yigirilgan iplar "Uster Statistics 2023" ko'rsatkichlari talablariga javob beradi.

**7-jadval**

**Yigirilgan iplarning fizik-mexanik ko'rsatkichlari.**

T/r	Ko'rsatkichlar nomi	O'lchov birligi	Ko'rsatkichlar			
			Nazorat varianti	Uster Statistics 2023 sifat sinflari	Tajriba varianti	Uster Statistics 2023 sifat sinflari
1	Ipnig chiziqiy zichligi	teks	20	-	20	-
2	Pishitilganlik	bur/m	830	95	772	50
3	Pishitilganlik bo'yicha notekslik, CV%	%	3,5	50	2,6	5
4	Umumiy notekislik, UM	%	14,2	95	12,3	75
5	Variatsiya koeffitsiyenti, CVm	%	17,8	95	15,17	75
6	Ingichka joylar, - 40%	dona/km	568	95	315	75
7	Ingichka joylar, - 50%	dona/km	59	95	27	75
8	Yo'g'on joylar, +35%	dona/km	1798	75	1375	75
9	Yo'g'on joylar, +50%	dona/km	470	95	263	75
10	Nepslar, km, +200%	dona/km	363	50	310	50
11	Tukdorlik	-	5,6	50	5,05	25
12	Uzilishdagi uzayish, (%)	%	5,1	75	5,6	25
13	Solishtirma uzilish kuchi	sN/teks	14,1	95	15,2	50

An'anaviy usulda yigirilgan ipga qaraganda modifikatsiyalash qurilmasi orqali yigirilgan ipning sifat ko'rsatkichlari pishitilganlik 7,5 % ga va pishitilganlik bo'yicha notekslik 25,7 %ga kamayadi, ya'ni ipdagi buramlar soni 58 taga kamayishiga qaramasdan uning uzilishdagi uzayishi 8,9 % va solishtirma uzilish kuchi 7,2 % ga ortadi hamda ipning umumiy notekislik 13,3% ga, variatsiya koeffitsiyenti 14,7% ga, tukdorlik 9,8 % ga pasayadi. Bu modifikatsiyalash qurilmasi yigirilayotgan ipning strukturaviy tuzilishiga ijobiy ta'sir qilishini bildiradi.

Modifikatsiyalash qurilmasi yordamida ipga soxta buram berish tolalar migratsiyasini oshiradi va kam buramli ipning ko'ndalang kesimida tolalar sonining ko'p bo'lishi bilan ipning pishiqligini oshiradi hamda ipning tengvaznlik xossasini yaxshilaydi.

Mazkur tadqiqot ishida korxonada yigirilgan iplar nazorat variantida va modifikatsiyalash qurilmasi yordamida yigirilgan iplar tajriba variantlarda ipning tengvaznlik xossalari o'rganildi.

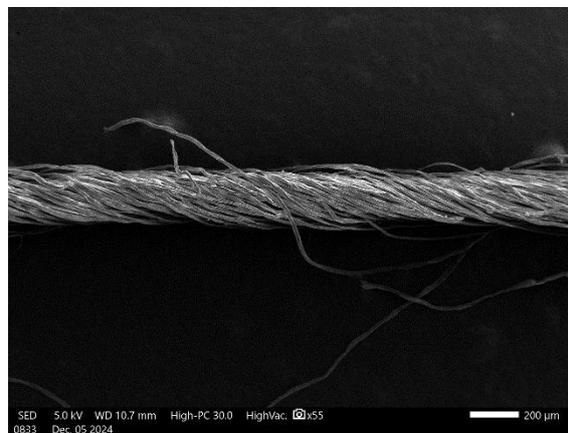
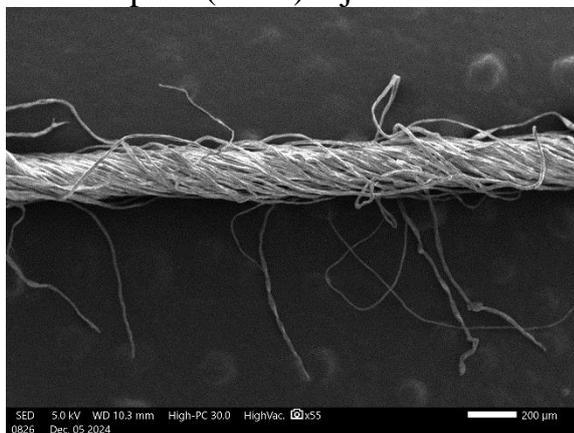
**8-jadval**

**Yigirilgan iplarning tengvaznlik ko'rsatkichlari**

T/r	Variantlar	Tajribalar										O'rtacha
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Nazorat varianti	44	43	36	44	38	41	39	38	41	37	<b>40</b>
2	Tajriba varianti	33	31	27	32	28	31	29	30	32	28	<b>30</b>
	Farqi, %	25	28	18	27	26	24	26	21	22	24	<b>25</b>

Yuqoridagi jadvaldan ko'rinib turibdiki, modifikatsiyalash qurilmasida yigirilgan ipning tengvaznligi korxonada yigirilgan ipnikidan 25 % ga yaxshilanganligi ma'lum bo'ldi.

Nazorat variantidagi korxonada ipi va tajriba variantidagi modifikatsiyalangan ipning tashqi tuzilishini baholash uchun "Jeol JSM IT 210" skanerlovchi elektron mikroskopida (SEM) tajriba ishlari olib borildi.



**11-rasm. Yigirilgan iplarning tashqi tuzilishi**

a-korxonada ipi

b-modifikatsiyalangan ip

11a-rasmdagi nazorat ipining asosidan ko'plab tuklar chiqib turibdi va ipni tashkil etuvchi tolalarning joylashishi tartibsiz holatda hamda zich emas. 11b-rasmdagi modifikatsiyalangan ipning tudorligi kam, ipdagi tolalar zich va tartibli joylashgan. Bu ipdagi tolalarning bir-biriga ishqalanishini oshiradi natijada kam buramli modifikatsiyalangan ipning pishiqligini oshishiga xizmat qiladi. Bu tahlillar yigirish texnologiyasini takomillashtirish natijasida yangi assortimentdagi kam buramli, tengvaznli modifikatsiyalangan ip ishlab chiqarilganligiga dalolat qiladi.

Ishlab chiqarish sharoitida ishlab chiqarilgan iplardan trikotaj matosini olish imkoniyatlarini o'rganish maqsadida 12 klass LONGXING rusumidagi yassi ikki

ignadonli trikotaj to‘quv mashinasida lastik (1+1) trikotaj matosi olindi. Korxonadan ipdan to‘qilgan trikotaj matosi nazorat variant va modifikatsiyalangan ipdan to‘qilgan trikotaj matosi tajriba variant asosida o‘rganildi.

**9-jadval**

**Trikotaj to‘qimasining fizik-mexanik xususiyatlari**

T/r	Ko‘rsatkichlar	Nazorat varianti	Tajriba varianti	Farq, %	
1	Havo o‘tkazuvchanlik $V$ , $\text{sm}^3/\text{sm}^2\text{sek}$	106,7	121,6	13,9	
2	Uzilish kuchi $R$ , $N$	bo‘yi bo‘yicha	284,4	306,8	7,8
		eni bo‘yicha	264,8	284,6	7,4
3	Uzilishdagi cho‘zilishi $L$ , %	bo‘yi bo‘yicha	31,6	29,1	8,5
		eni bo‘yicha	39,8	36,3	8,8
4	Qaytmas deformatsiya $\epsilon_n$ , %	bo‘yi bo‘yicha	16	14	12,5
		eni bo‘yicha	15	14	6,6
5	Qaytuvchan deformatsiya $\epsilon_0$ , %	bo‘yi bo‘yicha	84	86	2,4
		eni bo‘yicha	85	86	1,2
6	Ishqalanishga chidamlilik, ming ayl.	8,9	10,5	15,2	

Bu natijalardan shu ma’lum bo‘ldiki, modifikatsiyalangan ipning tengvaznlilik xossa ko‘rsatkichlari yaxshilanganligi hisobiga trikotaj matosining havo o‘tkazuvchanlik ko‘rsatkichi an’anaviy ipdan to‘qilgan trikotaj matosinikiga qaraganda 13,9 % ga yaxshi va ishqalanishga chidamlilik esa 15,2 % ga yaxshilangan.

Modifikatsiyalangan yigirilgan ip ishlab chiqarish texnologiyasining iqtisodiy samaradorligi hisoblanganda bir tonna ip ishlab chiqarishdagi foyda 1 413 720 so‘mni tashkil etdi.

**XULOSA**

“Modifikatsiyalangan yigirilgan ip ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish” mavzusidagi dissertatsiya ishi bo‘yicha quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. To‘qimachilik sanoatida keng qo‘llaniladigan halqali yigirish usuli yuqori sifatli ip olishda muhim o‘rin tutadi, ammo undagi burovchi momentning yuqoriligi uni takomillashtirishni talab etadi.

2. Halqali yigirish usulini takomillashtirish natijasida joriy qilingan kompakt qurilmalari ko‘p energiya sarf qiladi, qimmat va murakkab texnik xizmat ko‘rsatiladi hamda ip ishlab chiqarish samaradorligi past. Ular ipning tukdorligini kamaytirishga alohida e’tibor qaratgan, lekin kam buramli, tengvaznli iplar olinishga e’tibor qaratilmagan. Bu yangi konstruksiyadagi modifikatsiyalash qurilmasini ishlab chiqishni talab qiladi.

3. Yangi konstruksiyadagi ichki yuzasi giperbola shakldagi spiralsimon bo'rtmalardan iborat bo'lgan takomillashtirilgan modifikatsiyalash qurilmasi yaratildi.

4. Modifikatsiyalash qurilmasi yordamida pishitish uchburchagidagi  $\alpha$  va  $\beta$  –burchaklar holati  $\alpha \approx \beta$  ga erishiladi, u holda taranglik kuchlari  $T_1 \approx T_2$  bo'ladi. Pishitish uchburchagining  $\alpha$  burchagi  $\alpha = 60^\circ$  bo'lganda tolalarda taranglik kuchi 8,3 sN bo'lishi aniqlandi.

5. Modifikatsiyalash qurilmasining aylanish chastotasi  $n=8000 \text{ min}^{-1}$  bo'lganda va pishitish uchburchagi ikki yon tomonidagi  $\alpha$  burchagi  $60^\circ$  ga teng bo'lganda tolalar massalari, buram soni, taranglik kuchlari bir xilligi natijasida ipning solishtirma uzilish kuchi 16 sN/teks bo'lishiga erishildi.

6. Modifikatsiyalangan yigirilgan ipning solishtirma uzish kuchini va tukdorligini hisoblash regressiya tenglamalari yordamida  $X_1$ - qurilma aylanish chastotasi  $8000 \text{ min}^{-1}$  va  $X_2$ -qurilmaning mashinada joylashish o'rni ya'ni modifikatsiyalash qurilmasining cho'zish asbobining chiqaruvchi juftligidan pastligi 60 mm bo'lganda ipning uzish kuchi 16 sN/teks va ipning tukdorligi 5,2 bo'lishi aniqlandi.

7. An'anaviy usulda yigirilgan ipga qaraganda modifikatsiyalash qurilmasi yordamida yigirilgan ipning sifat ko'rsatkichlari bo'lgan pishirilganlik 7,5 % ga va pishirilganlik bo'yicha notekslilik 25,7 % ga kamayadi, ya'ni ipdagi buramlar soni 58 taga kamayishiga qaramasdan uning uzilishdagi uzayishi 8,9 % va solishtirma uzilish kuchi 7,2 % ga ortadi hamda ipning umumiy notekislik 13,3% ga, variatsiya koeffitsiyenti 14,7% ga, tukdorlik 9,8 % ga pasayadi.

8. Korxonada yigirilgan ipning tengvaznliligiga qaraganda modifikatsiyalash qurilmasi yordamida yigirilgan ipning tengvaznliligi 25 % ga yaxshilandi, shuningdek, modifikatsiyalangan ipdan to'qilgan trikotaj matosining havo o'tkazuvchanlik ko'rsatkichi an'anaviy ipdan to'qilgan trikotaj matosinikiga qaraganda 13,9 % ga yaxshi va ishqalanishga chidamlilik esa 15,2 % ga yaxshilanganligi ma'lum bo'ldi.

9. Korxonada modifikatsiyalash qurilmasi yordamida bir tonna ip ishlab chiqarishdagi iqtisodiy samaradorlik 1 413 720 so'mni tashkil etdi.

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

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**РАХИМБЕРДИЕВ МИРЗОХИД РАХИМБЕРДИ УГЛИ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАБОТКИ  
МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПРЯЖИ**

**05.06.02 – Технология текстильных материалов и первичная  
обработка сырья**

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам**

**Ташкент – 2025**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций за В2024.1.PhD/Т4479**

Диссертация выполнена в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности.

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

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Файзуллаев Шавкат Раимович</b> кандидат технических наук, доцент
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Ханхаджаева Нилуфар Рахимовна</b> доктор технических наук, профессор <b>Эркинов Зокиржон Эркинбой угли</b> доктор технических наук, доцент
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Джизакский политехнических институт</b>

Защита диссертации состоится 4 марта 2025 года в 14<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.Т.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 № 221). Адрес:100100, г.Ташкент, ул. Шохжахон, 5, тел.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08.

Автореферат диссертации разослан 19 февраля 2025 года.  
(реестр протокола рассылки № 221 от 19 февраля 2025 года).



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

  
**А.З.Маматов**  
Ученый секретарь 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 производство пряжи является одной из основных отраслей текстильной промышленности. Использование энергосберегающих, усовершенствованных технологий и технических средств в производстве пряжи занимает одно из ведущих мест. Сегодня в мире производится более 116 миллионов тонн натуральных и химических волокон и из них производится более миллиона видов изделий. В частности, увеличивается спрос на пряжу и новые ассортименты текстильных полотен. В таких развитых странах, как США, Швейцария, Германия, Франция, Италия, Китай, Индия и других достигнуты значительные успехи в производстве новых видов тканей из пряжи, выработанных кольцевым способом прядения. Для этого необходимо повысить эффективность производства и обеспечить конкурентоспособность продукции текстильной промышленности, а также реализовать на практике совершенствование технологических процессов. В связи с этим важным считается эффективное использование инновационных технологий производства пряжи.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на создание современных, энергосберегающих, совершенных и новых высокоэффективных прядильных машин для производства пряжи с улучшенными качественными показателями. В связи с этим, с целью повышения качества продукции в зоне формирования пряжи на кольцепрядильных машинах особое внимание уделяется совершенствованию технологии прядения и выработки модифицированной пряжи путем обоснования использования новейших технологий, разработке их усовершенствованной конструкции и эксплуатационных параметров.

В нашей республике реализуются комплексные меры по развитию текстильной и швейно-трикотажной промышленности, поддержке инвестиционной и экспортной деятельности предприятий отрасли и достигаются определенные результаты. Стратегия дальнейшего развития Республики Узбекистан на 2023-2030 годы «Узбекистан – 2030» включает в себя такие важные задачи, как «Эффективное использование местной сырьевой базы и развитие промышленности на основе передовых технологий». При реализации этих задач, среди прочего, важно повысить качество текстильных полотен, улучшить свойства используемой пряжи, разработать новый ассортимент пряжи с улучшенными потребительскими характеристиками.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан № УП-5989 от 5 мая 2020 года «О неотложных мерах по поддержке текстильной и швейно-трикотажной промышленности», № УП-53 от 21 января 2022 года «О мерах по стимулированию глубокой переработки, производства и экспорта готовой продукции с высокой добавленной стоимостью текстильными и швейно-трикотажными предприятиями», № УП-2 от 10 января «О мерах по поддержке деятельности хлопково-текстильных кластеров, коренному

реформированию текстильной и швейно-трикотажной промышленности, а также дальнейшему повышению экспортного потенциала сферы», № УП-71 от 1 мая 2024 года «О мерах по выведению на новый этап развития текстильной и швейно-трикотажной промышленности» и других нормативно – правовых документах, принятых в 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 II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

**Степень изученности проблемы.** В данной диссертационной работе проанализированы научные исследования и изыскания, проведенные учеными нашей страны и мира, по совершенствованию технологии производства пряжи, вырабатываемой из волокон, производимых в мире, с использованием кольцевого способа прядения, а также по созданию новых технологий и получению различных тканей. Также изучены научные исследования, направленные на получение пряжи путем внедрения модифицирующих устройств. Производством пряжи с помощью модифицирующих устройств и различных ассортиментов тканей, а также их внедрением в производство занимались за рубежом Xiao Ming Tao, Tao Hua, Jie Feng, Rong Yin. Исследования по треугольнику кручения кольцевого прядения были проведены Noman Haleym, Sarmad Aslam, Saeed Shaikhzadeh Najar и другими. А.Г.Севостьянов, Г.Н.Кукин, А.Н.Соловьев и другие провели исследования по дальнейшему улучшению физико-механических свойств пряжи.

В нашей республике исследования по производству пряжи кольцевым способом для текстильных полотен и обоснование технологических параметров прядильных машин были проведены Ш.Р.Марасуловым, Х.А.Алимовой, К.Г.Гафуровым, К.Ж.Джуманиязовым, С.Л.Матисмаиловым, А.П.Пирматовым, В.Т.Исакуловым, Ш.Р. Файзуллаевым и другими.

В результате данных исследований было показано, что улучшены качественные показатели пряжи, изготовленной традиционным методом кольцевого прядения. Однако исследования, направленные на улучшение равновесных свойств пряжи, по использованию модифицирующего устройства для создания ложной крутки при выработке малокручёной пряжи и выбору его оптимальных параметров, были проведены недостаточно.

**Связь темы диссертации научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено по плану научно-исследовательских работ Ташкентского института текстильной и легкой промышленности в рамках проекта 42/2024 на тему "Расширение технологических возможностей кольцевых прядильных машин для производства новой модифицированной пряжи".

**Целью исследования** является совершенствование технологии кольцепрядения с помощью использования модифицирующего устройства, создающего ложную крутку пряжи.

### **Задачи исследования:**

анализ научных источников по модифицирующим устройствам, применяемых в кольцепрядении;

разработка новой конструкции модифицирующего устройства, сообщающую ложную крутку пряжи;

теоретический анализ влияния новой конструкции модифицирующего устройства на треугольник кручения и распределение крутки;

получение математических моделей параметров ложной крутки при применении усовершенствованного модифицирующего устройства;

анализ качественных показателей модифицированной пряжи, а также определение экономической эффективности.

**Объектом исследования** выбраны хлопковое волокно, кольцепрядильная машина, вытяжной прибор, веретено, нитепроводник.

**Предметом исследования** выбраны модификационное устройство и его параметры, пряжа, полученная с его помощью, и ее свойства.

**Методы исследования.** В процессе исследования использовались фундаментальные основы теоретической и практической механики, методы математической статистики и полнофакторного планирования экспериментов, специальные методы измерений для оценки скорости модифицирующего устройства, методы оценки и сопоставления результатов, методы математических расчетов, а также целевые компьютерные программы.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем.

усовершенствована технология прядения на основе новой конструкции модифицирующего устройства с внутренней спиралевидной выпуклой поверхностью гиперболической формы, создающего ложную крутку пряжи, направленное на повышение качества, равновесности и уменьшение крутки пряжи;

с помощью уравнения равновесия внешних сил в формируемой пряже получены зависимости, описывающие влияние ложной крутки модифицирующего устройства на силы натяжения волокон в треугольнике кручения;

на основе эффекта Доплера определены условия распределения в пряже кручений, создаваемых устройством и создана программа для расчета крутки пряжи, движущейся с постоянной скоростью;

определены рациональные параметры частоты вращения модифицирующего устройства и его расположения в машине на основе анализа многофакторных регрессионных моделей.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

создана новая конструкция модифицирующего устройства с внутренней поверхностью, состоящей из спиралевидных выступов гиперболической формы, придающего ложную крутку пряже в процессе прядения;

улучшены качественные показатели пряжи за счет увеличения миграции волокон в формируемой пряже в процессе придания пряже ложной крутки на прядильной машине, создано усовершенствованное модифицирующее

устройство, повышающее производительность машины за счёт уменьшения количества кручений пряжи;

определены закономерности формирования постоянства параметров оптимальной формы треугольника кручения при применении модифицирующего устройства;

улучшены свойства пряжи, скрученной с помощью модифицирующего устройства и выработана трикотажная пряжа с малой круткой.

установлено улучшение качественных характеристик трикотажных полотен, выработанных из модифицированной пряжи, а также сокращение потребления ресурсов.

#### **Достоверность результатов исследования.**

Достоверность результатов исследований основана на совместимости результатов теоретических и экспериментальных исследований, положительных результатах апробации и применения, а также сравнении результатов, их адекватности критериям оценки, сопоставимости и сравнительном анализе с данными в рассматриваемой области науки.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования**

Научная значимость результатов заключается в том, что благодаря увеличению миграции волокон в пряже при её формировании с использованием модифицирующего устройства при кольцевом способе прядения появляется возможность получения малокручёной равновесной пряжи, что позволяет расширить ассортимент продукции за счёт создания новых видов равновесной пряжи.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что благодаря новой конструкции модифицирующего устройства обеспечивается равномерность крутки, достигающей треугольника кручения, что снижает обрывность пряжи и улучшает качество трикотажного полотна, изготовленного из малокручёной пряжи.

#### **Внедрение результатов исследования.**

На основе результатов экспериментов, проведенных в производственных условиях по совершенствованию технологии производства модифицированной пряжи:

технология производства модифицированной пряжи с помощью применения механизма ложного кручения, расширяющая технологические возможности кольцепрядильных машин внедрена на предприятиях, входящих в состав Ассоциации «Узбектекстильпром», в частности на ООО «Agro Teks Alliance» и ООО «Navoiy fayzcom textile» (справка ассоциации «Узтекстильпром» № 03/25-3092 от 15 ноября 2024 г.). В результате удлинение при разрыве пряжи, выработанной с помощью модифицирующего устройства новой конструкции, увеличилось на 8,9 %, удельная разрывная нагрузка увеличилась на 7,2 %, а общая неровнота пряжи уменьшилась на 13,3%, ворсистость уменьшилась на 9,8 %.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследований обсуждались на 10, в том числе 5 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследований.** Всего по теме диссертации опубликовано 18 научных работ, в том числе 4 статьи в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации доктора философии (PhD), из них 3 в республиканских, 1 в зарубежных журналах и 2 в международных журналах с высоким импакт-фактором, ещё получен 1 сертификат на программный продукт и 1 патент на изобретение агентства интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 104 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

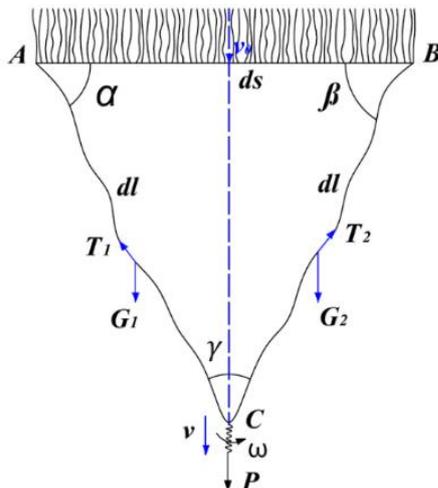
**Во введении** обосновывается актуальность и востребованность темы диссертации, формулируются цель и задачи, а также объект и предмет исследования, приводится соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, обосновывается достоверность полученных результатов, раскрывается теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведен список внедрений в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Роль кольцевого способа прядения в текстильной промышленности»** приведён анализ состояния производства пряжи в нашей Республике и в мире, а также выполнен критический анализ существующей литературы. Наряду с этим были изучены современное состояние и перспектива производства пряжи, существующие способы прядения, их особенности, изучены преимущества и недостатки модифицирующих устройств, служащих для усовершенствования кольцепрядильных машин. Проанализированы научно-исследовательские работы по выявлению и устранению их недостатков. На основе анализа научных источников были определены цели и задачи исследования.

Во второй главе диссертации под названием **«Теоретические основы модифицирующих устройств при производстве пряжи»** теоретически исследуется изменение сил натяжения волокон в зоне треугольника кручения при традиционном кольцевом способе прядения малокручёной пряжи, а также влияние модифицирующего устройства на придание ложной крутки пряже. Эти исследования имеют важное значение для оптимизации процесса прядения.

В связи с тем, что волокна в треугольнике кручения при традиционном кольцевом способе прядения малокручёной пряжи имеют разные силы

натяжения, обеспечение заданного количества поступающих на нее круток осуществлялось с помощью модифицирующего устройства, сообщающего ложную крутку пряже. Устройство обеспечивает создание заданной крутки, при этом в зоне треугольника кручения достигается равенство углов  $\alpha$  и  $\beta$ , т.е.  $\alpha \approx \beta$ , что, в свою очередь, приводит к выравниванию сил натяжения  $T_1 \approx T_2$  (рис. 1).



**Рис. 1. Схема равновесного треугольника кручения**

Используя схему треугольника кручения на рисунке 1, было получено уравнение баланса внешних сил, действующих на треугольник кручения при формировании пряжи следующим образом.

$$\sum_{i=1}^n F_{iy} = 0; \quad 2 \cdot T \cdot \sin \alpha - P - 2G = 0 \quad (1)$$

Здесь  $G = m \cdot g = \frac{10^4 \cdot \alpha_T \cdot dl}{K^2} \cdot g$ .  $P$ -нагрузка (сН),  $G$  - сила тяжести боковой стороны треугольника кручения (сН),  $\alpha_T$ -коэффициент крутки,  $K$ - крутка (кр/м),  $dl$ -длина боковой стороны треугольника кручения (мм),  $g$ -ускорение свободного падения ( $m/c^2$ ),  $dl = vdt$ .

Из уравнения равновесия (1) были выведены значения натяжения в треугольнике кручения. Сила натяжения в треугольнике кручения при  $\alpha = \beta$  выражается следующим образом.

$$T = \frac{10^4 \cdot \alpha_T \cdot dl + P}{\sin \alpha} \quad (2)$$

Здесь  $\alpha$  – угол треугольника кручения (при 1.  $\alpha_1 = 30^\circ$ , 2.  $\alpha_2 = 45^\circ$ , 3.  $\alpha_3 = 60^\circ$ ).

В теоретическом исследовании, направленном на повышение качества пряжи малокручёной равновесной пряжи, установлено, что в результате поступления заданных круток в треугольник кручения достигается постоянство формы треугольника кручения, позволяет провести анализ зависимости силы натяжения волокон в треугольнике кручения от его угла и из вышеприведенного уравнения (2) выявлено, что по мере увеличения угла  $\alpha$  треугольника кручения сила натяжения волокон постепенно уменьшается.

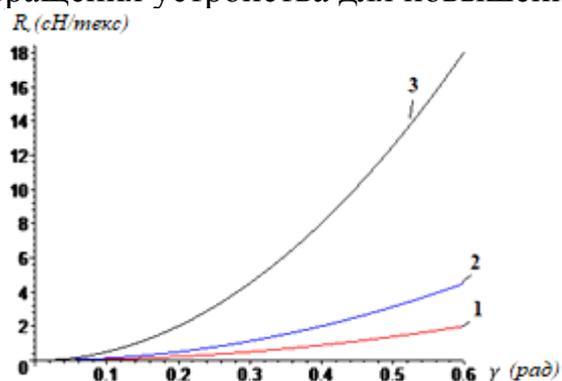
Установлено, что силы натяжения в волокнах принимают наименьшее значение при  $\alpha_3 = 60^\circ$ .

Установлено уравнение зависимости удельной разрывной нагрузки пряжи от массы формируемой пряжи, числа кручений и скорости выпуска пряжи. Приведены графики, полученные с использованием программы Maple, которые показывают рациональные значения параметров, влияющих на удельную разрывную нагрузку пряжи.

$$R_u = \frac{P_t \cdot l}{m} = \frac{P_t \cdot l^2 \cdot n_u^2 \cdot \sin^2 \beta}{4 \cdot 10^4 \cdot r^2 \cdot \omega^2 \cdot \alpha_T^2 \cdot \sin^2 \frac{\gamma}{2}} \quad (3)$$

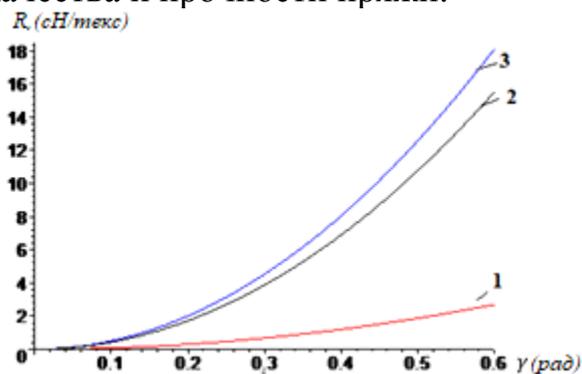
Здесь  $P_t$ - разрывная нагрузка (сН),  $l$ -длина пряжи (мм),  $m$ -масса пряжи (гр),  $n_u$ -частота вращения веретена ( $\text{мин}^{-1}$ ),  $\alpha$  -угол треугольника кручения (градус),  $r$ -радиус пряжи (мм),  $\omega$ -частота вращения устройства ( $\text{мин}^{-1}$ ),  $\alpha_T$ -коэффициент крутки,  $\gamma$ -угол вершины треугольника кручения (рад).

Из рисунка 2 видно, что при изменении частоты вращения устройства ложного кручения удельная разрывная нагрузка пряжи также существенно изменяется. Установлено, что при частоте вращения модифицирующего устройства  $n_3 = 8000 \text{ мин}^{-1}$  удельная разрывная нагрузка пряжи превышает 16 сН/текс. Эти результаты показывают важность выбора оптимальной частоты вращения устройства для повышения качества и прочности пряжи.



(1.  $n_1 = 6000 \text{ мин}^{-1}$ ; 2.  $n_2 = 7000 \text{ мин}^{-1}$ ; 3.  $n_3 = 8000 \text{ мин}^{-1}$ )

**Рис. 2. Зависимость удельной разрывной нагрузки пряжи от угла  $\gamma$  при различных значениях частоты вращения устройства**



(1.  $\alpha_1 = 30^\circ$ , 2.  $\alpha_2 = 45^\circ$ , 3.  $\alpha_3 = 60^\circ$ )

**Рис. 3. Зависимость удельной разрывной нагрузки пряжи от угла  $\gamma$  при различных значениях  $\alpha$**

Из рис. 3 видно, что при боковом угле основания треугольника  $\alpha$ , равном  $60^\circ$ , достигается максимальная удельная разрывная нагрузка пряжи, при условии одинаковой массы волокон, числа кручений и силы натяжения. Это означает, что баланс угла и сил натяжения в треугольнике кручения обеспечивает структурную устойчивость пряжи и увеличивает разрывную нагрузку малокручёной пряжи.

В результате установки устройства ложной крутки на кольцепрядильной машине наблюдаются изменения в формировании пряжи и натяжении волокон в треугольнике кручения. Также эти устройства позволяют устранить различные проблемы, возникающие в процессе традиционного прядения.

Влияние устройства на треугольник кручения было изучено теоретически и определено, как работа устройства при различных частотах вращения влияет на показатели качества пряжи.

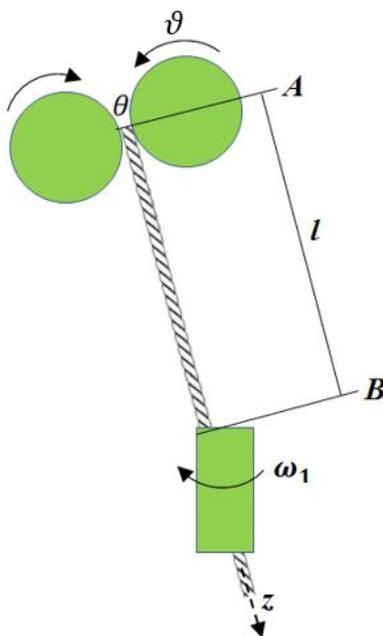
После изучения влияния модифицирующего устройства на треугольник кручения при кольцепрядении также было проанализировано значение устройства в процессе придания крутки формирующейся пряже. С этой целью было подробно изучено распределение круток, создаваемых устройством, в формирующейся пряжи и процесс её кручения.

Распределение круток в формирующейся пряже и их влияние на процесс кручения повышают эффективность работы устройства. Результаты данного исследования играют важную роль в определении необходимых технологических направлений для улучшения процесса кручения с использованием модифицирующего устройства и показателей качества пряжи.

При использовании закона Гука для изотропной среды зависимости между компонентами тензоров напряжений и деформаций в осесимметрических координатах принимают следующий вид.

$$\sigma_{z\theta} = E \varepsilon_{z\theta}, \quad \sigma_{r\theta} = E \varepsilon_{r\theta} \quad (4)$$

Здесь  $\sigma_{z\theta}$ ,  $\sigma_{r\theta}$  — нормальное напряжение,  $\varepsilon_{z\theta}$ ,  $\varepsilon_{r\theta}$  — относительные деформации, соответствующие в координатах  $r\theta z$ , где ось  $0z$  направлена вдоль оси пряжи, а ось  $0r$  перпендикулярна ей, и начало координат установлено в точке  $O(0,0)$ . При этом  $E$  — модуль Юнга (рис. 4).



**Рис. 4. Схема процесса кручения пряжи**

Обозначим через  $u_\theta = u(r, z, t)$  угловое перемещение произвольного сечения пряжи, причем остальные компоненты вектора перемещения считаем равными нулю.

Тогда компоненты тензора деформации будут выражаться следующими уравнениями:

$$\varepsilon_{\theta z} = \frac{\partial u}{\partial z}; \quad \varepsilon_{r\theta} = \frac{du}{dr} - \frac{u}{r} \quad (5)$$

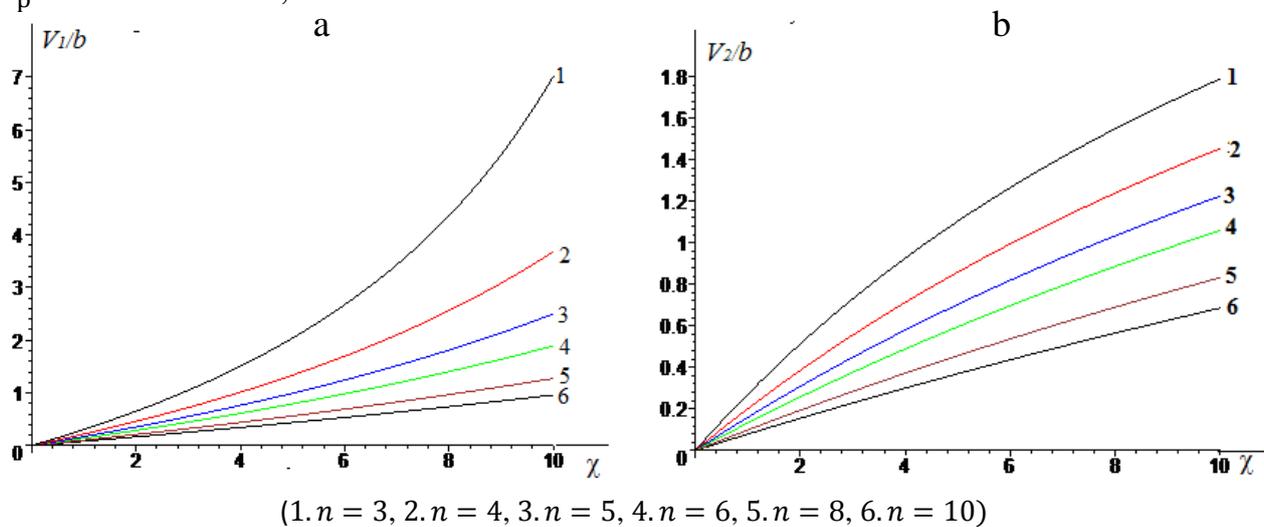
Из этих уравнений видно, что относительные деформации сдвига  $\varepsilon_{\theta z}$  и  $\varepsilon_{r\theta}$  линейно зависят от смещения  $u(r, z, t)$  и его производной. В принятой схеме уравнение движения для перемещения имеет вид.

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{2\sigma_{r\theta}}{r} + \frac{\partial \sigma_{r\theta}}{\partial r} + \frac{\partial \sigma_{z\theta}}{\partial z} \quad (6)$$

Следующие выражения были получены введением безразмерных величин  $\chi = \omega r_0/b$ ,  $\bar{\lambda}_r = \lambda_r r_0$ ,  $\bar{v} = v/b$  для скорости распространения волн кручения.

$$\frac{V_{1n}}{b} = -\frac{\chi(\bar{v}^2 - 1)}{\sqrt{\chi^2 + \bar{\lambda}_n^2(\bar{v}^2 - 1) - \chi\bar{v}}}, \quad \frac{V_{2n}}{b} = \frac{\chi(\bar{v}^2 - 1)}{\sqrt{\chi^2 + \bar{\lambda}_n^2(\bar{v}^2 - 1) + \chi\bar{v}}} \quad (7)$$

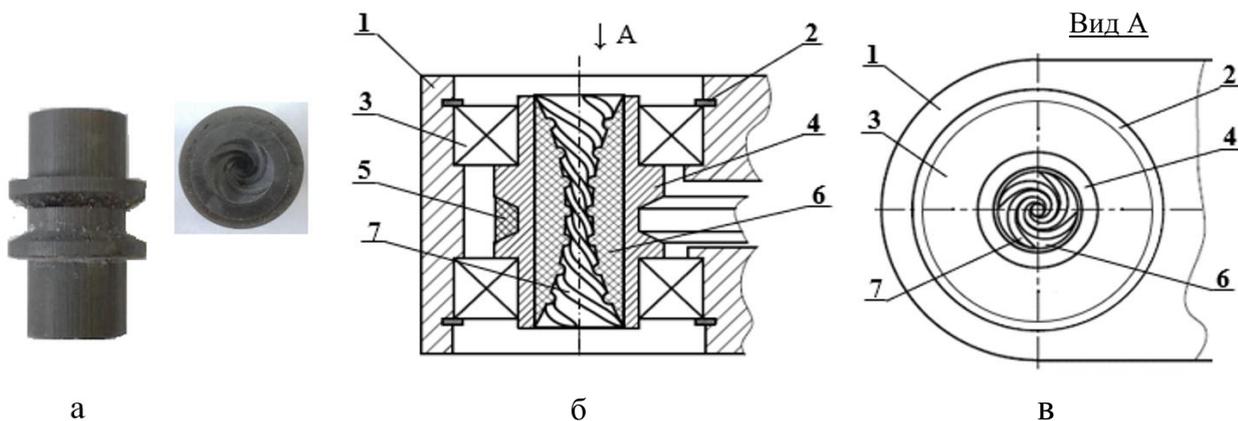
На рис. 5 показаны кривые зависимости скоростей  $V_{1n}$  и  $V_{2n}$  (отнесенные к скорости поперечной волны  $b$ ) от безразмерной частоты  $\chi = \omega r_0/b$ . Расчеты были проведены для следующих значений параметров:  $\sigma_p = 5.55 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ ,  $\bar{v} = 5$ .



**Рис. 5. Зависимости скорости распространения обратных (а) и прямых (б) волн от приведенной частоты  $\chi$  при различных формах колебаний**

Изучены условия распространения волн кручения для движущейся нити с постоянной скоростью и определены параметры эффекта Доплера для волн, распространяющихся вдоль нити. Анализ кривых показал, что эффект Доплера для волн, распространяющихся вдоль нити, сохраняется для каждой формы колебаний нити по ее толщине. При этом эффект Доплера для обратной волны сильнее, чем для прямой. Это связано с процессами отражения волн от оси пряжи. Это теоретически обосновывает процесс придания крутки пряже с помощью данного устройства.

На основе теоретических исследований была разработана новая конструкция модифицирующего устройства, придающее ложную крутку пряже. На рис.6 представлена усовершенствованная конструкция предлагаемого модифицирующего устройства.



**Рис. 6. Модифицирующее устройство усовершенствованной конструкции**

На рис.6 а-показан общий вид модифицирующего устройства, б-вид устройства в разрезе, в-вид устройства сверху, 1-корпус устройства, 2-штопорное кольцо, 3-подшипник, 4-шкив спитцальный, 5-ремень, 6-устройство, сообщающее крутку пряже, 7-спиральные выступы в форме гиперболы.

Внутренняя поверхность модифицирующего устройства имеет гиперболическую форму и состоит из спиральных выступов. Устройство обеспечивает двойную миграцию волокон, проходящих через треугольник кручения. В результате достигается увеличение плотности размещения волокон. Это приводит к уменьшению ворсистости пряжи с малой круткой и увеличению ее прочности, а также позволяет получить равновесную пряжу.

Модифицирующее устройство с гиперболической внутренней поверхностью из спиральных выступов установили на кольцепрядильной машине параллельно оси веретена между выпускной парой вытяжного прибора и нитепроводником и выработали пряжу. Из вытяжной пары вытяжного прибора выходит группа волокон в виде мычки и с помощью модифицирующего устройства пряже придается начальная ложная крутка. Модифицирующее устройство приводится в движение с помощью ременной передачи и вращается со скоростью от 6000-8000 мин<sup>-1</sup>. В результате в первой половине устройства пряжа получает S-крутку, а во второй половине - Z-крутку. Выходящая из него сформированная пряжа направляется к нитепроводнику.

Изменение натяжения волокон в треугольнике кручения под воздействием модифицирующего устройства увеличивает их миграцию. Крутка сообщаемая устройством доходит до треугольника кручения и приближает волокна к центру пряжи, изменяя положение пряжи и улучшая ее прочностные и равновесные свойства.

На модифицирующее устройство, придающее пряже ложную крутку получен патент Республики Узбекистан на изобретение.

В третьей главе диссертации под названием «**Исследование факторов, влияющих на производство модифицированной пряжи**», были проведены экспериментальные исследования параметров модифицирующего устройства, определённых в теоретических исследованиях. Была разработана методика проведения экспериментов, выбрано сырьё и на основе плана прядения пряжи

линейной плотности 20 текс получены образцы малокручёной пряжи. Здесь для оценки влияния рабочих параметров модифицирующего устройства на свойства пряжи был проведен полный факторный эксперимент, в котором учитывались скорость устройства, его расположение на машине. Обработка результатов испытаний осуществлялась с использованием компьютерных технологий на основе методов математической статистики.

**Таблица 1**

**Значения входных факторов и интервалы их варьирования**

№	Факторы	Кодированное обозначение	Единица измерения	Натуральные значения факторов			Уровни варьирования
				-1	0	1	
1	Частота вращения устройства	$X_1$	мин <sup>-1</sup>	6000	7000	8000	1000
2	Размещение устройства на машине	$X_2$	мм	30	45	60	15

В качестве выходных параметров принимали удельную разрывную нагрузку  $Y_1$  и ворсистость пряжи  $Y_2$ .

**Таблица 2**

**Матрица планирования и результаты**

№	Уровни факторов		Удельная разрывная нагрузка пряжи		Ворсистость пряжи	
			Среднее $\bar{Y}_{u1}$	$S^2\{y_u\}$	Среднее $\bar{Y}_{u2}$	$S^2\{y_u\}$
U	$X_1$	$X_2$				
1	+	+	16,41	0,0113	5,16	0,024
2	-	+	15,99	0,0265	5,54	0,031
3	+	-	15,43	0,0220	5,85	0,029
4	-	-	16,77	0,0265	6,27	0,039
5	+	0	16,88	0,0338	6,77	0,045
6	-	0	14,59	0,0220	7,31	0,054
7	0	+	14,84	0,0220	7,81	0,065
8	0	-	16,13	0,0450	8,33	0,014
9	0	0	14,98	0,0313	8,82	0,016

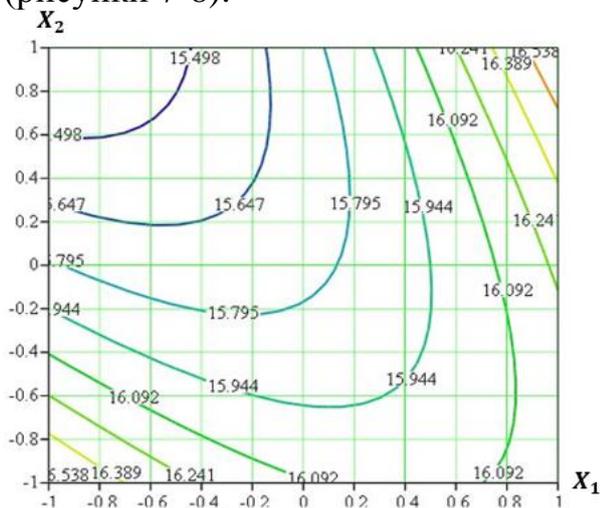
Эксперименты первоначально были рандомизированы с использованием таблиц случайных чисел и проводились в двух повторностях. По правилу обработки результатов эксперимента изначально определяли воспроизводимость эксперимента. Для этого находили расчетное значение критерия Кохрена и сравнивали его с табличным значением. Также результаты эксперимента были обработаны стандартными методами и получены уравнения

регрессии выходных параметров удельной разрывной нагрузки и ворсистости пряжи.

$$1. y_1 = 15,76 + 0,2282x_1 - 0,182x_2 + 0,44x_1x_2 + 0,28x_1^2 + 0,16x_2^2$$

$$2. y_2 = 6,86 - 0,2232x_1 - 0,3232x_2 - 0,703x_1^2 - 0,3589x_2^2$$

Решения уравнений были рассчитаны с помощью компьютерной программы Mathcad и проанализированы полученные изолинии (рисунки 7-8).



кольцепрядильной машины. Рассмотрено соотношение частоты вращения модифицирующего устройства к частоте вращения веретена кольцепрядильной машины и его влияние на качество пряжи.

**Таблица 3**

**Соотношение частот вращения устройства и веретена**

№	Частота вращения	Единица измерения	соотношение 1	соотношение 2	соотношение 3
1	Частота вращения устройства	мин <sup>-1</sup>	8000	8000	8000
2	Частота вращения веретена	мин <sup>-1</sup>	13500	14500	15500
	Соотношение		0,6	0,56	0,52

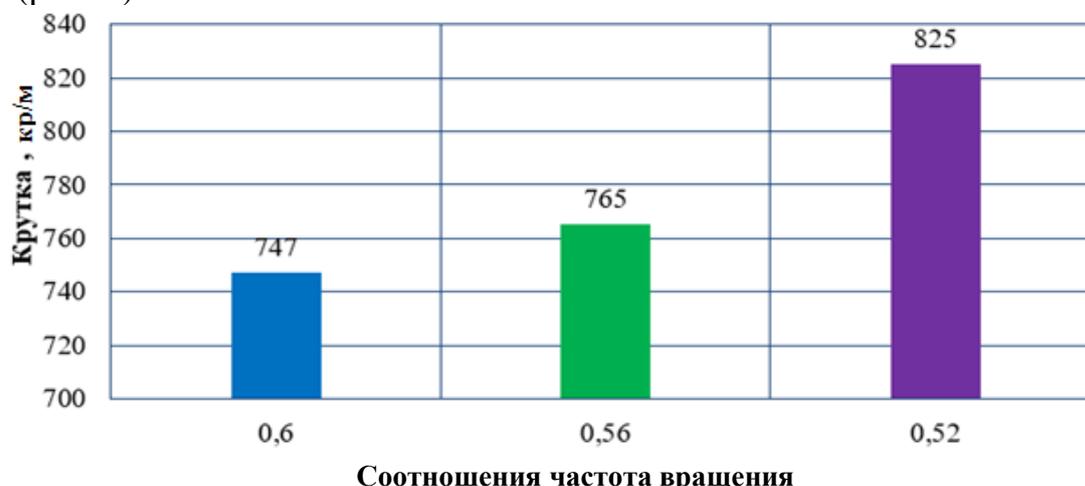
В экспериментах частота вращения веретена кольцепрядильной машины находится в пределах от 13500 мин<sup>-1</sup> до 15500 мин<sup>-1</sup>, а частота вращения модифицирующего устройства принята равной 8000 мин<sup>-1</sup>, как было установлено в вышеупомянутых теоретических и практических исследованиях. Полученные результаты показали, что разница в соотношении влияет на физические свойства модифицированной пряжи.

**Таблица 4**

**Показатели качества пряжи, выработанной при различных соотношениях скоростей**

Соотношение скоростей	Крутка (кр/м)	Удлинение при разрыве (%)	Удельная разрывная нагрузка (сН/текс)	Ворсистость
0,6	747	4,3	14,4	5,54
0,56	765	5,3	15	5,05
0,52	825	5,2	15,1	5,5

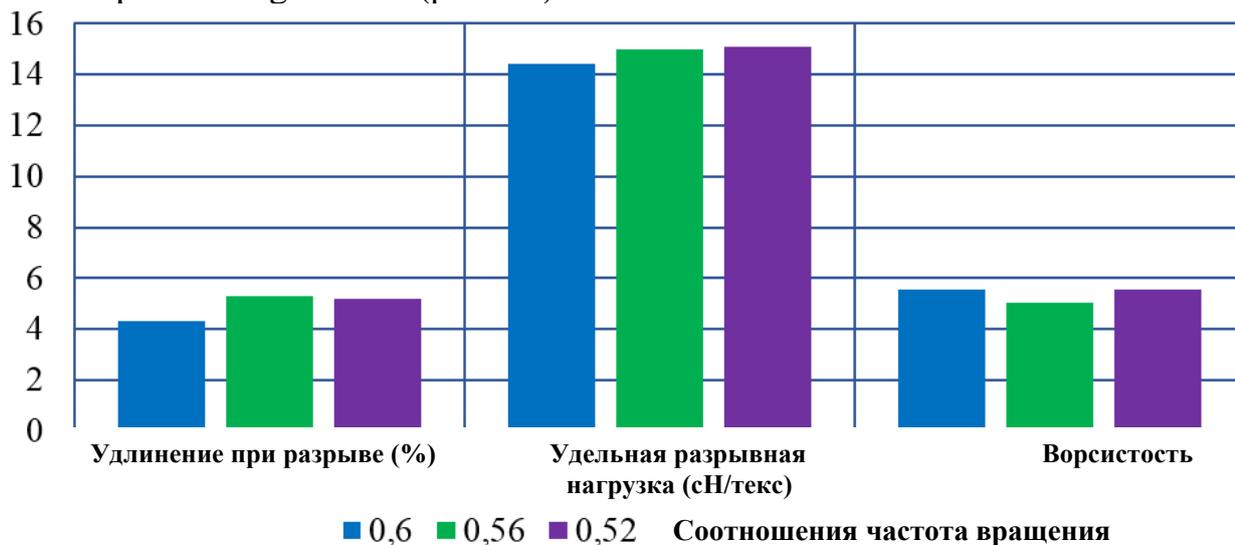
Крутка образцов пряжи, выработанных при различных соотношениях скоростей была определена с помощью прибора EleTwist Electronic Yarn Twist Tester (рис. 9).



**Рис. 9. Крутка образцов пряжи выработанных при различных соотношениях скоростей**

На рисунке 9 видно, что крутка пряжи, выработанной при соотношении 0,52, выше, чем у образцов пряжи, выработанных при двумя других соотношениях. По мере уменьшения соотношения скоростей крутка увеличивается. По данным «Uster Statistics 2023», крутка пряжи, выработанной при соотношении 0,6, соответствует 25 классу качества, в то время как крутка образцов пряжи, выработанных при других соотношениях, соответствуют 50 классу качества.

Удлинение при разрыве и удельная разрывная нагрузка пряжи, выработанных при различных соотношениях, определяли с помощью прибора Tabletop lea strength tester (рис. 10).



**Рис. 10. Физико-механические показатели образцов пряжи, выработанных при различных соотношениях скоростей**

На рисунке 10 видно, что пряжа, выработанная при соотношении 0,56, имеет самое высокое удлинение при разрыве, на 2% лучше, чем при соотношении 0,52, и на 18% лучше, чем при соотношении 0,6. По показателям «Uster Statistics 2023» удлинение пряжи при разрыве и его коэффициент вариации во всех соотношениях соответствует 50 классу качества. Однако пряжа, выработанная при соотношении 0,56, имеет наилучшие показатели качества, по сравнению с другими образцами пряжи.

На рисунке 10 видно, что удельная разрывная нагрузка пряжи, выработанной при соотношении 0,56 и 0,52, почти одинакова и на 4% лучше, чем у пряжи при соотношении 0,6. По данным «Uster Statistics 2023», удельная разрывная нагрузка пряжи при всех соотношениях соответствует 25 классу качества а коэффициент ее вариации – 50 классу качества.

Ворсистость образцов пряжи, выработанных при различных соотношениях скоростей, были определены на приборе Yarn evenness tester.

На рисунке 10 видно, что ворсистость пряжи, выработанная при соотношении 0,56 на 9% лучше, чем в других вариантах. По данным статистики «Uster Statistics 2023», ворсистость образцов пряжи при всех соотношениях соответствует 50 классу качества.

Здесь крутка пряжи, выработанной при 2-ом соотношении, меньше, чем у пряжи, выработанной при 3-ем соотношении, но удлинение при разрыве у пряжи при 2-ом соотношении выше, чем у образцов пряжи при других соотношениях. При этом удельная разрывная нагрузка образцов пряжи при 2-ом и 3-ем соотношениях практически одинакова. Уменьшение соответствующих соотношений скоростей при выработке пряжи приводит к увеличению числа кручений в пряже. По результатам анализа для прядения малокрученной пряжи было выбрано соотношение скоростей 0,56. Исходя из этого, частота вращения веретена кольцепрядильной машины была установлена на уровне 14500 мин<sup>-1</sup>.

На кольцепрядильной машине установлено модифицирующее устройство для получения равновесной пряжи с малой круткой. Пряжу, выработанную на кольцепрядильной машине, приняли за контрольную пряжу, а модифицированную пряжу, полученную на прядильной машине с модифицирующего устройства для ложной крутки, приняли за опытную пряжу.

Для пряжи линейной плотности 20 текс было принято число кручений 800 кр/м. Сначала была изучена крутка пряжи с целью получения малокрученной пряжи.

**Таблица 5**

**Крутка пряжи**

№	Название пряжи	Повторность опытов			Среднее значение крутки	CV,%
		1	2	3		
1	Контрольная пряжа	777	803	876	818	5,1
2	Опытная пряжа	737	790	757	761	2,9

По данным приведенной таблицы количество кручений опытной пряжи на 57 (7%) меньше числа кручений контрольной пряжи, что было подтверждено в экспериментах. Для изучения того, как это явление будет происходить при разных линейных плотностях пряжи, были выработаны образцы пряжи с линейной плотностью от 18,5 текс до 25 текс, и была определена их крутка.

**Таблица 6**

**Различия в значениях круток контрольной и экспериментальной пряжи**

№	Линейная плотность пряжи, текс	Контрольная пряжа	Опытная пряжа	Разница	В процентах
1	18,5	826	770	56	6,8
2	20,0	819	760	59	7,2
3	22,0	825	769	56	6,8
4	25,0	830	771	59	7,1

Анализ различий в показателях круток показывает, что даже при изменении линейной плотности пряжи число кручений пряжи, выработанных с помощью устройства, оказывается на 57 меньше, и эти результаты стали

основой для проведения основных экспериментов, направленных на изучение влияния данного показателя на качество пряжи. Были определены качественные показатели пряжи, которые приведены в таблице 7. Пряжа соответствует требованиям «Uster Statistics 2023».

**Таблица 7**

**Физико-механические показатели пряжи**

№	Наименование показателей	Единица измерения	Показатели			
			Контрольный вариант	Классы качества Uster Statistics 2023	Опытный вариант	Классы качества Uster Statistics 2023
1	Линейная плотность пряжи	текс	20	-	20	-
2	Крутка	кр/м	830	95	772	50
3	Неровнота по крутке, CV%	%	3,5	50	2,6	5
4	Общая неровнота, UM	%	14,2	95	12,3	75
5	Коэффициент вариации, CVm	%	17,8	95	15,17	75
6	Утонения -40%	шт/ км	568	95	315	75
7	Утолщения -50%	шт/ км	59	95	27	75
8	Утолщения +35%	шт/ км	1798	75	1375	75
9	Утолщения +50%	шт/ км	470	95	263	75
10	Непсы +200%	шт/ км	363	50	310	50
11	Ворсистость	-	5,6	50	5,05	25
12	Удлинение при разрыве, (%)	%	5,1	75	5,6	25
13	Удельная разрывная нагрузка	сН/текс	14,1	95	15,2	50

По сравнению с традиционным способом прядения, показатели качества пряжи, полученной с помощью модифицирующего устройства, показывают следующее: крутка пряжи уменьшилась на 7,5 %, а неровнота по крутке снизилась на 25,7 %. Несмотря на снижение числа кручений на 58, удлинение при разрыве увеличилось на 8,9 %, а удельная разрывная нагрузка возросла на 7,2 %. При этом общая неровнота пряжи снизилась на 13,3 %, коэффициент вариации уменьшился на 14,7 %, а ворсистость пряжи снизилась на 9,8 %. Это означает, что устройство модификации положительно влияет на структурную структуру вырабатываемой пряжи.

Ложное кручение пряжи с помощью модифицирующего устройства увеличивает миграцию волокон, повышает прочность пряжи и улучшает

равновесные свойства пряжи за счет большого количества волокон в поперечном сечении малокручёной пряжи.

В данной исследовательской работе были изучены равновесные свойства пряжи в контрольном варианте пряжи, выработанной на производстве, и пряжи, выработанной с использованием модифицирующего устройства в опытных вариантах.

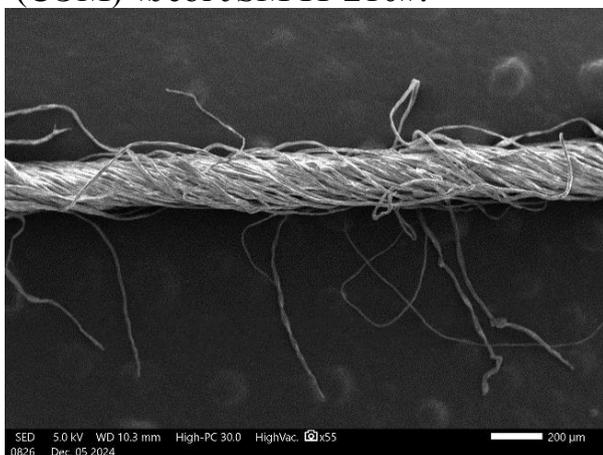
**Таблица 8**

**Показатели равновесности пряжи**

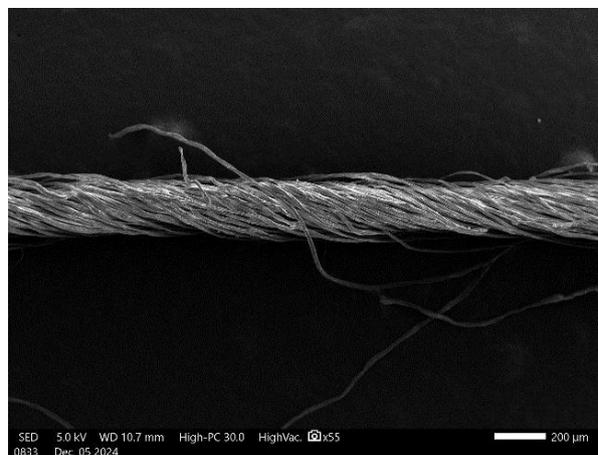
№	варианты	Опыты										Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Контрольный вариант	44	43	36	44	38	41	39	38	41	37	40
2	Опытный вариант	33	31	27	32	28	31	29	30	32	28	30
	Разница, %	25	28	18	27	26	24	26	21	22	24	25

Как видно из приведенной таблицы, равновесность пряжи, вырабатываемой с помощью модифицирующего устройства улучшается на 25% по сравнению с равновесностью пряжи контрольного варианта.

С целью оценки внешней структуры фабричной пряжи в контрольном варианте и модифицированной пряжи в опытном варианте были проведены экспериментальные исследования на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) «Jeol JSM IT 210».



**а**



**б**

**Рис.11. Внешняя структура пряжи**

а- фабричная пряжа

б-модифицированная пряжа

Основание пряжи контрольного варианта, приведенной на рисунке 11а, имеет множество ворсинок, выступающих из основания, а расположение волокон, составляющих пряжу, беспорядочное и неплотное. Модифицированная пряжа на рис. 11б имеет меньшую ворсистость, волокна в пряже расположены плотно и упорядочено. Это увеличивает трение между волокнами пряжи, что приводит к увеличению прочности малокручёной модифицированной пряжи. Эти анализы показывают, что в результате

совершенствования технологии прядения есть возможность выработки равновесной малокручёной модифицированной пряжи нового ассортимента.

С целью изучения возможностей получения трикотажного полотна из пряжи, выработанной в производственных условиях, получило трикотажное полотно переплетением ластик (1+1) на плосковязальной двухфонтурной машине LONGXING 12 класса. Трикотажное полотно, выработанное из пряжи предприятия, было принято как контрольный вариант, а трикотажное полотно из модифицированной пряжи - опытный вариант.

**Таблица 9**

**Физико-механические свойства трикотажного полотна**

№	Показатели		Контрольный вариант	Опытный вариант	Разница, %
1	Воздухопроницаемость В, см <sup>3</sup> /см <sup>2</sup> сек		106,7	121,6	13,9
2	Разрывная нагрузка R, Н	по высоте	284,4	306,8	7,8
		по ширине	264,8	284,6	7,4
3	Удлинение при разрыве L, %	по высоте	31,6	29,1	8,5
		по ширине	39,8	36,3	8,8
4	Необратимая деформация $\epsilon_n$ , %	по высоте	16	14	12,5
		по ширине	15	14	6,6
5	Обратимая деформация $\epsilon_0$ , %	по высоте	84	86	2,4
		по ширине	85	86	1,2
6	Стойкость к истиранию, тыс. циклов		8,9	10,5	15,2

Из данных результатов было установлено, что благодаря улучшению показателей равновесности модифицированной пряжи, воздухопроницаемость трикотажного полотна, выработанного из этой пряжи, оказалась на 13,9 % выше, чем у полотна, выработанного из традиционной пряжи, а стойкость к истиранию улучшилась на 15,2 %.

При расчете экономической эффективности технологии производства модифицированной пряжи прибыль на тонну выработанной пряжи составила 1 413 720 сумов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований по диссертационной работе на тему «Совершенствование технологии производства модифицированной пряжи» можно сделать следующие выводы:

1. Кольцевой способ прядения, широко применяемый в текстильной промышленности, играет важную роль в получении пряжи высокого качества, однако высокая величина крутящего момента в этом процессе требует его совершенствования.

2. Компактирующие устройства, появившиеся в результате совершенствования кольцевого способа прядения, потребляют много энергии, имеют дорогое и сложное обслуживание, эффективность производства пряжи низкая. Они сосредоточены на уменьшении ворсистости, а не на получении равновесной пряжи с низкой круткой. Это требует разработки модифицирующего устройства новой конструкции.

3. Создано усовершенствованное модифицирующее устройство, внутренняя поверхность которого имеет гиперболическую форму и состоит из спиральных выступов.

4. С помощью модифицирующего устройства достигается равенство углов  $\alpha$  и  $\beta$  в зоне треугольника кручения, т.е.  $\alpha \approx \beta$ , что, в свою очередь, приводит к выравниванию сил натяжения  $T_1 \approx T_2$ . Установлено, что при угле треугольника кручения  $\alpha = 60^\circ$  сила натяжения в волокнах составляет 8,3 сН.

5. Было установлено, что при частоте вращения модифицирующего устройства  $n=8000\text{мин}^{-1}$  и при угле  $\alpha$ , равным  $60^\circ$ , на обеих сторонах треугольника кручения, благодаря одинаковым значениям массы волокон, числа кручений и сил натяжения, удельная разрывная нагрузка пряжи достигает значения 16 сН/текс.

6. С помощью регрессионных уравнений для расчета удельной разрывной нагрузки и ворсистости модифицированной нити было установлено, что при частоте вращения устройства  $X_1=8000\text{мин}^{-1}$  и расположении устройства на машине, где расстояние от выпускной пары вытяжного прибора до модифицирующего устройства составляет  $X_2=60\text{мм}$ , удельная разрывная нагрузка пряжи составила 16 сН/текс, а ворсистость пряжи - 5,2.

7. По сравнению с традиционным способом прядения, показатели качества пряжи, полученной с помощью модифицирующего устройства, показывают следующее: крутка пряжи уменьшилась на 7,5 %, а неравноота по крутке снизилась на 25,7 %, то есть, несмотря на снижение числа кручений на 58, удлинение при разрыве увеличилось на 8,9 %, а удельная разрывная нагрузка возросла на 7,2 %. При этом общая неравноота пряжи снизилась на 13,3 %, коэффициент вариации уменьшился на 14,7 %, а ворсистость пряжи снизилась на 9,8 %.

8. Равновесность пряжи, вырабатываемой с помощью модифицирующего устройства, улучшается на 25% по сравнению с равновесностью пряжи контрольного варианта. При этом воздухопроницаемость трикотажного

полотна из модифицированной пряжи была на 13,9% выше, чем у трикотажного полотна из обычной пряжи, а стойкость к истиранию была улучшена на 15,2%.

9. Экономическая эффективность при производстве одной тонны пряжи с использованием модифицирующего устройства составила 1 413 720 сумов.

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

---

**TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY**

**RAHIMBERDIEV MIRZOHIJ RAKHIMBERDI UGLI**

**THE IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF MODIFIED SPUN  
YARN PRODUCTION**

**05.06.02 - Technology of textile materials and initial treatment of raw materials**

**ABSTRACT**  
**of the dissertation doctor of philosophy (PhD) on technical sciences**

**Tashkent – 2025**

**The theme of doctor of philosophy of technical science dissertation was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan under number B2024.1.PhD/T4479**

The dissertation was completed at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of Tashkent Institute of Textile and Light Industry ([www.titli.uz](http://www.titli.uz)) and on the website of "ZiyoNet" information and educational portal ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

**Scientific advisor:** **Fayzullayev Shavkat Raimovich**  
candidate of technical sciences, docent

**Official opponents:** **Khankhadjaeva Nilufar Rakhimovna**  
doctor of technical sciences, professor

**Erkinov Zokirjon Erkinboy ugli**  
doctor of technical sciences, docent

**Leading organization:** **Jizzakh polytechnic institute**

The defense of the dissertation will take place on 4 Mart 2025 at 14<sup>00</sup> o'clock at the meeting of Scientific Council DSc.03/30.12.2019.T.08.01 at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (Address: 100100, Tashkent, st. Shokhzhahon, 5, administrative building of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry 222 audience. Tel.: (99871) 253-06-06, 253-08-08, fax (99871) 253-36-17, e-mail: [titlp\\_info@edu.uz](mailto:titlp_info@edu.uz)).

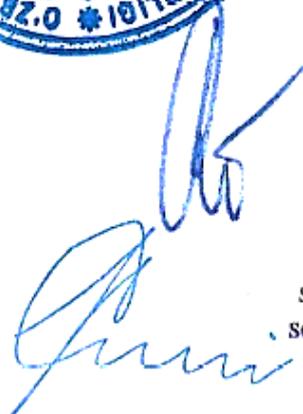
The Doctoral dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (registered № 221). Address: 100100, Tashkent, Yakkasaray district, 5, Shokhjahon street. Tel.: (99871) 253-08-08.

Abstract of dissertation sent out on 19 February 2025 year.  
(mailing report № 221 on 19 February 2025 year).



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

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

  
**Sh.Sh.Khakimov**  
Chairman of the Academic seminar under the scientific council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences

## INTRODUCTION (abstract of the PhD dissertation)

**The purpose of the research** is to improve the technology of ring method yarn production using a modification device that provides false twist.

**The objects of the research** are cotton fiber, the ring spinning machine, the drafting device, the spindle, and the yarn guide.

**The scientific novelty of the research** consists of the following points:

the spinning technology has been improved based on a new design of a modification device with hyperbolic spiral protrusions on the inner surface of the false twister, aimed at improving the quality of the yarn, balancing it and reducing its twist;

using the equilibrium equation of external forces in the yarn being formed, the relationships were obtained expressing the effect of the false twist of the modification device on the tension forces of the fibers in the spinning triangle;

the conditions for the distribution of twists in the yarn formed by the device were determined based on the Doppler effect, and a program was created to calculate twists in yarn moving at a constant speed;

the rational parameters of the rotation frequency of the modification device and its location in the machine were determined based on the analysis of multifactor regression models.

**The practical results of the research are as follows:**

a newly designed modification device with hyperbolic inner spiral protrusions has been developed for spun yarn production.

the improved modification device has been created that increases the productivity of the machine by increasing the fiber migration of the yarn formed during the process of giving the yarn false twist on the spinning machine, and by reducing the number of twists in the yarn;

principles have been established to maintain the optimal shape parameters of the spinning triangle using the modification device.

yarn properties have been improved with the modification device, resulting in the production of low-twist knitted yarn.

the quality of knitted fabrics made from the modified yarn has been improved, and resource consumption decreased.

**Scientific and practical significance of the research results.**

The scientific significance lies in the ability of the modification device to increase fiber migration during ring spinning, enabling the production of low-twist, balanced yarns and introducing a new yarn assortment.

The practical significance is reflected in the reduced yarn breakage and improved quality of knitted fabrics due to the uniformity of twist distribution reaching the spinning triangle.

**Implementation of research results.** Based on experimental results conducted in production settings:

the technology of manufacturing modified spun yarn, expanding the technological capabilities of ring spinning machines using a device that gives the yarn a false twist, has been introduced at the enterprises of “Agro Teks Alliance”

LLC and “Navoiy fayzcom textile” LLC, which are part of “Uzbek Textile Industry” Association (reference number 03/25-3092 of “Uzbek Textile Industry” Association dated November 15, 2024). As a result, the elongation at break of the yarn spun through the modification device of the new design increases by 8.9% and the specific breaking strength by 7.2%, and the total unevenness of the yarn decreases by 13.3% and the hairiness by 9.8%.

**Approbation of research results.** The research results were discussed at 10, including 5 international and 5 republican scientific and practical conferences.

**Publication of research results.** A total of 18 scientific works have been published on the topic of the dissertation, of which 4 articles have been published in scientific publications recommended for publication by the Supreme Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for the scientific results of Doctor of Philosophy (PhD) dissertations, including 3 in republican, 1 in foreign journals, and 2 in international journals with a high impact factor, and 1 certificate for a program for electronic computers and 1 patent for an invention have been obtained from the Intellectual Property Agency under the Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan.

**The structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of used literature and appendices. The volume of the dissertation is 104 pages.

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

**I-bo'lim (I -раздел; Part I)**

1. Raximberdiyev M.R., Fayzullayev Sh.R. Modifikatsiyalangan ip ishlab chiqarish istiqbollari // O'zbekiston to'qimachilik jurnali, 2022-yil 2-son 77-84 betlar. (05.00.00; №17).

2. Raximberdiyev M.R., Fayzullayev Sh.R., Bobojanov H.T., Soloxiddinov, A.A.Yusupov J.Z. Modifikatsiyalangan halqali yigirish usulining kompakt tizimi avfzaligi va kamchiliklari tahlili // Farg'ona politexnika instituti ilmiy-texnika jurnali, 2022-yil 26-tom 6-son 108-113 betlar. (05.00.00; № 20).

3. Raximberdiyev M.R., Mardonov B.M., Fayzullayev Sh.R., Maxkamova Sh.F. Исследование распространения волн кручения вдоль движущейся нити конечной длины // Universum: технические науки: № 10 (115). Часть 4. 2023 г. 5-10 ст. (02.00.00; №1).

4. Raximberdiyev M.R., Fayzullayev Sh.R. Analysis of the Impact of Vyurok's Various Speed Ratios on Thread Quality Indicators Used In Modified Assembly // Texas Journal of Engineering and Technology. Vol. 24 (2023): TJET. 3-7 p. ISSN: 2770-4491 (05.00.00; IF 6.788).

5. Raximberdiyev M.R., Ahmedov K.I., Fayzullayev Sh.R. A theoretical study on the effect of a false twister on the spinning triangle in yarn formation on a ring frame // Eurasian Journal of Engineering and Technology. Volume 28. March 2024. 19-29 p. ISSN: 2795-7640 (05.00.00; IF 7.995).

6. Raximberdiyev M.R., Fayzullayev Sh.R., Bobojanov X.T., Raxmatullinov F.F., Toshmirzayev Q.O. Modifikatsiyalash qurilmasining pishitish uchburchagi va ip sifatiga ta'siri tahlili // Farg'ona politexnika instituti ilmiy-texnika jurnali, 2024-yil 28-tom maxsus 16-son, 47-54 betlar. (05.00.00; № 20).

7. Ixtroga patent. UZ IAP № 7861 "Yigirilgan ipni soxta eshish qurilmasi" // Fayzullayev Sh.R. Djurayev A. Rasmiy axboratnoma-2024. Byu. № 11 (284).

**II-bo'lim (II -раздел; Part II)**

8. Raximberdiyev M.R., Fayzullayev Sh.R., Maxkamova Sh.F. Совершенствование кольцепрядения путем модификационных устройств // Витебский государственный технологический университет. 57-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. 2024 года. 70-72 ст.

9. Raximberdiyev M.R., Fayzullayev Sh.R. Kam buramli ip yigirish texnologiyasini takomillashtirish // "Ensuring the integration of science and education on the basis of innovative technologies." Collection of scientific papers on materials of the international scientific-practical conference 19.11.2024, Part 1. Pub. "ICP", Helsinki, Finland, 54 p. 3-6 betlar.

10. Raximberdiyev M.R., Gafurov Q., Fayzullayev Sh.R. Modifikatsiyalangan ip buramlarini o'rganish // Namangan muhandislik-texnologiya instituti. Xalqaro anjumani materiallar to'plami. 2022-y. 200-203 betlar.

11. Raximberdiyev M.R., Fayzullayev Sh.R. Ipni modifikatsiyalashning ip xossa ko'rsatkichlariga ta'siri // Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti. Xalqaro anjumani materiallar to'plami. 2022-y. 50-53 betlar.

12. Raximberdiyev M.R., Fayzullayev Sh.R., Maxkamova Sh.F. Modifikatsiyalangan yigirish usulida yigirilgan ipning chekli uzunligida harakatlanayotgan buramlar to'liqlarining // Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti. Xalqaro anjumani materiallar to'plami. 2023-y. 6-9 betlar.

13. Raximberdiyev M.R., Gafurov Q., Fayzullayev Sh.R. Modifikatsiyalangan halqali yigirish usullari tasnifi // Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti. Respublika anjumani materiallar to'plami. 2022-y. 373-375 betlar.

14. Raximberdiyev M.R., Gafurov Q., Fayzullayev Sh.R. Kam buramli ip olishda halqali yigirish usulini modifikatsiyalash qurilmalari // Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti. Respublika anjumani materiallar to'plami. 2022-y. 124-127 betlar.

15. Raximberdiyev M.R., Gafurov Q., Fayzullayev Sh.R. Modifikatsiyalangan yigirish usullari // Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti. Respublika anjumani materiallar to'plami. 2023-y. 235-237 betlar.

16. Raximberdiyev M.R., Fayzullayev Sh.R., Shamuratov M.T., Erkinov A.S. Modifikatsiyalash qurilmasining ip sifatiga ta'sirini o'rganish // Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti. Respublika anjumani materiallar to'plami. 2024-y. 73-76 betlar.

17. Raximberdiyev M.R., Ahmedov K.I., Fayzullayev Sh.R. Modifikatsiyalash qurilmasining pishitish uchburchagiga ta'sirini o'rganish // Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti. Respublika anjumani materiallar to'plami. 2024-y. 63-65 betlar.

18. DGU № 37952 O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi Intellektual mulk agintligining elektron hisoblash mashinalari uchun guvohnomasi "Modifikatsiyalash qurilmasi yordamida ipga beriladigan buramlarni hisoblash dasturi". Fayzullayev Sh.R. Butovskiy P.M.

Avtoreferat “O‘zbekiston to‘qimachilik jurnali” ilmiy texnikaviy jurnali  
tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlari  
mosligi tekshirildi (27.12.2024-y.)

Bosishga ruxsat etildi: 19.02.2025-yil.  
Bichimi 60x45 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>, “Times New Roman”  
garniturada, raqamli bosma usulida bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i 3,25. Adadi: 60. Buyurtma №48.  
TTYSI bosmaxonasida chop etildi.  
Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Shohjahon ko‘chasi, 5-uy.

